

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
ENGENHARIA AMBIENTAL

GIOVANA MONTEIRO GOMES

Como as escolas de pensamento embasam a Economia Circular?

São Carlos

2017

GIOVANA MONTEIRO GOMES

Como as escolas de pensamento embasam a Economia Circular?

Monografia apresentada ao curso de
graduação em Engenharia Ambiental
da Escola de Engenharia de São
Carlos da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto

São Carlos

2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

G
633c

Gomes, Giovana Monteiro
Como as escolas de pensamento embasam a Economia
Circular? / Giovana Monteiro Gomes; orientador Aldo
Roberto Ometto. São Carlos, 2017.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2017.

1. RBS. 2. Economia Circular. 3. Fundamentos. 4.
Escolas de Pensamento. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Giovana Monteiro Gomes**

Data da Defesa: 23/10/2017

Comissão Julgadora:

Resultado:

Aldo Roberto Ometto (Orientador(a))

APROVADA

Janaina Mascarenhas Hornos da Costa

Aprovada

Diego Rodrigues Iritani

APROVADA



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091 - Trabalho de Graduação

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, à minha família por sempre acreditar na minha trajetória e apoiar os meus sonhos, em especial aos meus pais e irmã pelo ambiente familiar de colaboração, crescimento e amor incondicional.

Ao Potter, Fred e Tom, agradeço todo o suporte e companheirismo ao longo dos dias e noites de dedicação.

Agradeço, também, aos amigos que me incentivaram a estar aqui, àqueles que conquistei em São Carlos e em Leeds e fizeram esses últimos anos inesquecíveis.

Agradeço imensamente à família Ambiental, funcionários, técnicos e alunos, em especial a 012, que me acolheram e permitiram que eu encontrasse na graduação um ambiente de aprendizado e desenvolvimento pessoal.

Aos professores, do ensino básico, fundamental, médio e superior, que deram todo o suporte necessário para que eu pudesse acreditar e correr atrás dos meus objetivos.

Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto pela inspiração ao longo da graduação e paciência em me guiar durante esse projeto.

Resumo

GOMES, G. M. **Como as escolas de pensamento embasam a Economia Circular?** 2017. 142 f. Trabalho de conclusão de curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

Economia Circular é um conceito transdisciplinar e recente, que envolve mudanças de paradigmas políticos, sociais e econômicos, focados na efetividade sistêmica e colaboração entre os atores deste modelo. Por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática, utilizando a base de dados *Web of Science*, investigou-se as relações teóricas e empíricas da Economia Circular e suas escolas de pensamento, com análises qualitativas e quantitativas das mais relevantes produções científicas no tema. A partir dos artigos catalogados, identificou-se as principais escolas de pensamento na construção e implementação da Economia Circular, destacando a importância da Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e *Performance Economy*. A deficiência de integração dos conceitos levantados pelo modelo circular e abordagens simplificadas de ferramentas e metodologias que levam a circularidade também são ressaltadas. Os estudos de caso no tema seguem um padrão de distribuição territorial voltado aos países europeus e China, reforçam uma atuação no ciclo técnico, fluxo de materiais, resíduos sólidos e efluentes industriais. E, por fim, o estudo destaca a necessidade de cooperação entre cientistas de diferentes linhas de pesquisa e áreas de atuação, assim como entre organizações e tomadores de decisão, identificando oportunidades referentes a transdisciplinaridade do tema e aplicação dos conceitos da Economia Circular.

Palavras chave: RBS. Economia Circular. Fundamentos. Escolas de Pensamento.

Abstract

GOMES, G. M. **How do schools of thought support the Circular Economy?** 2017. 142 f. Trabalho de conclusão de curso– Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

Circular Economy is a recent and transdisciplinary concept, involving shifts on political, social and economic paradigms, focused on the systemic effectiveness and collaboration among the stakeholders of this model. Through a Systematic Literature Review, using the database ‘Web of Science’, the theoretical and empirical relations of the Circular Economy and its schools of thought were investigated, with qualitative and quantitative analyses of the most relevant scientific publications in the theme. From the articles catalogued, the main schools of thought in the construction and implementation of the Circular Economy were identified, highlighting the importance of Industrial Ecology, Cradle to Cradle and Performance Economy. The deficiency on integrating the concepts raised by the circular model and shallow approaches of tools and methodologies that lead to circularity are also emphasised. The case studies in the theme follow a pattern of territorial distribution directed to European countries and China, reinforce a performance in the technical cycle, materials’ flow, and industrial waste and effluents. Finally, the study stresses the need for cooperation between scientists from different research areas, as well as between organizations and decision makers, identifying opportunities related to the transdisciplinary of the theme and application of the concepts of the Circular Economy.

Key words: Systematic Literature Review. Circular Economy. Fundaments. Schools of Thought.

Lista de Figuras

Figura 1: Diagrama do modelo econômico linear.....	22
Figura 2: Diagrama da Economia Circular.....	23
Figura 3: Modelo de apresentação dos resultados quantitativos.....	34
Figura 4: Esquema da metodologia utilizada.....	36
Figura 5: Template utilizado para condução das buscas.....	37
Figura 6: Ciclos Cradle to Cradle.....	41
Figura 7: Esquema de transição em direção à servitização.....	43
Figura 8: Sistema de extensão da vida útil de produtos sugerida por Stahel (1982).	44
Figura 9: Esquema de design inspirado nos sistemas naturais.....	45
Figura 10: Os elementos da Ecologia Industrial.....	47
Figura 11: Processos da Ecologia Industrial.....	48
Figura 12: Ecologia Agro-Industrial.....	49
Figura 13: Princípios do Capitalismo Natural.....	51
Figura 14: Mecanismo do modelo da Blue Economy.....	52
Figura 15: Multidisciplinaridade dos estudos regenerativos.....	54
Figura 16: As escalas do Design Regenerativo.....	55
Figura 17: Cadeia de suprimento cíclica.....	56
Figura 18: Abordagem esquemática da Produção mais Limpa.....	58
Figura 19: Fases da ACV.....	60
Figura 20: Diagrama dos resultados obtidos pela RBS (Pesquisas A, B e C).	65
Figura 21: Distribuição temporal de publicações referentes às Pesquisas A e B.	66
Figura 22: Distribuição de artigos por escola de pensamento/ferramenta (Pesquisa B). 68	
Figura 23: Distribuição temporal das publicações por tema (Pesquisa B).	69
Figura 24: Dispersão temporal das publicações por tema (Pesquisa B).	70
Figura 25: Distribuição de artigos por escola de pensamento/ferramenta (Pesquisa C). 71	
Figura 26: Distribuição temporal das publicações por tema (Pesquisa C).	72
Figura 27: Dispersão temporal das publicações por tema (Pesquisa C).	73

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo das buscas referentes às Pesquisas A e B.	63
Tabela 2: Resumos dos resultados referentes à Pesquisa C.	64
Tabela 3: Distribuição dos artigos por periódico (Pesquisas A e B).	67

Lista de abreviaturas e siglas

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
C2C	Cradle to Cradle
DOI	Digital Object Identifier
EC	Economia Circular
EI	Ecologia Industrial
EMF	Ellen MacArthur Foundation
LCA	Life Cycle Assessment
P+L	Produção mais Limpa
RBS	Revisão Bibliográfica Sistemática
SI	Simbiose Industrial
ZERI	Zero Emissions Research and Initiatives

Sumário

1. Introdução	21
2. Objetivo	31
2.1. Objetivo geral	31
2.2. Objetivos específicos.....	31
3. Metodologia	33
4. Revisão literária.....	39
4.1. Cradle to Cradle	40
4.2. Performance Economy	43
4.3. Biomimicry.....	45
4.4. Industrial Ecology.....	47
4.5. Natural Capitalism	49
4.6. Blue Economy	51
4.7. Regenerative Design	53
4.8. Reverse Supply Chain Management	56
4.9. Cleaner Production	57
4.10. Life Cycle Assessment	59
5. Resultados e Discussões	61
5.1. Considerações e limitações do estudo	85
5.2. Análise quantitativa	61
5.3. Análise qualitativa	73
5.3.1. A transição para a Economia Circular.....	74
5.3.2. Escolas de Pensamento e Ferramentas	77
5.3.3. Estudos de caso	83
5.3.4. Síntese e análise crítica.....	84
6. Conclusão	87
Referências.....	89
Apêndices	105

1. Introdução

A economia, como ciência social, foca na alocação dos recursos em sociedade, em especial, como ela administra os recursos escassos. Isso se dá através das relações de consumo, troca e produção, tanto de bens como de serviços. Ou seja, a economia estuda os vínculos entre organizações e indivíduos e como eles geram as relações sociais (DEQUECH, 2011).

Desta forma, a Economia Circular (EC) surge como uma opção ao modelo de economia linear, que rege a produção de bens, e inicia-se na exploração das matérias primas, segue pela venda e consumos destes bens e, ao fim da sua vida útil, culmina no descarte dos, então, resíduos resultantes (WORLD ECONOMIC FORUM, 2014).

A origem do termo “Economia Circular” não é exatamente conhecida. Alguns especialistas consideram que Kenneth Boulding foi o primeiro a retratar tal expressão ao defender, em uma publicação de 1966, que a humanidade deve se inserir em um sistema ecológico cíclico; inspiradas no trabalho de Boulding, demais produções, como as de Pearce e Turner (1989) e Preston (2012) lidam com conceitos relacionados à Economia Circular, ferramentas e oportunidades de aplicação (CIRCULAR ECONOMY PORTUGAL, 2017; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Demais cientistas acreditam que economia circular é um conceito chinês, que surge para orientar a evolução de estratégias de desenvolvimento sustentável no país (CIRCULAR ECONOMY PORTUGAL, 2017; WINANS; KENDALL; DENG, 2017).

O modelo linear de consumo de recursos segue o padrão ‘extrair – produzir – descartar’ (Figura 1), características estabelecidas no início da industrialização mundial, gerando um consumo crescente de matérias primas ao longo dos anos. Este modelo está associado a vários problemas, como: o aumento de preço dos recursos naturais, insegurança e alta volatilidade do mercado de produtos primários e aumento da concorrência por recursos entre setores industriais. Sendo assim, a Economia Circular pode ser considerada uma ferramenta de gestão e minimização de riscos em indústrias, empresas e organizações (WORLD ECONOMIC FORUM, 2014).

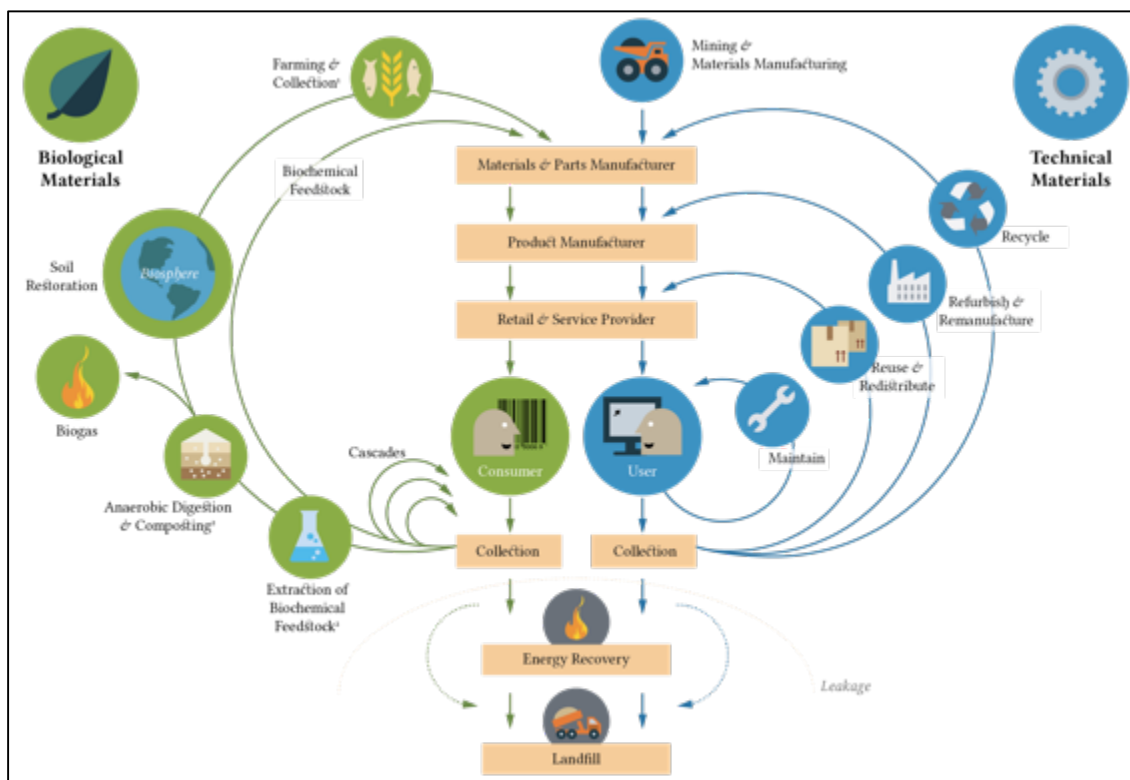
Figura 1: Diagrama do modelo econômico linear.



Fonte: *The food waste network* (2016)

A abordagem proposta pela EC, é, portanto, distinta a da exploração dos recursos materiais, energéticos e bióticos. Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2015), a Economia Circular tem como objetivo preservar a utilidade e valor agregado de um produto e seus componentes ao longo do tempo. Sendo assim, ela é constituída de um ciclo contínuo de desenvolvimento, sendo restaurativa e regenerativa, e baseada na otimização do capital natural e da produção de bens, reduzindo, conseqüentemente, os riscos associados ao modelo econômico linear, como os estoques finitos. O diagrama, sugerido pela Fundação, que ilustra a Economia Circular está representado na Figura 2.

Figura 2: Diagrama da Economia Circular.



Fonte: Ellen MacArthur Foundation (2015).

Atualmente, a sociedade é um reflexo dos princípios que estão de acordo e são alimentados pela economia linear. Os preços são grandes motivadores deste modelo econômico, já que eles não representam a total complexidade do processo produtivo, como os impactos negativos causados ao meio, o desperdício de recursos finitos e problemas de desigualdade social, entendidos como externalidades (EUROPEAN ACADEMIES' SCIENCE ADVISORY COUNCIL - EASAC, 2015).

No entanto, apesar de todos os problemas relacionados à Economia Linear, não há como negar que a partir deste modelo a humanidade alcançou um nível nunca antes visto de desenvolvimento, não só econômico, mas também em termos de qualidade de vida, bem-estar e desenvolvimento tecnológico. Todavia, a manutenção deste estilo de vida se tornou insustentável (WAY et al., 2016).

Alguns dos motivos pelos quais a sociedade ainda resiste ao modelo econômico linear são: a não transparência e não alocação monetárias dos impactos ambientais e sociais causados pelos processos produtivos; o desmerecimento dos efeitos cumulativos que este modelo de produção e consumo apresenta, como o esgotamento de recursos

naturais, poluição e mudanças climáticas; e o foco na perspectiva de lucro a curto prazo (EASAC, 2015).

As barreiras culturais também são bastante significativas e exercem força na manutenção da Economia Linear. A sociedade é hoje direcionada a um modelo de consumo no qual produtos e serviços se tornam obsoletos em um curto período de tempo, desde vestuário, em função da moda, até dispositivos tecnológicos. Além disso, as pessoas não estão cientes das problemáticas que envolvem esse padrão de consumo, pelo contrário, são incentivadas e controladas pelas mídias sociais e trabalhos de marketing, que incentivam este padrão de comportamento (EASAC, 2015).

Os Princípios do modelo circular buscam dissociar as atuais formas de produção, mecanismos de criação de valor e interações sociais, enraizados e tão difundidos pelo modelo econômico linear, dos objetivos da Economia Circular, como a busca por ciclos biológicos efetivos e ciclos técnicos restauradores (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

A Fundação elencou três Princípios que fundamentam a Economia Circular, são eles: Preservar e aumentar o capital natural; Otimizar a produção de recursos; e Fomentar a eficácia do sistema (EMF, 2017).

Estes três Princípios são pautados na escolha sensata dos recursos utilizados (quando necessário), estímulo dos fluxos de nutrientes e extensão do uso de materiais biológicos, permitindo a regeneração do sistema, desmaterialização, sempre que possível, dos produtos e serviços oferecidos, preservação de energia, escolha de tecnologias eficientes, prolongamento da vida útil dos produtos e compartilhamento dos mesmos, e gestão de externalidades em produtos e serviços necessários aos seres humanos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

No entanto, outras organizações que trabalham com EC e especialistas que estudam o tema sugerem diferentes Princípios, a partir do que eles entendem como o essencial deste modelo. É claro, estas diferentes propostas não se opõem, mas muitas vezes se sobrepõem e se completam. O Circular Economy Portugal, um grupo que trabalha para implementar estes princípios da EC na sociedade portuguesa, sugere quatro Princípios: Preservar e aumentar o capital natural; Fechar ciclos; Fazer circular produtos no mais alto nível de utilidade; e Promover um novo paradigma social.

A partir dos princípios propostos, o Circular Economy Portugal sugere a promoção das atividades que impactem positivamente o meio ambiente, além de penalizar empresas, organizações e pessoas físicas que gerem algum tipo de degradação

ambiental. Ademais, incentiva, em ciclos orgânicos e técnicos, os processos de reparação dos produtos, reutilização dos mesmos, remanufatura e, por fim, a reciclagem, como o objetivo de reduzir o consumo dos recursos naturais. Tudo isso, segundo o grupo, não será possível sem mudanças sociais, desde como as pessoas se relacionam e agem até como elas pensam e o que desejam (CIRCULAR ECONOMY PORTUGAL, 2017).

Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) estudaram como os países entendem e adotam os Princípios da Economia Circular. A China, por exemplo, foca sua abordagem no gerenciamento dos resíduos sólidos, principalmente os 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar), na escala de produção e consumo de recursos. Demais países, também focados no gerenciamento de resíduos, como Estados Unidos, Coreia do Sul e Japão, se apoiam em iniciativas setoriais, a fim de alcançar, em níveis nacionais, efeitos sinérgicos que diminuam áreas destinadas aos aterros sanitários, uso de matérias primas e circulação de materiais perigosos e tóxicos.

Apesar das distinções que estes dois exemplos indicados apresentam, observa-se que todos caminham no sentido de gerar impactos positivos ao meio ambiente, sem excluir os pilares econômico e social da sustentabilidade. A partir do questionamento dos princípios que hoje regem a sociedade, especialmente em função dos limites ambientais e sociais enfrentados, a Economia Circular caminha na direção da efetividade sistêmica, capaz de sustentar um sistema regenerativo e restaurativo, considerando a resiliência do meio.

Diversos conceitos e escolas de pensamento estão inseridos na concepção da Economia Circular, como a simbiose industrial, ecologia industrial e os 3Rs. No entanto, além de unir estes conceitos distintos, a EC também apresenta uma abordagem diferente no que diz respeito aos sistemas político, social e cultural já existentes (WINANS; KENDALL; DENG, 2017).

As práticas que consideravam o meio ambiente dentro das atividades humanas, em especial relacionadas ao consumo de recursos e produção de bens, passaram por um progresso, que parte da limitação ou até mesmo proibição do lançamento de poluentes, passa pelo desenvolvimento de processos mais “ambientalmente corretos”, esbarra no desenvolvimento de produtos diferenciados e chega agora à abordagem holística promovida pela Economia Circular, que não se restringe a evitar ou minimizar os impactos negativos das atividades antrópicas, mas caminha na direção de causar impactos positivos ao meio.

Além de tudo, o estabelecimento de um modelo de negócio circular é benéfico para a macroeconomia, já que é mais colaborativo que o modelo de economia linear, além de criar um valor agregado maior aos recursos explorados, reduzir gastos referentes a extração de matéria prima e incentivar a criação de empregos relacionados a reciclagem e remanufatura (WORLD ECONOMIC FORUM, 2014).

Como foi citado anteriormente, a origem da Economia Circular não é bem definida, no entanto, sua concepção se desenvolveu a partir de escolas de pensamento, ou seja, grupos ideológicos que investigam problemas semelhantes e compartilham da mesma orientação teórica.

A Ellen MacArthur Foundation elenca sete escolas de pensamento que orientam o desenvolvimento da EC, são elas: *Cradle to cradle* (Do berço ao berço), *Performance Economy* (Economia de Performance), *Biomimicry* (Biomimétrica), *Industrial Ecology* (Ecologia Industrial), *Natural Capitalism* (Capitalismo Natural), *Blue Economy* e *Regenerative Design* (Design Regenerativo).

Estas escolas de pensamento, de forma geral, foram desenvolvidas há décadas atrás e têm suas definições, limites e aplicações bem delimitadas, permitindo integrar e relacionar temáticas, como ciclos fechados, eficiência energética e de recursos, redução de emissões e não geração de poluentes, dentre outros, à visão holística que a EC defende, desempenhando o papel de um alicerce teórico e cientificamente difundido.

Além das escolas de pensamento citadas, existem outros conceitos e ferramentas que são utilizadas para realçar os princípios da EC e facilitar a sua implementação.

A gestão sustentável da cadeia de suprimentos exerce um papel muito importante no estabelecimento da Economia Circular, já que, por meio da redução do fluxo de materiais e poluentes, ela busca integrar as questões ambientais às organizações. No entanto, a EC vai além, na busca de métodos que permitem a transformação de produtos e serviços em meios de conectar os sistemas ecológico e econômico. Desta forma, ao se relacionar os dois conceitos é possível determinar como a sustentabilidade pode ser abordada nas organizações, principalmente no que se refere aos impactos ambientais e suas consequências, tanto para o meio ambiente quanto para o crescimento econômico (GENOVESE et al., 2015).

Outro ponto fundamental para a instauração deste modelo é a articulação entre os atores econômicos. A criação de produtos pautados em designs que reduzam a percepção de lixo e que reforçam a ideia de um sistema circular não se dá através de forças

espontâneas do mercado, sendo assim, de certa forma, se respaldam em questões de natureza política e ética relacionadas aos atores econômicos (ABRAMOVAY, 2014).

O processo de mudança, portanto, é desafiador. Existem restrições, como limitações tecnológicas e as estruturas econômicas existentes, além de barreiras humanas, culturais e políticas. A transição para um modelo de economia circular pode ser abordada tanto no modelo *bottom-up*, no qual as iniciativas partem da perspectiva de desenvolvimento de um produto e serviço, baseado em novos modelos de negócio; ou até mesmo no modelo *top-down*, através da difusão de políticas públicas, nacionais e internacionais, que encorajem e apoiem as mudanças necessárias. As duas abordagens não são concorrentes, mas se completam e devem ser trabalhadas em conjunto (GENOVESE et al., 2015).

Contudo, este caminho já vem sendo traçado e as oportunidades existentes trabalhadas. Um dos principais fatores que permite a Economia Circular ultrapassar sua condição de conceito na direção da realidade prática é a Internet das Coisas, que, em conjunto, reforçam a oportunidade de convergir sistemas descentralizados, resilientes e auto reparadores (ABRAMOVAY, 2014).

A Internet das Coisas é uma rede de agentes e sensores conectados em sistemas virtuais que permitem concentrar diversas informações a respeito do fluxo de materiais, uso de energia e até mesmo recursos mal utilizados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016). Atualmente, o controle que se têm das bases energéticas e fluxos de materiais, dentro dos processos industriais, é o maior registrado até então, e só tende a crescer, apoiando, assim, a abordagem circular da economia (ABRAMOVAY, 2014).

Além das interações entre as escolas de pensamento e demais conceitos e ferramentas, é necessário destacar também que diferentes países respondem à EC de diferentes formas, principalmente em como ela é inicialmente abordada. A China, por exemplo, entre as décadas de 1990 e 2000, promoveu modelos de parques industriais, deu ênfase nos ciclos fechados de gerenciamento de resíduos, principalmente reciclagem, envolvendo tanto os fabricantes quanto os consumidores, em busca do conceito de “sociedade harmoniosa”, sendo assim, a Economia Circular é vista como um mecanismo de desenvolvimento, melhorando a gestão industrial, criação de novas tecnologias e equipamentos, gerando, desta forma, lucro (WINANS; KENDALL; DENG, 2017).

A abordagem alemã, também na década de 1990, teve início de forma *top-down*, através de instrumentos de política ambiental que tinham por objetivo a garantia de um crescimento econômico por meio promoção do uso sustentável de matérias primas e

recursos naturais. Outros países europeus, como Reino Unido, Portugal, Suécia e Suíça, contemplam novos modelos de negócio, voltados ao conceito circular, já no Japão e Coreia do Sul, iniciativas existentes buscam alocar aos consumidores mais responsabilidades relacionadas ao uso de recursos naturais e disposição final destes materiais (WINANS; KENDALL; DENG, 2017).

Atualmente observam-se várias iniciativas em direção a EC. A Comissão Europeia, por exemplo, lançou no final de 2015 um novo *Circular Economy Package*, que contém um plano de ação e lista de medidas para adotar a Economia Circular, além de quatro propostas legislativas a respeito das políticas de resíduos sólidos da União Europeia, com metas distribuídas entre os anos de 2020 e 2030 (EUROPEAN UNION, 2016).

Iniciativas privadas também têm surgido e conquistado o mercado. A *Samsung Electronics*, por exemplo, já declarou que está tentando reduzir os reparos e reciclagem dos seus produtos a partir das etapas de planejamento e design dos mesmos, além de evitar materiais perigosos, incentivar a reciclagem, principalmente de plásticos, e desenvolvimento de programas de devolução dos produtos obsoletos, em prática nos Estados Unidos e Reino Unido (SAMSUNG, 2016). Já a Philips entrou com um novo modelo de negócio no mercado, oferecendo o serviço de iluminação, em detrimento da venda de equipamentos e produtos, como lâmpadas; desta forma a empresa é responsável pela gestão, manutenção e inovação do serviço oferecido (PHILIPS, 2017).

Além do mais, uma pesquisa desenvolvida pela Accenture Strategy (2015) concluiu que se os modelos de negócios que abordam a economia circular fossem adotados, cerca de U\$4,5 trilhões poderiam ser incrementados à economia até 2030, demonstrando que, além dos inúmeros benefícios ambientais atrelados à EC, ela também apresenta uma grande oportunidade para a economia mundial e o desenvolvimento econômico sustentável.

Em parceria com a Ellen MacArthur Foundation o programa ‘CE100 Brasil’ foi criado em 2015, com o objetivo de identificar oportunidades relacionadas à Economia Circular no mercado brasileiro e capacitar as organizações filiadas, ajudando-as a superar seus desafios e usufruir das suas possibilidades. O país possui características, como mercado interno, aspectos sociais e recursos naturais, que o fazem um cenário de grande interesse para o estabelecimento da Economia Circular (CE100 BRASIL, 2017).

Tendo em vista a importância da Economia Circular nos panoramas mundial e nacional, o presente trabalho vem para reforçar e fortalecer as boas práticas incentivadas

pelo modelo, respaldadas em alicerces teóricos bem estabelecidos; trazer estudos de caso que abordem tanto quadros de sucesso quanto também de fracassos; e, principalmente, discorrer como os Princípios que regem a EC podem ser atingidos.

A preocupação com o rápido crescimento econômico, aliado às limitações dos recursos naturais, fez com a Economia Circular se tornasse um conceito popular na China a partir da década de 1990. Naturalmente, hoje em dia, outros países e organizações, como a Comissão Europeia e a Fundação Ellen MacArthur, adotam e difundem a Economia Circular, seus princípios e ferramentas (WINANS; KENDALL; DENG, 2017).

A implementação da Economia Circular, como já foi citado, esbarra em diversos desafios e, portanto, precisa ser bem desenvolvida e analisada para ser bem-sucedida. As oportunidades e ferramentas, no entanto, estão disponíveis e precisam ser exploradas, encorajando fabricantes, estimulando a sinergia entre *stakeholders* e envolvimento dos consumidores finais. O desenvolvimento de novas tecnologias, difusão do conhecimento e práticas relacionadas à EC também exercem um papel muito importante da adoção deste novo modelo, incentivando o engajamento da comunidade científica. Além disto, o estudo das cadeias de valor e impactos socioeconômicos são essenciais para conquistar indústrias e organizações, além de evitar riscos que possam comprometer o sucesso da Economia Circular (WINANS; KENDALL; DENG, 2017).

2. Objetivo

2.1. Objetivo geral

Analisar as contribuições teóricas e aplicações das Escolas de Pensamento no estabelecimento e desenvolvimento da Economia Circular.

2.2. Objetivos específicos

A fim de se atingir o objetivo geral, foram estabelecidos objetivos específicos:

- Avaliar os conceitos desenvolvidos por cada uma das Escolas de Pensamento elencadas;
- Identificar e analisar como as Escolas de Pensamento contribuem para a redefinição dos princípios econômicos e sociais tocante à Economia Circular;
- Apontar e analisar as contribuições de cada uma das Escolas de Pensamento no processo de formação da Economia Circular;
- Indicar exemplos e estudos de caso nos quais os conceitos levantados pelas Escolas de Pensamento tenham sido essenciais para a implementação do modelo de Economia Circular.

3. Metodologia

A Economia Circular é reforçada por diversas escolas de pensamento, cujos conceitos, metodologias e aplicações são anteriores à concepção do modelo circular. A partir da revisão bibliográfica sistemática (RBS) pretende-se mapear e compreender as interações entre essas escolas de pensamento e a EC.

A RBS é uma eficiente metodologia científica de busca e análise de artigos e periódicos em determinado tema; e é considerada o passo inicial para pesquisas científicas, sendo de caráter exploratório e permitindo o aperfeiçoamento de ideias, além da familiarização com o objetivo de estudo (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

O primeiro passo da RBS é a identificação do problema e definição dos objetivos da pesquisa para, então, selecionar métodos de busca, como *databases* e palavras-chave. A partir da identificação dos estudos, eles são coletados e organizados, em seguida, passam pelos processos de inclusão ou exclusão, de acordo com os critérios já estabelecidos. Os resultados são, posteriormente, analisados, qualitativamente e/ou quantitativamente (FELIZARDO et al., 2009).

Uma das vantagens da RBS é indicar as relações entre pesquisas, conceitos e ideias no desenvolvimento de uma teoria. Assim como, se realizada de forma rigorosa, resultar em produtos de maior confiabilidade e indicar possíveis áreas de estudo que ainda não foram exploradas (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

O presente trabalho conta com uma breve revisão bibliográfica narrativa, a qual descreve, simplificada, as escolas de pensamento abordadas por este estudo, a fim de se compreender como estas surgiram, suas bases ideológicas, e se, e como, são aplicadas.

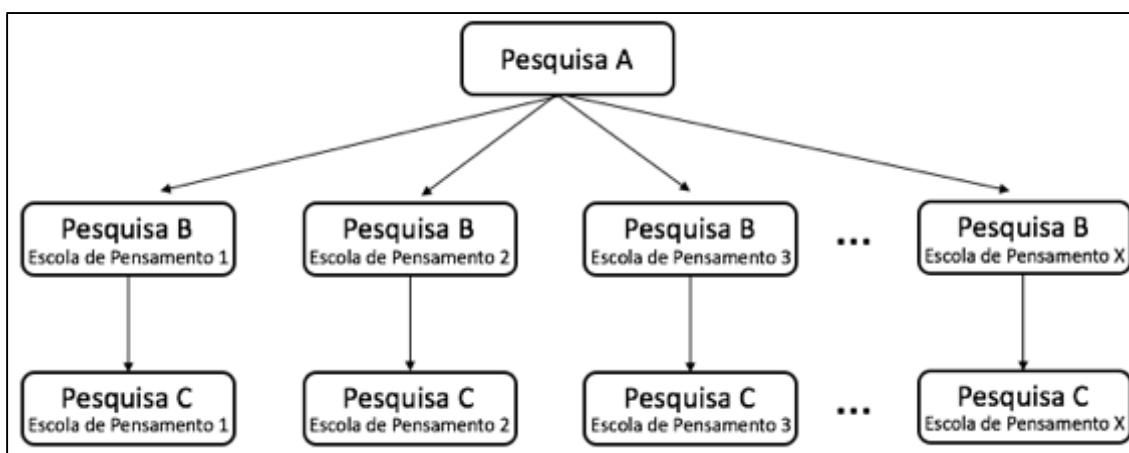
A relação dessas escolas com a economia circular e seus princípios, foco deste estudo, é determinada a partir de uma revisão bibliográfica sistemática. A RBS desenvolvida baseia-se nas teorias e conceitos apresentados por Levy e Ellis (2006) e Conforto, Amaral e Silva (2011) e é inspirada na metodologia utilizada por Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016).

A fim de se alcançar todos os objetivos específicos elencados, foram realizadas duas pesquisas (A e B). A Pesquisa A tem como função identificar e analisar estudos teóricos que envolvem Economia Circular e suas escolas de pensamento, ou seja, trabalhos que demonstrem a relação dos dois termos. Já a Pesquisa B é mais específica e associa a Economia Circular à cada uma das escolas de pensamento.

Por fim, a partir da Pesquisa B, selecionou-se estudos de casos referentes a cada uma das escolas de pensamento, com o objetivo de catalogar e analisar produções acadêmicas que reforçam o enfoque prático, como técnicas e ferramentas utilizadas. Essa parte do trabalho é identificada como Pesquisa C.

Sendo assim, o resultado final é apresentado, quantitativamente, de acordo com a Figura 3, seguido da análise qualitativa dos estudos identificados.

Figura 3: Modelo de apresentação dos resultados quantitativos.



Fonte: adaptado de Ghisellini Cialani e Ulgiati (2016).

No início da condução das três pesquisas foi utilizado o Portal de Busca Integrada da USP, que reúne 218 Bases de Dados, incluindo *Science Direct* e *Web of Science*, dois dos principais bancos de dados multidisciplinares existentes e utilizados em RBS, como, por exemplo, a conduzida por Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016), também relacionada à Economia Circular.

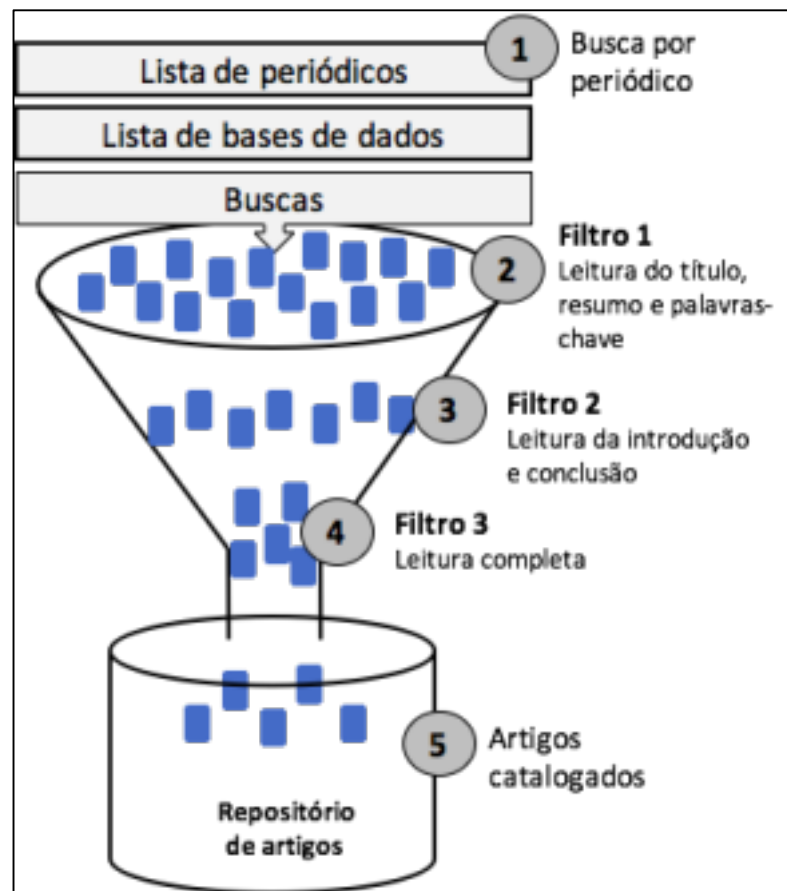
No entanto, os resultados obtidos somaram inicialmente, sem o primeiro filtro, mas excluindo repetições, mais de 700 artigos. Desta forma, optou-se por restringir a pesquisa apenas a Base de Dados ‘*Web of Science*’.

Os artigos e, conseqüentemente, as palavras chave incluídos nesse trabalho são em inglês, em função do maior número de publicações produzidas nesta língua, por pesquisadores de várias localidades geográficas, além da utilização de termos como *Cradle to Cradle* e *Blue Economy*, por exemplo, em artigos publicados em português, o que dificultaria a busca inicial e seleção de artigos na metodologia da RBS, caso a pesquisa fosse realizada nessa língua. Sendo assim, as palavras chave escolhidas para cada uma das pesquisas já descritas estão representadas abaixo:

- Pesquisa A: (“*Circular Economy*” AND “*School of Thought*”);
 (“*Circular Economy*” AND “*Foundation*”);
 (“*Circular Economy*” AND “*Fundamentals*”).
- Pesquisa B:
 - (1) (“*Circular Economy*” AND “*Cradle to Cradle*”);
 - (2) (“*Circular Economy*” AND (“*Performance Economy*” OR “*Servitization*” OR “*PSS*” OR “*Clos* Loops*”));
 - (3) (“*Circular Economy*” AND “*Biomimicry*”);
 - (4) (“*Circular Economy*” AND “*Industrial Ecology*”);
 - (5) (“*Circular Economy*” AND “*Natural* Capitalism*”);
 - (6) (“*Circular Economy*” AND “*Blue Economy*”);
 - (7) (“*Circular Economy*” AND “*Regenerative Design*”);
 - (8) (“*Circular Economy*” AND “*Reverse Supply Chain Management*” OR “*Reverse Logistics*”);
 - (9) (“*Circular Economy*” AND “*Cleaner Production*”);
 - (10) (“*Circular Economy*” AND “*Life Cycle Assessment*” AND “*LCA*”).

Como já foi citado, as buscas foram restringidas para produções na língua inglesa e, além disso, também se trabalhou apenas com artigos de periódicos revisados por pares, como critério de qualificação da RBS. Após o retorno dos primeiros artigos foram aplicados três filtros, a fim de verificar o alinhamento dos artigos com o objetivo do estudo (Figura 4).

Figura 4: Esquema da metodologia utilizada.



Fonte: Adaptado de Conforto, Amaral e Silva (2011).

O primeiro filtro, identificado como Filtro 1, considera a presença ou ausência das *strings* utilizadas nas pesquisas no título, resumo ou palavras chave dos artigos retornados pela RBS. Caso a presença se confirme, o trabalho é então considerado para a segunda filtragem. Desta forma, os artigos são submetidos ao Filtro 2, constituído pela avaliação da discussão dos conceitos analisados na introdução e conclusão dos trabalhos. Por fim, para o Filtro 3 realiza-se a leitura completa dos artigos, a partir da qual analisa-se a relevância das teorias abordadas para a elaboração desses artigos, concluindo, assim, a validação dos trabalhos selecionados.

Ao fim dessa fase, o *template* apresentado pela Figura 5 é concluído.

Figura 5: Template utilizado para condução das buscas.

		Web of Science																						
		Preliminar					Filtro 1					Filtro 2					Filtro 3							
		Data	Palavra chave	Periódico 1	Periódico 2	Periódico 3	Outros	Total	Periódico 1	Periódico 2	Periódico 3	Outros	Total	Periódico 1	Periódico 2	Periódico 3	Outros	Total	Periódico 1	Periódico 2	Periódico 3	Outros	Total	
Pesquisa A																								
Pesquisa B	Escola 1																							
	Escola 2																							
	Escola 3																							
	Escola 4																							
	Escola 5																							
	Escola 6																							
	Escola 7																							
	Escola 8																							
	Escola 9																							
	Escola 10																							
Total																								
Total sem repetições																								

Fonte: Autor.

A construção dos resultados quantitativos foi então realizada por meio de gráficos, que ilustram a distribuição de produções por ano, periódicos e apresentam comparações entre as escolas de pensamento, em conjunto com a análise qualitativa da literatura encontrada. Desta forma, busca-se entender como as escolas de pensamento esculpem e fortaleceram os alicerces teóricos da Economia Circular, especialmente no momento da sua concepção e posterior aplicação, assim como orientando os princípios que regem esse novo modelo.

4. Revisão literária

A multidisciplinaridade é essencial para o entendimento dos problemas ambientais modernos e seus desafios, assim como evitar, reduzir e mitigar os dilemas associados a eles. A Economia Circular é reforçada por uma transdisciplinaridade, ou seja, temas diferentes que se fundem de forma a identificar, construir e compreender, de fato, um objeto de estudo, promovendo uma abordagem holística (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016).

Esta característica da EC é definida por Blomsma e Brennan (2017) como *umbrella concept*, ou seja, um modelo que cria relações entre conceitos pré-existentes, focando em características e particularidades compartilhadas.

As sete escolas de pensamento trazem aos acadêmicos e organizações oportunidades de repensar e alterar o modelo econômico vigente, suportando um sistema restaurativo e regenerativo, a partir de ciclos que, além manter a utilidade e valor dos materiais, também preservam e otimizam o capital natural (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Além das escolas elencadas pela Fundação, outras ferramentas foram incluídas por aproximarem as indústrias aos fundamentos da Economia Circular e promoverem meios de implementá-la. No entanto, é importante ressaltar que estas ferramentas não incluem todos os conceitos abraçados pela EC como, por exemplo, a visão sistêmica ou a promoção dos ecossistemas (em detrimento à preservação, apenas, do meio ambiente).

As ferramentas abordadas aqui são: *Reverse Supply Chain Management* (Cadeia de Suprimentos Reversa), *Cleaner Production* (Produção mais Limpa) e *Life Cycle Assessment* (Avaliação do Ciclo de Vida). As justificativas do porquê abordá-las no presente trabalho estão apresentadas abaixo e as limitações destas ferramentas serão apresentadas durante a revisão literária.

Para a implementação da Economia Circular, a logística é um dos aspectos facilitadores que possibilitam a superação dos desafios em indústrias, promovendo a transparência na cadeia de suprimentos e o fluxo circular de recursos. É neste ponto que entra a logística reversa, permitindo a captura de valor no fim da vida dos produtos, por meio da reutilização e reciclagem de materiais (CE100, 2016).

Através da cadeia de suprimentos reversa é possível reaver os produtos de maneira que a recuperar o valor dos recursos. Esta ferramenta está baseada na não utilização de

materiais tóxicos, assim como na extensão da vida útil dos produtos e no design que facilite a desmontagem (EROL et al., 2010).

Já a Produção mais Limpa (P+L) tem como objetivo substituir as técnicas de fim de tubo, incorporando programas de prevenção à poluição, por meio de inovações no desenvolvimento de processos e planejamento de bens e serviços, principalmente na redução do uso de matéria prima e energia. Percebe-se que os princípios e práticas da P+L vêm sendo utilizados por pequenas empresas para a promoção de adoção da Economia Circular (SOUZA-ZOMER et al., 2017).

Por fim, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica de gestão ambiental, focada na identificação de aspectos e impactos ambientais dos processos envolvidos no ciclo de vida de um produto, assim como na caracterização destes impactos e interpretação dos resultados a fim de comparar processos ou produtos e até mesmo auxiliar na tomada de decisão de uma organização (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005). Essas decisões podem orientar indústrias na direção de processos que promovam impactos positivos ao meio e, aliado à visão sistêmica, apoiar a implementação da Economia Circular.

4.1. Cradle to Cradle

McDonough e Braungart, autores de *Cradle to Cradle, Remaking the Way We Make Things* (2002), são os pioneiros desta abordagem do berço ao berço. No seu livro, eles já criticam a visão linear do uso de recursos, a qual, segundo os autores, representa um desperdício destes materiais, já que seus valores são deteriorados, ou ignorados, a partir do momento que os produtos terminam sua vida útil em aterros ou lixões.

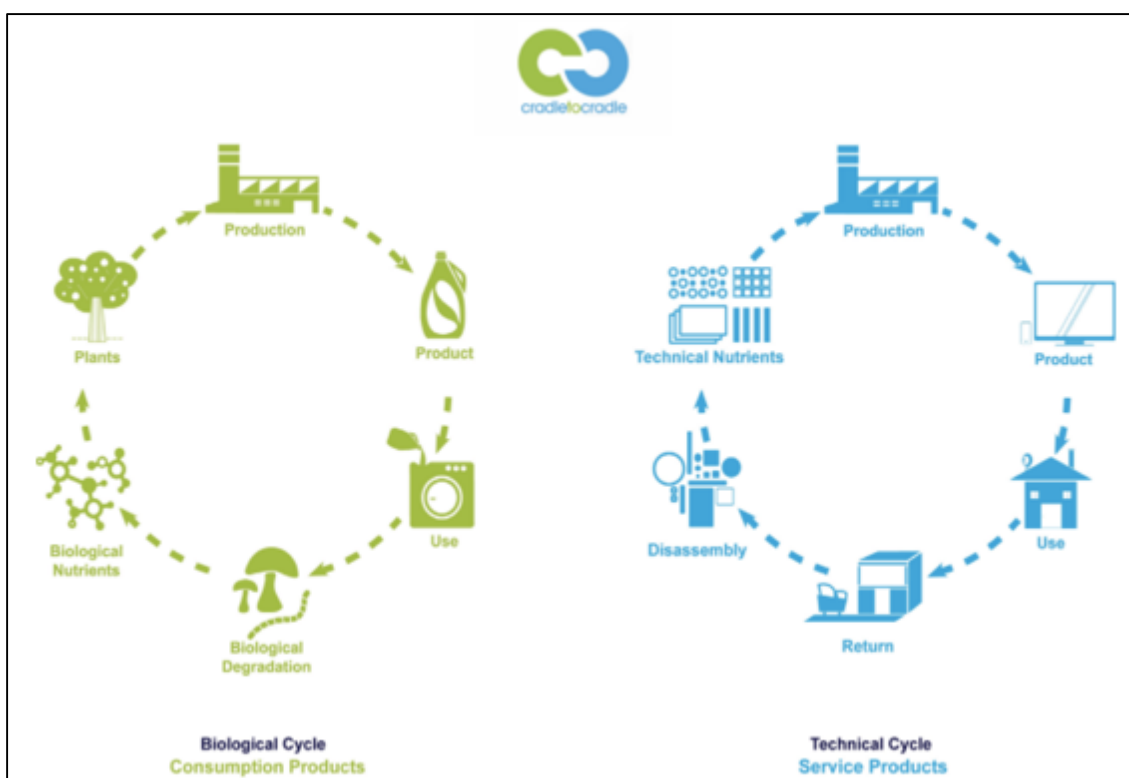
O *Cradle to Cradle* (C2C) é um *framework* que visa, através do design, promover a inovação e qualidade de produtos, com soluções eco-eficientes, e, conseqüentemente, gerar impactos ambientais positivos (NIERO et al, 2016).

Os princípios que regem o C2C (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2002) são: alcançar zero consumo de recursos, uso de energia renovável e celebrar a diversidade. O primeiro destes princípios foca na necessidade de se atingir ciclos fechados, tanto biológicos quanto técnicos, partindo da premissa de que o lixo gerado é, na verdade, material que pode ser reinserido na cadeia de valor de um ou mais produtos. O segundo princípio aborda o problema do consumo energético, que é, muitas vezes, elevado em

ciclos fechados; os autores acreditam que utilizando energia proveniente de fontes renováveis, a solar, especialmente, o consumo de energia passa a ser irrelevante em termos de impactos ambientais. O terceiro princípio, por fim, preza pelo respeito das diversidades culturais, econômicas, ambientais e suas relações no design de produtos, em contrapartida à padronização atual de bens e serviços, que vão desde itens de vestuário a construções de edifícios.

Os ciclos biológico e técnico são representados na Figura 6.

Figura 6: Ciclos Cradle to Cradle.



Fonte: C2C Platform (2017).

No entanto, existem limitações associadas a esse conceito. Llorach-Massana, Farreny e Oliver-Solà (2015), ressaltam que o retorno de alta taxas de nutrientes do ciclo biológico defendida pelo *Cradle to Cradle*, condizentes com as quantidades produzidas, pode ser prejudicial para os ecossistemas terrestre e aquático. Os mesmos autores também defendem que essa escola de pensamento não aborda os aspectos ambientais de todo o ciclo de vida do produto, como transporte, em função das limitações energéticas e tecnológicas, e o uso por parte dos consumidores.

Atualmente, existe uma certificação *Cradle to Cradle*, administrada pela organização sem fins lucrativos Cradle to Cradle Products Innovation Institute. Esta organização é voltada aos produtores de bens de consumo, os instigando e capacitando para causar impactos positivos à sociedade e ao meio ambiente. A certificação é pautada em um processo de melhoria contínua, no qual seus critérios e requisitos, que visam o aperfeiçoamento de produtos e seus meios de produção, precisam ser atendidos (CRADLE TO CRADLE PRODUCTS INNOVATION INSTITUTE, 2017).

Essa certificação possui cinco categorias de avaliação: *material health*, *material reutilization*, *renewable energy and carbono management*, *water stewardship* e *social fairness*. A cada categoria é atribuída um resultado: Básico, Bronze, Prata, Ouro ou Platina, do nível mais baixo ao mais alto. O resultado de nível mais baixo atribuído a uma dessas categorias é considerado a nota final que representa aquele produto. A cada dois anos espera-se que o produtor demonstre esforços na direção da melhoria do seu produto, caso contrário, ele não receberá uma outra certificação (CRADLE TO CRADLE PRODUCTS INNOVATION INSTITUTE, 2017).

O Instituto elencou quais são os pontos de interesse que cada categoria da certificação visa, são eles:

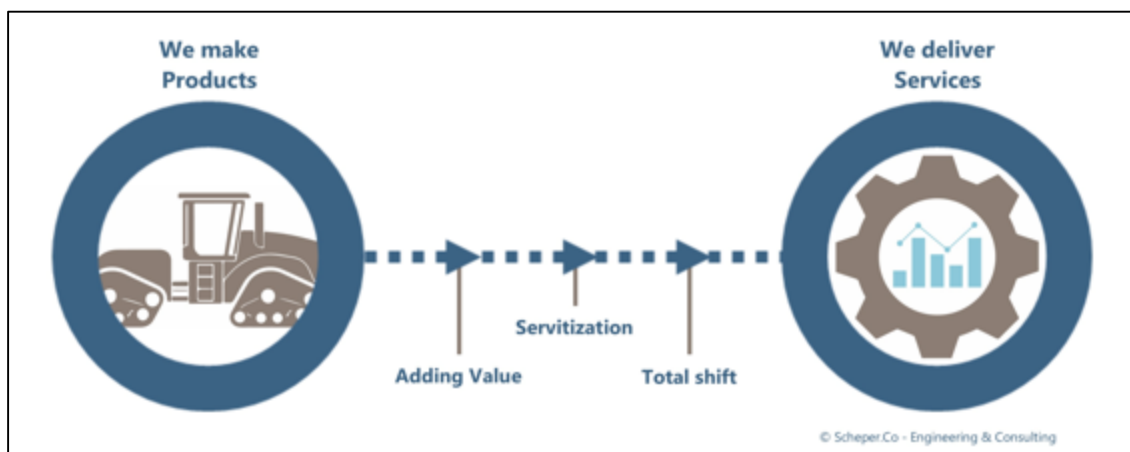
- *Material Health*: identificar os materiais utilizados como pertencentes aos ciclos biológico ou técnico e compreender o potencial de compostos tóxicos na geração de impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente, reduzindo, assim, a utilização deste tipo de materiais;
- *Material Reutilization*: envolve o design dos produtos de maneira a incentivar o retorno dos materiais à natureza ou à indústria (em função da sua classificação), a partir do aumento da porcentagem de uso de materiais renováveis ou recicláveis no produto em questão, assim como o de materiais que possam ser reutilizados, reciclados ou compostados no fim da vida útil desse produto;
- *Renewable Energy & Carbon Management*: reduzir as emissões de carbono na fase de produção e buscar uma matriz energética 100% renovável;
- *Water Stewardship*: identificar e tratar os químicos presentes nos efluentes industriais, mitigando os impactos locais relacionados à produção;
- *Social Fairness*: identificar problemas sociais locais e na cadeia de suprimentos, causar impactos positivos aos colaboradores, comunidade local e usuários do produto, durante todo o seu ciclo de vida.

O registro de produtos creditados inclui materiais de construção, roupas, produtos de limpeza e higiene pessoal, dentre outros. Percebe-se que o foco principal dos produtores nas aplicações da metodologia e certificação *Cradle to Cradle* é a redução, ou eliminação, do uso de materiais tóxicos, sendo eles fonte de poluição durante o processo produtivo e/ou fim de uso, e também agentes maléficos à vida humana durante a utilização do produto (ORDOUEI; ELKAMEL, 2017).

4.2. Performance Economy

Performance Economy é o conceito associado a servitização (Figura 7), ou seja, a prestação de serviços substituindo a posse dos bens de consumo. Neste modelo, o serviço é oferecido na forma de aluguel, concessão ou até mesmo compartilhamento de produtos, através de novos modelos de negócio, nos quais os fabricantes detêm a posse dos bens e são responsáveis por fornecer o serviço associado às funcionalidades daqueles produtos, assim como realizar as manutenções e atualizações necessárias (STAHEL, 2016).

Figura 7: Esquema de transição em direção à servitização.



Fonte: Scheper.Co Engineering & Consulting (2017).

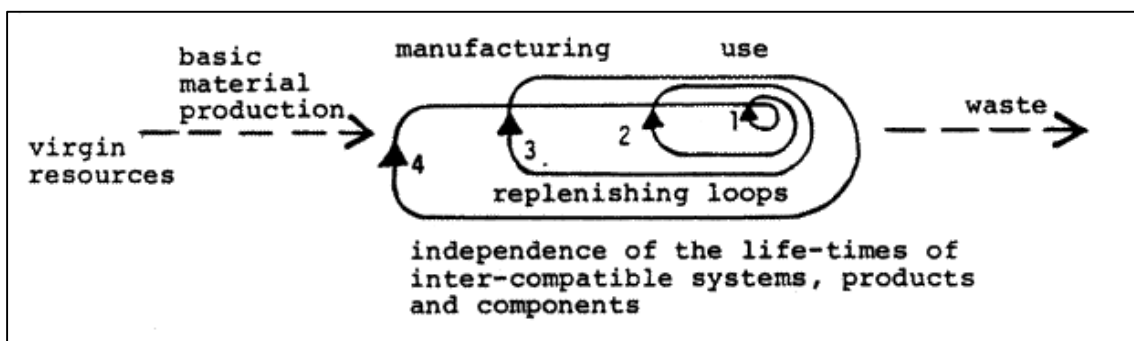
Essa escola de pensamento trabalha em função de quatro objetivos principais: estender a vida útil do produto, bens de consumo duráveis, atividades de recondiçãoamento e prevenção de desperdícios (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

A abordagem direcionou a criação do *Product Life Institute*, em 1982, uma consultoria que trabalha com estratégias e políticas de sustentabilidade na Europa, cujo principal objetivo é o desenvolvimento econômico pautado na servitização. O Instituto incentiva a inovação tecnológica, de design e comercial na direção do desenvolvimento de novos modelos de negócio que vão de encontro aos objetivos da *Performance Economy*, além de promover economias locais (STAHHEL, 2013).

O artigo *Product-Life Factor*, publicado por Stahel (1982), um dos fundadores do Instituto, já chamava atenção para a limitação de recursos disponíveis e defendia que mudanças na direção de uma sociedade sustentável são necessárias. Nesse artigo, Stahel critica a economia linear de escala, que incentiva a substituição acelerada dos produtos no mercado, criando forças de consumo de recursos naturais maiores que as capacidades de regeneração do meio ambiente e de absorção de todo os resíduos gerados.

No mesmo artigo, o autor sugere um modelo econômico cíclico que seria capaz de minimizar o uso de materiais e energia e, conseqüentemente, impactos ambientais negativos, mas sem restringir progressos em níveis econômico, técnico e social. Este modelo é baseado em quatro ciclos: reuso (1), reparo (2), recondicionamento (3) e reciclagem (4), ilustrados na Figura 8. Este modelo seria possível através da extensão da vida útil dos bens produzidos, postergando a necessidade de um novo ciclo e reduzindo os custos associados a ele.

Figura 8: Sistema de extensão da vida útil de produtos sugerida por Stahel (1982).



Fonte: Stahel (1982).

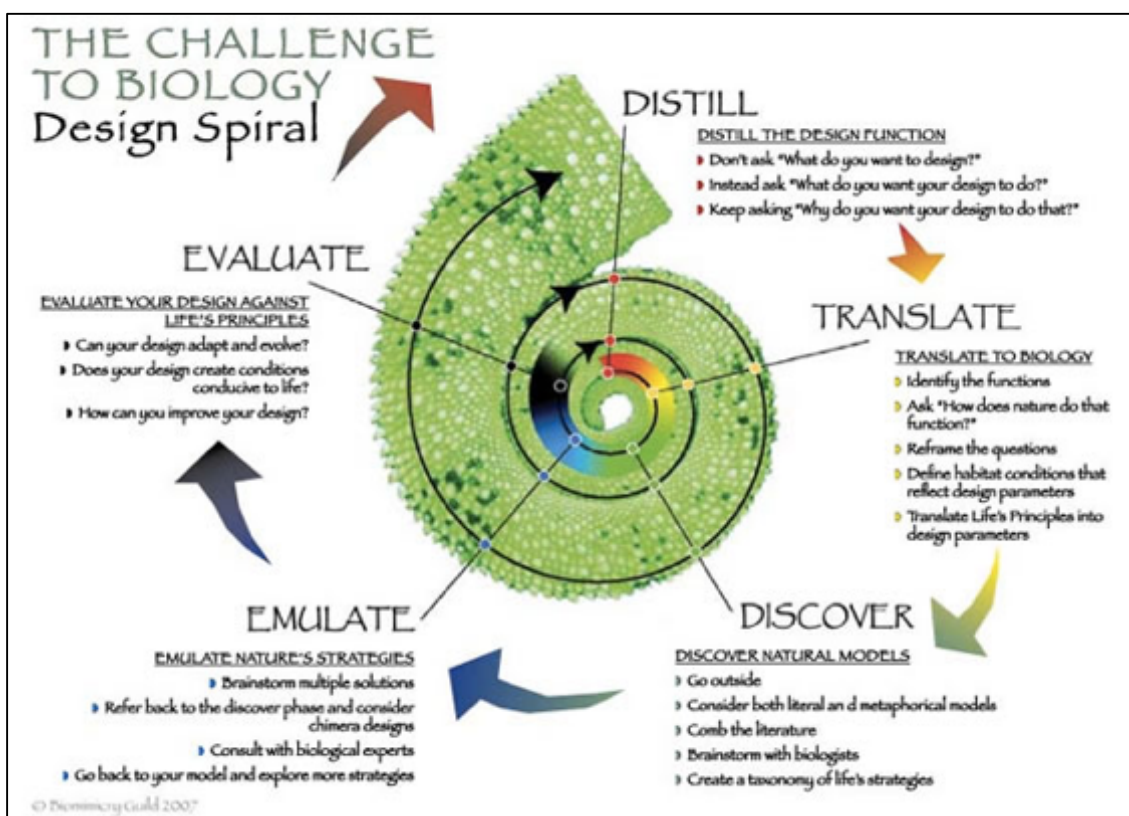
No Brasil, por exemplo, uma empresa que vem aplicando a economia de performance com sucesso é a Whirlpool, fabricante de diversos eletrodomésticos. A empresa oferece o serviço de filtragem de água, retendo a propriedade dos filtros, mas assegurando a manutenção e garantia vitalícia do produto (CE100 BRASIL, 2017).

4.3. Biomimicry

Biomimicry, ou Biomimética, é a demanda de respostas, para dilemas antropológicos contemporâneos, a partir dos sistemas desenvolvidos pela natureza (Figura 9), utilizando a menor quantidade possível de recursos (SILVERSTEIN; SAMUEL; DECARLO, 2009).

A ideia principal desse conceito é que os problemas enfrentados pela sociedade já foram solucionados e as respostas estão nos sistemas naturais, após bilhões de anos de pesquisas e desenvolvimento (BIOMIMICRY INSTITUTE, 2017a)

Figura 9: Esquema de design inspirado nos sistemas naturais.



Fonte: Elsharkawy (2011).

Essa escola de pensamento busca soluções sustentáveis nas estratégias e modelos já testados e adotados pela natureza, desenvolvendo processos e políticas e criando produtos que abordem os desafios vividos pela sociedade moderna, em busca de novos padrões de vida que se adaptem ao meio ambiente (BLOK; GREMMEN, 2016).

A *Ellen MacArthur Foundation* (2017) elencou os três princípios que guiam a Biomimétrica:

- Natureza como modelo – imitar os sistemas, processos, formas e estratégias da natureza para solucionar problemas humanos;
- Natureza como medida – utilizar padrões ecológicos para mensurar a sustentabilidade das inovações;
- Natureza como mentor – compreender e valorizar a natureza em termos do que se pode aprender com ela, não apenas do que se pode extrair dela.

No entanto, algumas críticas são feitas a respeito da praticidade e efetividade dessa abordagem. Block e Gremmen (2016) discutem a se a Biomimétrica pode realmente ser aplicada sob quaisquer condições, se o conceito está maduro o suficiente para ser implementado e se ela é, de fato, a resposta para um mundo mais sustentável. Os autores ressaltam também que soluções não baseadas em sistemas naturais não representam, necessariamente, sistemas prejudiciais ao meio ambiente.

Como as demais escolas de pensamento aqui apresentadas, também existem institutos, *Biomimicry Institute* e *Biomimicry 3.8*, que tratam da Biomimétrica. O primeiro deles possui conteúdo multidisciplinar, ferramentas de busca e de suporte, e estudos de caso; com objetivo de apresentar informações e direcionar designers e tomadores de decisão no caminho de inovações que promovam a qualidade de vida e a preservação ambiental (BIOMIMICRY INSTITUTE, 2017b). O segundo é uma consultoria, fundada em 1998, de influência global, que trabalha com metodologia e treinamentos aplicáveis nas mais diversas áreas do conhecimento, capacitando organizações para o desenvolvimento da Biomimétrica nos seus processos de inovação (BIOMIMICRY3.8, 2016).

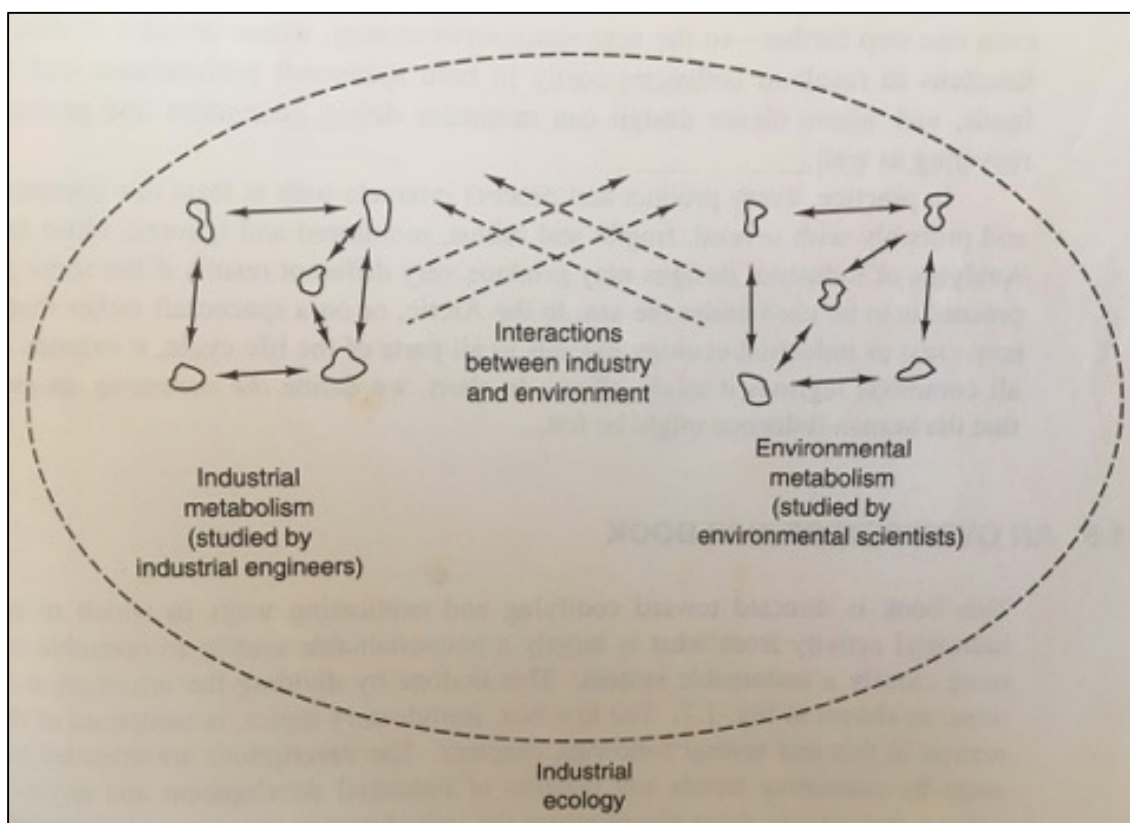
As aplicações da Biomimétrica estão presentes em diversas áreas, como na arquitetura (CHAYAAMOR-HEIL; HANNACHI-BELKADI, 2017), medicina (QU et al., 2014), organização social (FEWELL, 2015), dentre muitos outros. Sensores marítimos, por exemplo, utilizados tanto para guiar embarcações quanto para detectar terremotos e, assim, prevenir tsunamis, são inspirados nos mecanismos de comunicação dos golfinhos, capazes de trocar informações a longas distâncias através das variações de frequência dos seus cantos (ASKNATURE, 2015).

4.4. Industrial Ecology

As atividades industriais estão ligadas a diversas outras atividades, processos e sistemas, em diferentes graus de integração e complexidade, indo desde a satisfação das necessidades dos consumidores diretos, respeitando suas individualidades e características culturais, até o gerenciamento de uma cadeia de suprimentos globalizada. No entanto, todos estes fatores e interações têm potencial de gerar impactos ambientais, que, muitas vezes, são menosprezados pelas indústrias, especialmente quando ocorrem fora do chão de fábrica (GRAEDEL; ALLENBY, 1995).

A *Industrial Ecology*, ou Ecologia Industrial (EI), é uma abordagem desenvolvida para lidar com os problemas ambientais decorrentes das atividades industriais, ao mesmo tempo que incentiva o desenvolvimento econômico e tecnológico, respeitando características socioculturais. O conceito é baseado na percepção de que os processos industriais não estão isolados em suas fronteiras físicas, mas fazem parte de um sistema abrangente (Figura 10) (GRAEDEL; ALLENBY, 1995).

Figura 10: Os elementos da Ecologia Industrial.



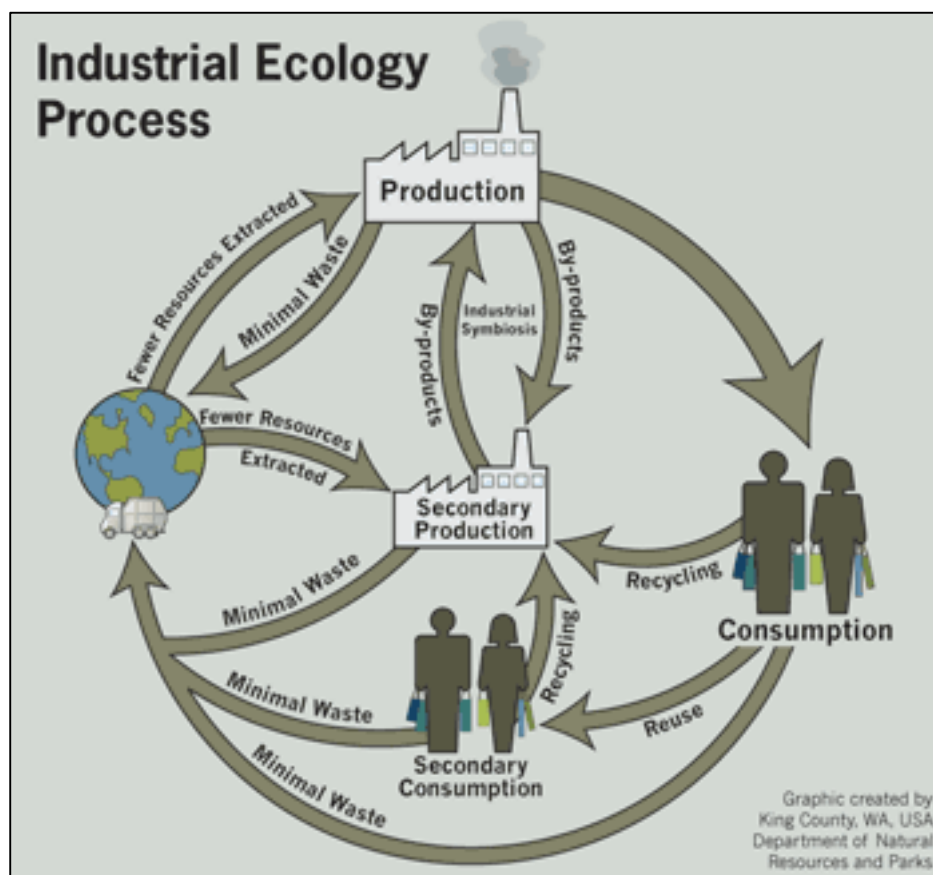
Fonte: Graedel e Allenby (1995).

A EI pode ser aplicada através da Simbiose Industrial (SI), uma abordagem que cria um senso de coletividade entre diferentes tipologias industriais que, tradicionalmente, seriam entendidas como sistemas individuais e particulares. Esta união e integração promovida pela SI se dá através de trocas de materiais, energia e coprodutos entre as indústrias, inovando na gestão da cadeia de suprimentos e respeitando os princípios ecológicos naturais (LEIGH; LI, 2015).

Ecologia Industrial, é, portanto, uma abordagem diferenciada das interações entre economia e meio ambiente, combinando especialidades que normalmente não se relacionam no meio industrial, como manufatura, análise ambiental e organização social, de forma que diferentes profissionais sejam capazes de compreender e aplicar esse conceito (GRAEDEL; ALLENBY, 1995).

Os processos envolvidos na EI estão ilustrados na Figura 11.

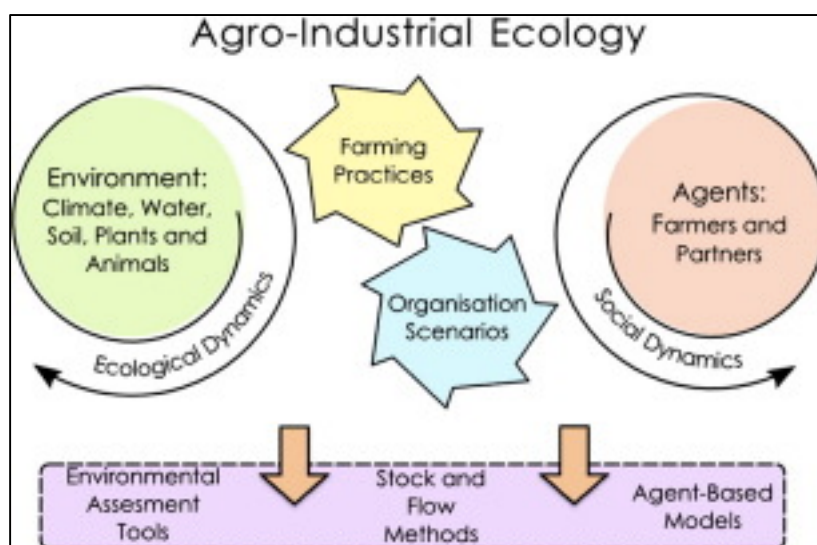
Figura 11: Processos da Ecologia Industrial.



Fonte: King County (2017).

O conceito da Ecologia Industrial está presente também nos sistemas agrícolas incentivando a reciclagem de nutrientes e evitando, ao mesmo tempo, a poluição ambiental (Figura 12). Isso se faz necessário em função do aumento populacional e, conseqüentemente, a alta demanda por recursos naturais, como fertilizantes, assim como a necessidade de reduzir os impactos causados por essa atividade econômica (FERNANDEZ-MENA; NESME; PELLERIN, 2016).

Figura 12: Ecologia Agro-Industrial



Fonte: Fernandez-Mena, Nesme e Pellerin (2016)

A Sociedade Internacional de Ecologia Industrial, organizada em 2000, tem como objetivo promover a EI no meio acadêmico, educação básica, comunidade e tomadores de decisão. Para impulsionar a comunicação entre esses diversos atores, a Sociedade, em parceria com a Universidade de Yale, publica o periódico *Journal of Industry Ecology*, que reúne conteúdos online sobre a prática e inovações na área de Ecologia Industrial (INTERNATIONAL SOCIETY FOR INDUSTRIAL ECOLOGY, 2017; YALE UNIVERSITY, 2017).

4.5. Natural Capitalism

A habilidade do planeta Terra em sustentar vida e as atividades econômicas estão em risco devido a maneira com que a sociedade explora, processa, utiliza e se dispõem

dos recursos naturais disponíveis. Os serviços ecossistêmicos, oferecidos sem custos diretamente associados, como acesso a água potável e ar puro, são menosprezados, enquanto os recursos naturais economicamente rentáveis são utilizados em excesso, prejudicando a capacidade de os ecossistemas realizarem suas funções vitais (LOVINS; LOVINS; HAWKEN, 1999).

Mudanças em modelos de negócios, processos de manufatura e design de produtos são capazes de mudar esse panorama e gerar benefícios tanto para os negócios quanto para gerações futuras. Essa abordagem é denominada *Natural Capitalism* (Capitalismo Natural), na qual o capital natural é devidamente valorado (LOVINS; LOVINS; HAWKEN, 1999).

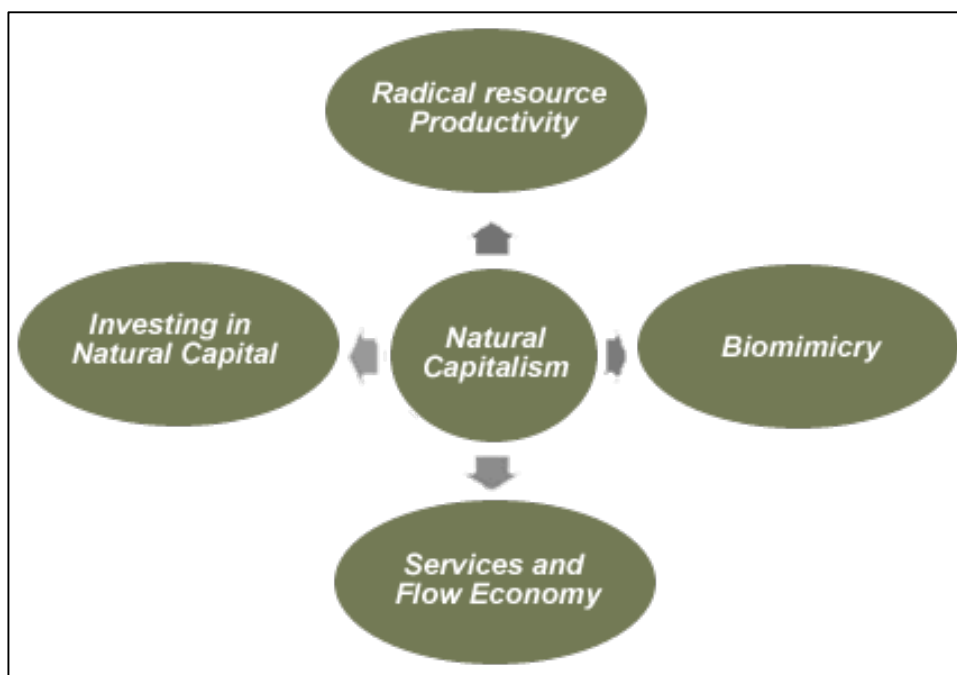
O capital natural são todos os recursos naturais mundiais, que incluem água, solo, geologia, ar e seres vivos; é esse capital natural o responsável por oferecer os serviços ecossistêmicos, essenciais à vida humana (THE WORLD FORUM ON NATURAL CAPITAL, 2017).

O Capitalismo Natural, portanto, visa conectar as organizações antrópicas aos fluxos dos ciclos naturais, como os serviços ecossistêmicos. Esse objetivo é construído sob a lógica de que os recursos naturais são bens globais, que devem ser integrados ao modelo econômico vigente (KUO; HSIAO, 2008).

Essa escola de pensamento é apoiada por quatro princípios (Figura 13) (LOVINS; LOVINS; HAWKEN, 1999):

- Aumentar radicalmente a produtividade dos recursos naturais – promover mudanças em produção, tecnologia e design, fazendo com que os produtos venham a ter vida útil mais longa, preservando a funcionalidade dos recursos naturais e reduzindo os custos associados a eles;
- Materiais e modelos de produção inspirados na natureza – eliminar o conceito de resíduo e entender que os coprodutos e saídas de um processo (industrial) são entradas e recursos necessários em outros processos (industriais);
- Modelos de negócio que incluam a servitização – geração de valor atribuída à prestação de um serviço e cumprimento de uma funcionalidade, não à venda do produto físico;
- Reinvestir em capital natural – gerar impactos ambientais positivos que promovam a regeneração e restauração dos recursos naturais.

Figura 13: Princípios do Capitalismo Natural.



Fonte: University of Melbourne (2011).

Alcançar uma sociedade na qual a sustentabilidade é vista como algo atingível e, principalmente, uma oportunidade de negócio, requer uma quebra de paradigma nas relações sociais, ambientais e econômicas. E o Capitalismo Natural vem para guiar essa mudança. No entanto, resistências culturais, em especial, podem se tornar uma barreira para essas transformações, já que a possibilidade de um novo sistema industrial só é possível com a mudança da mentalidade atual e diversas comunidades não estão prontamente dispostas a alterar seus padrões de vida e consumo (BRIKIN, 2001; CAIRNS JR, 2000).

4.6. Blue Economy

Blue Economy é uma iniciativa que traz uma compilação de casos de estudo que buscam, nos ecossistemas locais, tecnologias capazes de mudar a economia mundial. Ela se originou da organização ZERI (*Zero Emissions Research and Initiatives*), focada em apresentar soluções inovadoras e sustentáveis a desafios complexos (PAULI, 2015).

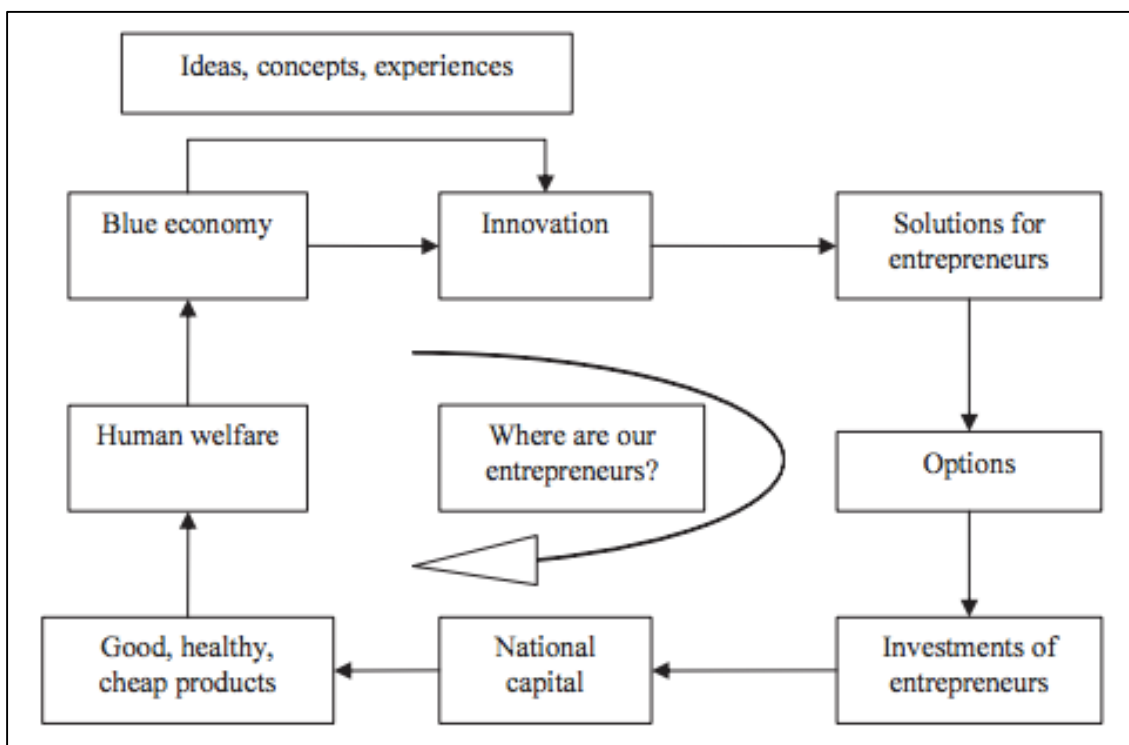
Nessa estrutura, os sistemas de produção e consumo locais são ressaltados, assim como modelos de negócio que levam à construção de uma sociedade e um mercado em

harmonia com o meio ambiente e voltados à satisfação das necessidades básicas (THE BLUE ECONOMY, 2016).

A *Blue Economy* é baseada em 21 princípios que incluem: ciclos de nutrientes, matéria e energia fechados; diversificação dos processos produtivos; soluções baseadas em fatores físicos locais, como temperatura e pressão; energia fundamentada no potencial gravitacional como fonte primária; sistemas não lineares; biodegradabilidade de materiais; geração de múltiplas oportunidades, dentre outros (THE BLUE ECONOMY, 2016).

A mudança de comportamento necessária para o sucesso da *Blue Economy* se apoia no estímulo ao empreendedorismo (Figura 14), que cria alternativas distintas às aquelas dominadas pelas grandes corporações. Desta forma, este modelo é baseado em ações tomadas pelas organizações e indivíduos que têm interesse em inovar, construindo capital social, gerando empregos e qualidade de vida, contribuindo para a preservação ambiental e provocando desenvolvimento econômico a partir da satisfação das necessidades da sociedade (IUSTIN-EMANUEL; ALEXANDRU, 2014).

Figura 14: Mecanismo do modelo da Blue Economy.



Fonte: Iustin-Emanuel e Alexandru (2014).

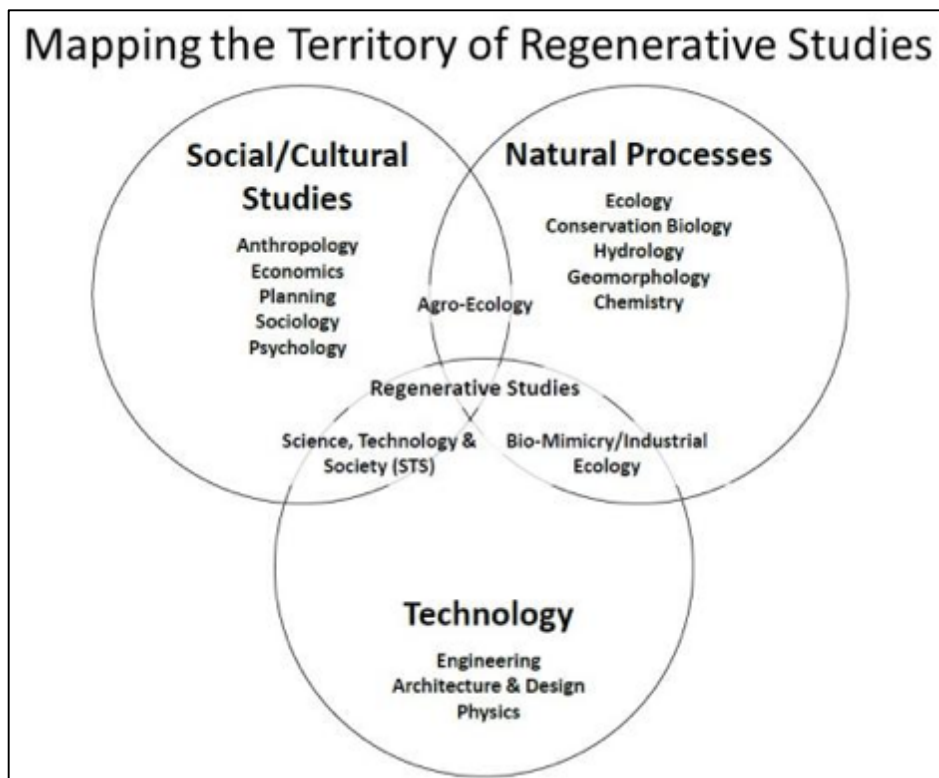
Dentro da proposta da ZERI, foram divulgadas 100 inovações, entre os anos 2010 e 2013, que apresentam revoluções tecnológicas que carregam os princípios da *Blue Economy*, fornecendo informações às organizações e as capacitando para aplicar novos modelos de negócio. Os estudos de caso estão disponíveis *online* e até o presente momento somam 112 casos de inovação (THE BLUE ECONOMY, 2016).

Bargh (2013) apresenta um estudo de caso em que a *Blue Economy* é aplicada na Nova Zelândia, local que tem sido colocado em risco devido às mudanças climáticas, principalmente no que tange a produção de alimentos. Neste caso particular, o foco foi em como as comunidades locais podem converter seus resíduos em nutrientes, dentro de um modelo de negócio. Algumas destas comunidades criaram, por meio de organizações, estruturas que incentivam e verificam processos desenvolvidos em sistemas fechados, além de certificar produções que foram desenvolvidas de acordo com as tradições locais. De forma geral, a comunidade vem trabalhando para minimizar a produção de resíduos e realoca-los, da melhor forma possível, em novas cadeias de valor.

4.7. Regenerative Design

Regenerative Design, ou Design Regenerativo, é um conceito multidisciplinar (Figura 15), focado na integração dos processos naturais, ações coletivas e comportamento humano em prol da restauração, renovação, revitalização e regeneração de sistemas. O desenvolvimento destes sistemas, apoiados no Design Regenerativo, é um método promissor para se atingir um futuro sustentável, no qual os recursos naturais não são apenas conservados, mas, sim, otimizados (JOHN T. LYLE CENTER FOR REGENERATIVE STUDIES, 2014).

Figura 15: Multidisciplinaridade dos estudos regenerativos.



Fonte: John T. Lyle Center For Regenerative Studies (2014).

O paradigma que se pretende quebrar com o Design Regenerativo é a transição de sistemas mecânicos, atualmente vigentes, para os sistemas ecológicos. O desafio dos designers está no entendimento de como os sistemas naturais funcionam para, posteriormente, traduzir isso em modelos aplicáveis, em diferentes escalas e áreas de atuação (BENNE; MANG, 2015).

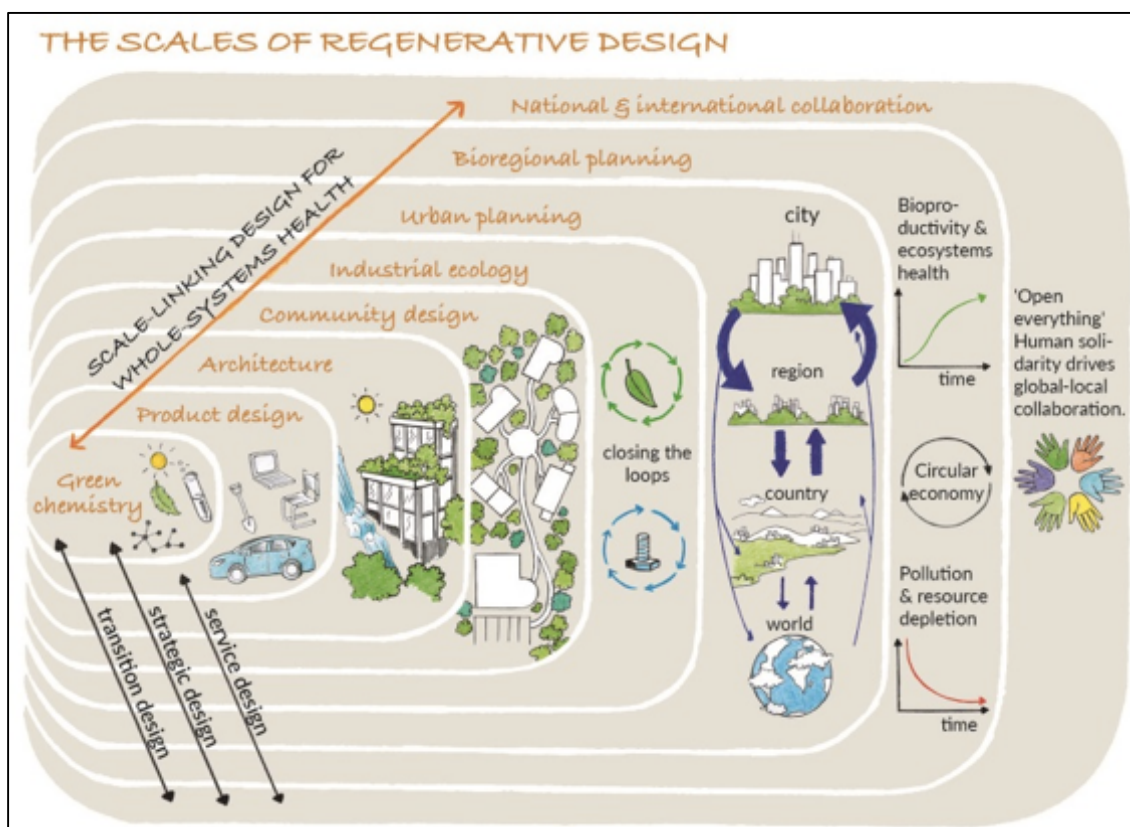
Desta forma, uma das premissas do desenvolvimento regenerativo é que os sistemas ecológicos têm a possibilidade de alterar seus níveis de ordem, diferenciação e organização. A falha em desconsiderar essa evolução dos sistemas naturais nas inovações e design dos processos humanos é o que cria conflitos entre os modelos naturais e antrópicos (MANG; HAGGARD; REGENESIS, 2016).

Benne e Mang (2015) elencam três princípios dos sistemas naturais, que são essenciais para o entendimento e desenvolvimento do Design Regenerativo: em um sistema ecológico, este não é desassociado do meio que o cerca; a capacidade dos ecossistemas de se organizarem e se restaurarem depende da atribuição de papéis sistemáticos aos membros destas comunidades; e, por fim, a habilidade de perpetuação da vida está na cadeia de fluxos dinâmicos e trocas metabólicas.

O redesign envolve uma transição de *mindset*, na qual a mudança é entendida como fonte de criatividade, onde oportunidades são criadas e os desafios fazem com que o meio se reorganize. A criação de valor também é importante no processo de evolução, no qual os receptores deste serviço ou produto contribuem para o crescimento do sistema, funcionando como um efeito em cascata de benefícios (MANG; HAGGARD; REGENESIS, 2016).

Wahl (2016) defende que inovações capazes que transformar o mundo, de fato, precisam ser apoiadas em um sistema integrado e sinérgico, criando soluções apropriados a diversas escalas e que beneficiam o indivíduo, a comunidade e o ecossistema (Figura 16).

Figura 16: As escalas do Design Regenerativo.



Fonte: Wahl (2016).

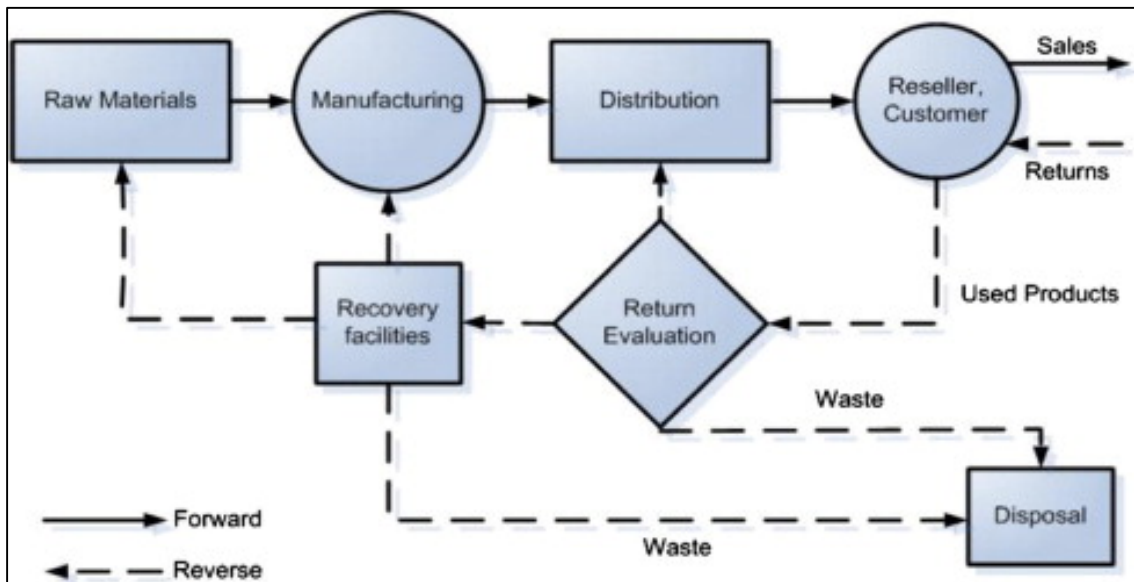
4.8. Reverse Supply Chain Management

O padrão de produção e consumo linear acarreta em volatilidade de preços e riscos associados a cadeia de suprimentos. A partir da maneira como materiais e energia são usados, começando do design dos produtos e desenvolvimento de novos modelos de negócio, é possível alcançar um modelo econômico circular (CE100, 2016). A gestão da cadeia reversa de suprimentos se mostra uma ferramenta útil e importante na otimização dos recursos naturais.

Esta ferramenta é composta por diversas atividades cujo objetivo é o retorno de um produto, no fim da sua vida útil, para que ele possa ser reaproveitado ou disposto de forma correta (JUSOH; NOR, 2014).

Atualmente, a gestão da cadeia de suprimentos é feita de maneira progressiva, ou seja, seguindo o modelo linear. A partir da cadeia reversa de suprimentos é possível fechar o ciclo (Figura 17), criando um modelo circular de utilização de recursos, materiais e componentes (GOVINDAN; SOLEIMANI; KANNAN, 2015).

Figura 17: Cadeia de suprimento cíclica.



Fonte: Govindan, Soleimani e Kannan (2015).

A atenção voltada para a logística reversa e, conseqüentemente, para a gestão da cadeia reversa de suprimentos, começou a surgir quando, no começo do século XXI, legislações surgiram para oficializar as obrigações dos fabricantes pelo fim de vida de

seus produtos. Em 2003, por exemplo, a Comissão Europeia criou requisitos nos quais indústrias se tornavam responsáveis pela coleta, reciclagem e recuperação dos materiais eletroeletrônicos produzidos por elas; legislações similares foram, posteriormente, adotadas em outros países, como Canadá, China e Japão (GOVINDAN; SOLEIMANI; KANNAN, 2015).

Em função das pressões de mercado, volatilidade dos preços das matérias primas e legislações restritivas, os estudos e práticas de gestão da cadeia reversa de suprimentos têm aumentado (DAS; POSINASETTI, 2015). Porém, mais que isso, essa ferramenta gera oportunidades de negócios, por meio de estratégias competitivas, podendo levar a um aumento de lucratividade (NAGURNEY; TOYASAKI, 2005).

No entanto, a gestão da cadeia reversa de suprimentos apresenta algumas limitações dentro do modelo proposto pela Economia Linear. Em primeiro lugar, essa ferramenta está exclusivamente relacionada aos recursos materiais e sua utilização, focando em atividades de remanufatura e reciclagem. Desta forma, ela não procura promover impactos positivos ao meio, apenas mitigar e evitar os impactos existentes.

Além disso, não se percebe uma preocupação com a quantidade ou a fonte de energia necessária para exercer essas atividades, diferentemente da EC, que promove o uso de fontes renováveis, em especial o sol, em consonância com a sua concepção de ser restaurativa e regenerativa por princípio.

4.9. Cleaner Production

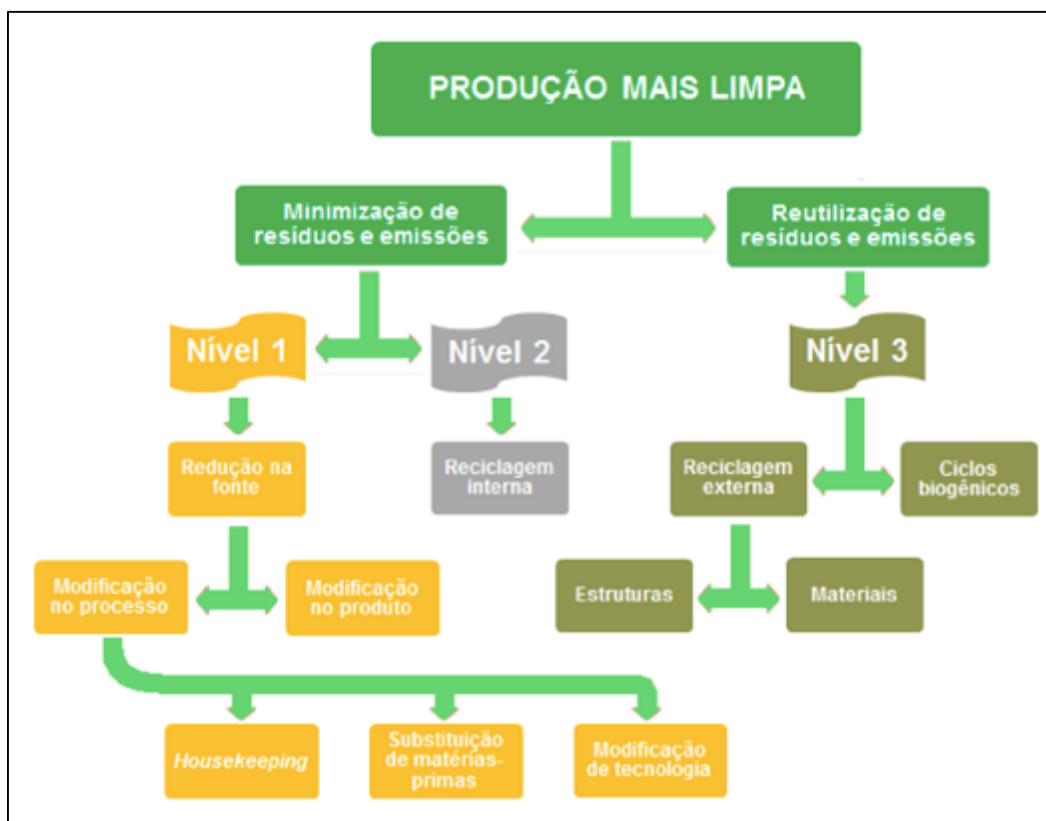
A Produção mais Limpa (P+L) é uma ferramenta que tem por objetivo reduzir os desperdícios no processo produtivo (minimizando os custos do mesmo), atender às legislações ambientais vigentes e promover o tratamento correto dos resíduos gerados, em uma metodologia de melhoria contínua (OLIVEIRA NETO et al., 2015).

No modelo circular, a diminuição do consumo de recursos, das emissões de poluentes e do uso de energia são incentivadas, a fim de se alcançar ciclos fechados. No entanto, a adoção dessa abordagem tem sido limitada no que tange novos modelos de negócio e estratégias para alcançar a circularidade nos processos produtivos. Sendo assim, a P+L é uma ferramenta preparatória para a transição para a Economia Circular (SOUZA-ZOMER et al., 2017).

Para alcançar os objetivos da P+L, é importante a implantação de um sistema de gestão ambiental, que crie oportunidades nos processos produtivos analisados, por meio da eliminação de tóxicos, redução dos resíduos gerados, design para a desmontagem, reutilização e remanufatura de produtos e reciclagem dos materiais (OLIVEIRA NETO et al., 2015).

Fagundes, Silva e Mello (2014) sistematizam, na Figura 18, uma sequência lógica de ações a serem seguidas pela P+L, com ênfase na priorização de técnicas que permitam a redução do uso de energia, recursos e emissão de poluentes (Nível 1), para, depois, trabalharem com a reciclagem dos materiais (Nível 2 e 3).

Figura 18: Abordagem esquemática da Produção mais Limpa.



Fonte: Fagundes, Silva e Mello (2014).

A P+L tem sido implementada com sucesso em diversas tipologias industriais e em países de diferentes contextos geográficos e culturais, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais (SILVA et al., 2013).

Contudo, essa ferramenta enfrenta problemas que prejudicam seu desenvolvimento, dentro do escopo de melhora contínua, assim como sua continuidade.

Pode-se citar, por exemplo, a falta de uma abordagem sistêmica da P+L, que também é uma limitação para a integração completa ao escopo da Economia Circular. A Produção mais Limpa é, geralmente, inserida em programas exclusivos dos departamentos ambientais de empresas e indústrias, limitando a abrangência das suas atividades, as oportunidades criadas pela ferramenta e, até mesmo, criando resistências internas à mudança, associadas a comunicação falha entre departamentos e colaboradores.

Ademais, um dos princípios essenciais da EC, a construção de um meio regenerativo, não é contemplado pela Produção mais Limpa. A ferramenta se preocupa com a não-geração ou mitigação dos impactos ambientais, mas não busca construir e incentivar forças que promovam mudanças positivas no meio.

4.10. Life Cycle Assessment

A ISO 14.040 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2009) define a Avaliação do Ciclo de Vida como:

“Compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida”.

A Avaliação do Ciclo de Vida possibilita que organizações enxerguem e incluam toda a cadeia de produto nas suas estruturas de gestão ambiental, processos de inovação e de solução de problemas ambientais. Desta forma, ela se torna uma importante técnica de apoio a decisão e desenvolvimento na direção da sustentabilidade (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005).

A identificação dos aspectos ambientais e caracterização dos impactos associados permitem eliminar as fontes de poluição na fonte, otimizar o uso de recursos, como matéria prima e energia, realizar comparações entre produtos e processos e auxiliar as tomadas de decisão em gestão ambiental empresarial e políticas públicas (SADHUKHAN; NG; HERNANDEZ, 2014).

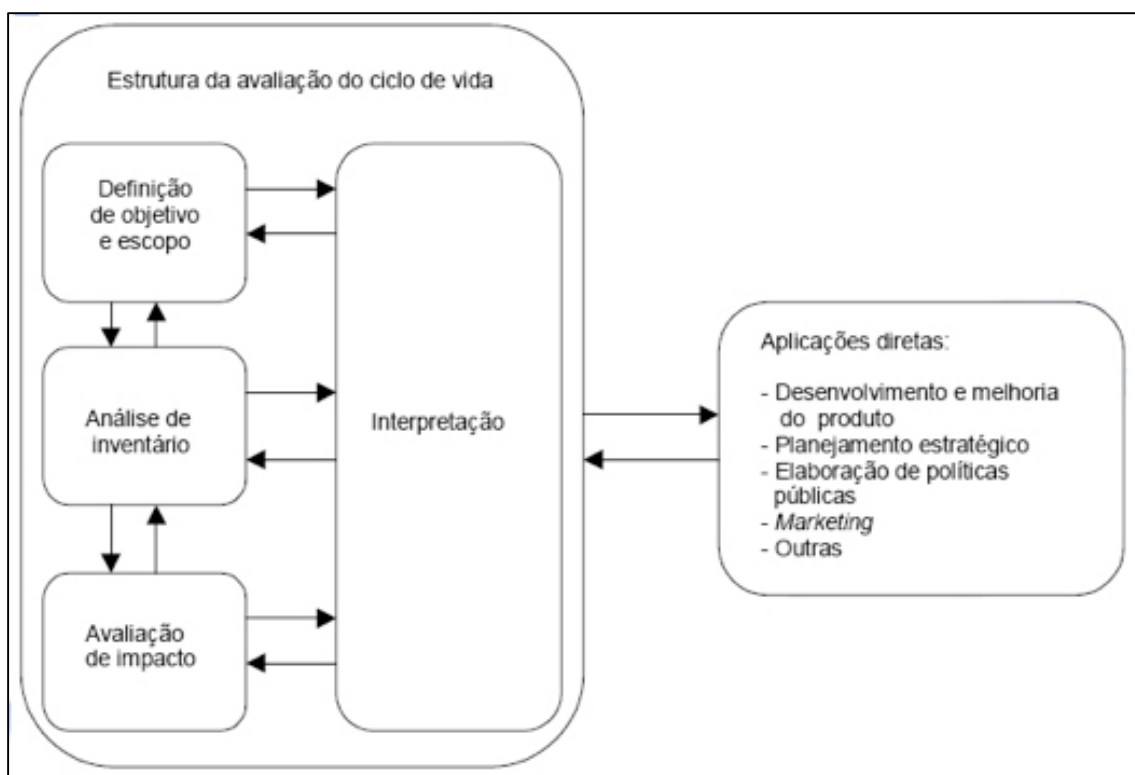
A metodologia proposta pela ACV (ABNT, 2009) inclui quatro fases:

- Definição do Objetivo e Escopo – dentre outras coisas, é a fase que aponta o uso pretendido do estudo, a função e unidade funcional do produto e define as fronteiras do sistema de produto, ou seja, quais processos serão avaliados;

- Análise de Inventário – nesta fase as entradas e saídas dos processos são estabelecidas e os fluxos elementares e de produto determinados;
- Avaliação de Impacto – fase que identifica os impactos potenciais, dentro das categorias analisadas, e as caracteriza; e,
- Interpretação – esta fase está presente durante toda a metodologia da ACV, mas ela é responsável também por apresentar recomendações relacionadas a novas iterações necessárias e, posteriormente, tomada de decisões.

A figura 19 representa a metodologia da ACV.

Figura 19: Fases da ACV.



Fonte: ABNT (2009).

A ACV tem uma abordagem *cradle to grave*, que destoa da abordagem da Economia Circular (*cradle to cradle*), a partir do momento que ela assume a existência de descarte, não de um ciclo fechado. Entretanto, a principal divergência em relação ao modelo circular é no foco em processos que a avaliação do ciclo de vida possui, em detrimento da visão sistêmica da EC.

Outra limitação é a omissão de demais fatores além da abordagem ambiental, como os aspectos sociais e econômicos.

5. Resultados e Discussões

A Economia Circular propõe integrar as questões ambientais ao âmago das organizações, criando relações construtivas entre crescimento econômico e sistemas ecológicos. Desta forma, entender os princípios relacionados à EC e como eles permitem expandir as fronteiras da sustentabilidade a fim de alcançar sistemas eficientes e cíclicos é essencial (NASIR et al., 2017).

As Escolas de Pensamento, aqui analisadas, apoiam a mudança dos princípios que guiam a Economia Circular, contribuindo como base teórica, além de modelos e ferramentas de implementação, proporcionando mais valor aos recursos, por mais tempo, e disponibilizado a mais organismos.

A RBS realizada teve como objetivo elencar as tendências de pesquisa relacionando a EC às suas escolas de pensamento, a partir da identificação dos principais trabalhos no meio, permitindo especificar as possibilidades que permeiam a produção científica nesse tema.

Os resultados expostos estão segmentados em três partes. Inicia-se com a apresentação dos dados quantitativos, ou seja, as informações referentes ao número de publicações encontradas em cada uma das três pesquisas (A, B e C), a distribuição de publicações por ano e periódico e comparações entre as escolas de pensamento. A segunda parte refere-se a análise qualitativa dos artigos resultantes do Filtro 3, a partir da qual observa-se tendências na implementação da EC, barreiras e fatores facilitadores e observações provenientes dos estudos de caso identificados pela Pesquisa C. Por fim, são apresentadas as considerações e limitações da pesquisa, já abordadas brevemente pela metodologia, mas que são importantes para a compreensão dos resultados.

5.1. Análise quantitativa

A título de curiosidade e comparação, buscou-se quantos resultados seriam encontrados no *Web of Science* com a *string* “*Circular Economy*”. Essa pesquisa foi realizada em 25 de setembro de 2017 e teve como retorno 1.442 resultados, dos quais 555 estão na forma de artigos. Esse número não passou por nenhum processo de filtragem ou análise, mas ilustra a relevância e expansão de um tema relativamente recente e pode, também, servir como referência para os resultados obtidos no presente estudo.

Totalizando todas as entradas referentes às pesquisas A e B, 131 artigos foram catalogados, já excluindo os resultados repetidos. A Tabela 1 apresenta todos os valores referentes às pesquisas preliminares e também os resultados dos Filtros 1, 2 e 3.

Em números gerais, a Pesquisa A retornou 14 artigos na busca preliminar, com apenas uma das *strings* utilizadas. Destes 14 artigos, quatro foram excluídos no primeiro filtro (análise de título, resumo e palavras chave). Dos dez artigos resultantes, dois foram desconsiderados no Filtro 2 (análise da introdução e da conclusão) e mais dois no Filtro 3 (análise do artigo completo). As exclusões ocorreram quando os artigos não correspondiam ao tema e objetivos da pesquisa.

Já a Pesquisa B resultou em 142 artigos na busca preliminar, divididos entre os dez temas de estudo, sete escolas de pensamento e três ferramentas abordadas. Ao final da aplicação do Filtro 3, somaram 76 artigos. O tema que obteve mais resultados, da busca preliminar ao Filtro 3, foi a Ecologia Industrial (*Industrial Ecology*), seguida de perto pelo tema da Avaliação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment*), enquanto que os temas de menor retorno foram *Blue Economy* e *Natural Capitalism*. A aplicação dos filtros seguiu o mesmo critério estabelecido para a Pesquisa A.

Tabela 1: Resumo das buscas referentes às Pesquisas A e B.

Data	String de busca	Web of Science																				
		Preliminar					Filtro 1					Filtro 2					Filtro 3					
		Journal of Cleaner Production	Resources, Conservation & Recycling	Journal of Industrial Ecology	Outros	Total	Journal of Cleaner Production	Resources, Conservation & Recycling	Journal of Industrial Ecology	Outros	Total	Journal of Cleaner Production	Resources, Conservation & Recycling	Journal of Industrial Ecology	Outros	Total	Journal of Cleaner Production	Resources, Conservation & Recycling	Journal of Industrial Ecology	Outros	Total	
Pesquisa A	15/09/17	"Circular Economy" and "school of thought"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	15/09/17	"Circular Economy" and "foundation"	2	2	3	7	14	2	2	3	3	10	1	1	3	3	8	1	0	3	2	6
	15/09/17	"Circular Economy" and "fundaments"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cradle to Cradle	15/09/17	("Circular Economy" AND "Cradle to Cradle")	1	2	1	7	11	1	1	1	5	8	1	1	1	4	7	1	1	1	4	7
Performance Economy	15/09/17	("Circular Economy" AND ("Performance Economy" OR "Servitization" OR "PSS" OR "Clos* Loops"))	1	0	2	5	8	1	0	2	4	7	1	0	2	3	6	1	0	1	3	5
Biomimicry	15/09/17	("Circular Economy" AND "Biomimicry")	0	0	1	2	3	0	0	1	2	3	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2
Industrial Ecology	15/09/17	("Circular Economy" AND "Industrial Ecology")	10	0	31	16	57	7	0	29	13	49	5	0	17	7	29	5	0	15	6	26
Natural Capitalism	15/09/17	("Circular Economy" AND "Natural* Capitalism")	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
Blue Economy	15/09/17	("Circular Economy" AND "Blue Economy")	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regenerative Design	15/09/17	("Circular Economy" AND "Regenerative Design")	1	0	0	2	3	1	0	0	2	3	1	0	0	1	2	1	0	0	1	2
Reverse Supply Chain Management	15/09/17	("Circular Economy" AND "Reverse Supply Chain Management")	0	0	1	7	8	0	0	1	6	7	0	0	1	4	5	0	0	0	4	4
Cleaner Production	15/09/17	("Circular Economy" AND "Cleaner Production")	10	0	1	4	15	7	0	1	4	12	2	0	0	3	5	1	0	0	3	4
Life Cycle Assessment	15/09/17	("Circular Economy" AND "Life Cycle Assessment" AND "LCA")	10	3	3	17	33	10	3	3	17	33	8	3	3	13	27	7	2	3	13	25
Total			156					134					92					82				
Total sem repetições			131					111					77					68				

Fonte: Autor.

A Pesquisa C foi realizada concomitantemente ao Filtro 3, a partir da identificação de estudos de caso apresentados, ou não, pelos artigos previamente selecionados. A Tabela 2 ilustra os resultados obtidos.

Tabela 2: Resumos dos resultados referentes à Pesquisa C.

		Web of Science	
		Data	Resultados
Pesquisa C	Cradle to Cradle	21/set	4
	Performance Economy	21/set	3
	Biomimicry	21/set	1
	Industrial Ecology	21/set	18
	Natural Capitalism	22/set	0
	Blue Economy	22/set	0
	Regenerative Design	22/set	1
	Reverse Supply Chain Management	22/set	3
	Cleaner Produccion	22/set	4
	Life Cycle Assesmente	22/set	21
Total			55

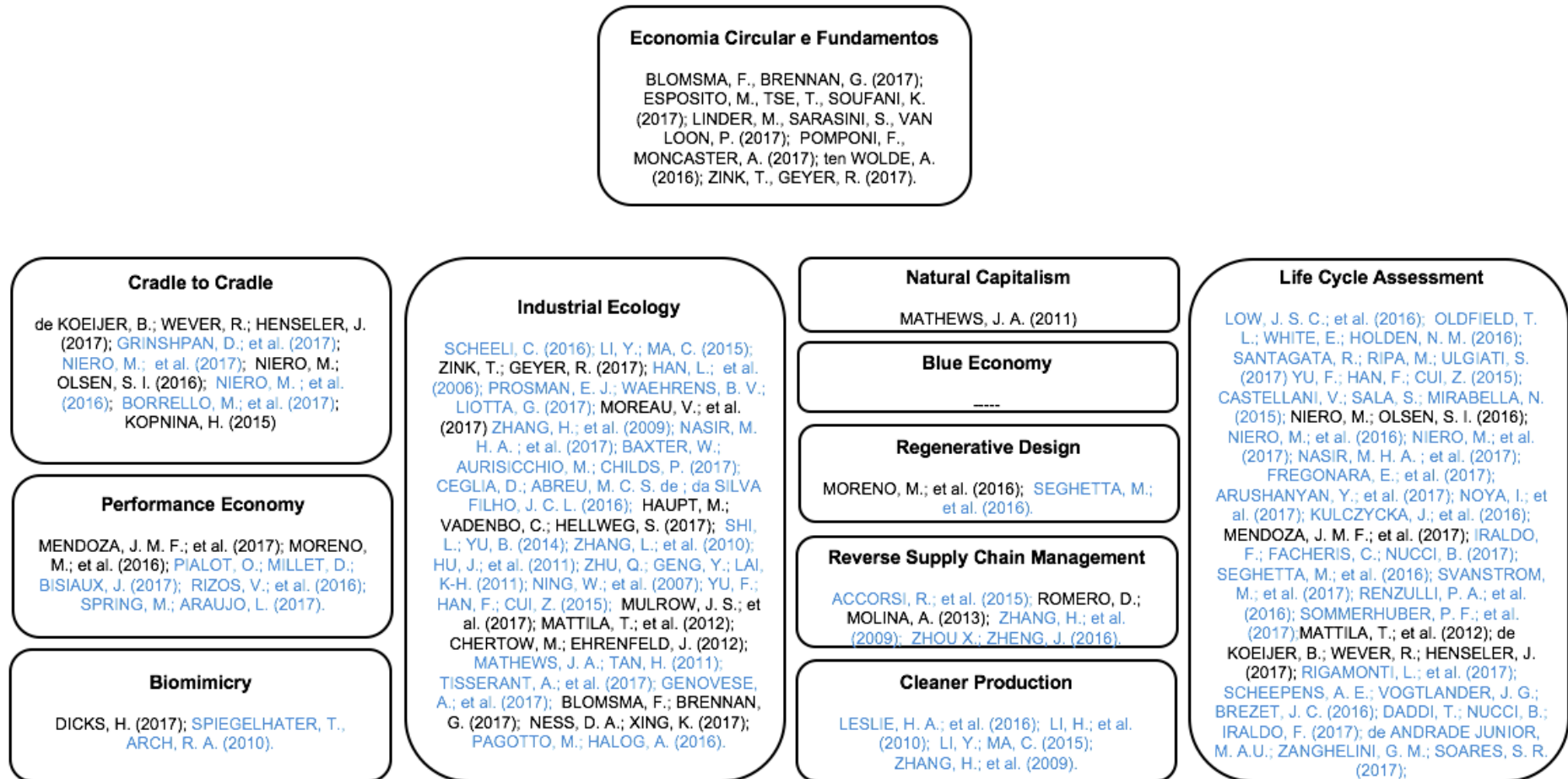
Fonte: Autor.

Da mesma forma que a Pesquisa B, a maior parte dos estudos de caso identificados é referente aos temas Ecologia Industrial (*Industrial Ecology*) e Avaliação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment*), sendo que, desta vez, o segundo apresenta mais resultados. Os demais temas apresentam poucos estudos de caso, comparativamente, sendo que, pela metodologia adotada, não se encontrou nenhum estudo de caso relacionado ao *Natural Capitalism* e *Blue Economy*.

A Figura 20 apresenta os resultados das três pesquisas, após a aplicação do Filtro 3, identificando os autores e ano de cada um dos artigos catalogados e analisados. Os artigos representados em azul são aqueles que são, também, estudos de caso (Pesquisa C).

Os apêndices A, B, C e D apresentam as informações completas dos artigos (autor(es), título, ano e periódico de publicação e DOI), devidamente identificados à Pesquisa ao qual são relacionados.

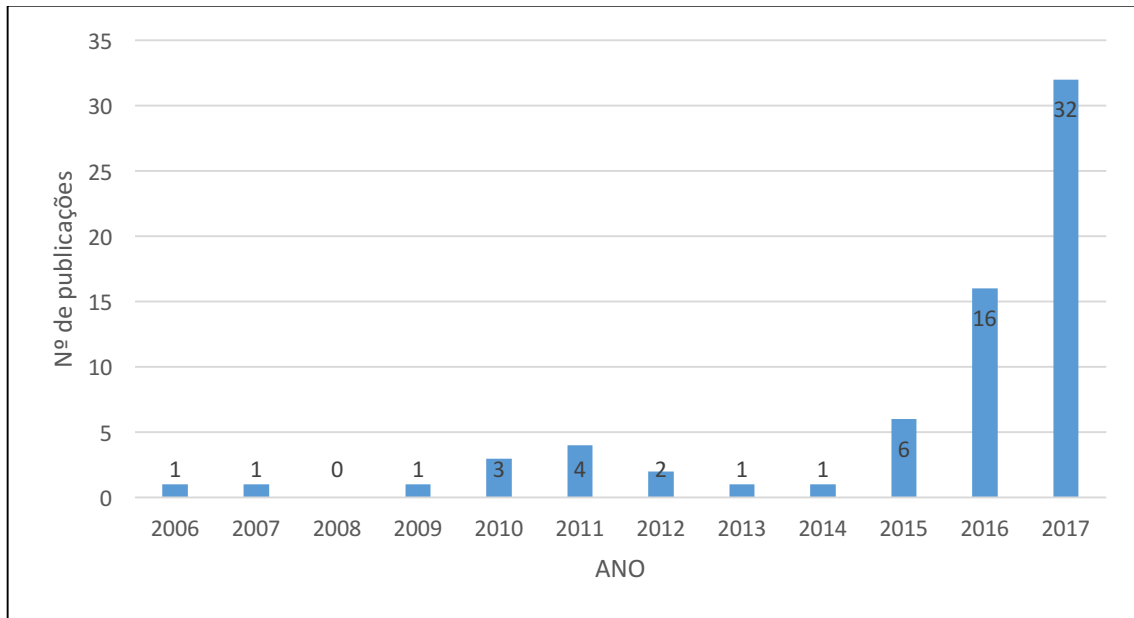
Figura 20: Diagrama dos resultados obtidos pela RBS (Pesquisas A, B e C).



Fonte: Autor.

Os 68 artigos resultantes do último filtro (Pesquisas A e B) foram também separados por ano e a distribuição das publicações ao longo do tempo está ilustrada na Figura 21.

Figura 21: Distribuição temporal de publicações referentes às Pesquisas A e B.



Fonte: Autor.

Apesar de a Fundação Ellen MacArthur, atualmente maior divulgadora dos princípios e iniciativas sobre Economia Circular, ter surgido apenas em 2010, esse modelo é abordado, principalmente na China, desde meados da década de 1990, o que explica as publicações, mesmo que escassas, anteriores a 2010.

No entanto, a grande maioria das publicações (79%) é datada dos últimos três anos, 2015 (9%), 2016 (23%) e 2017 (47%), demonstrando a importância que a Economia Circular tem e vem conquistando no cenário científico e acadêmico mundial. É inegável que o tema tem ganhado a atenção de governantes, gestores e grandes corporações, principalmente desde a divulgação do relatório do Fórum Econômico Mundial, em 2014, que promove e apresenta os benefícios associados à EC. Desta forma, a academia busca acompanhar essa tendência, na ânsia de compreender esse novo modelo, buscar formas e implementação, métricas e indicadores de quantificação e oportunidades de pesquisa e desenvolvimento.

Universidades, associadas ou não à Fundação Ellen MacArthur, têm incluído a Economia Circular nas suas grandes curriculares e linhas de pesquisa, organizações têm

se envolvido cada vez mais com o modelo circular, inspiradas por casos de sucesso que vêm surgindo aos poucos, países e blocos já começam a estabelecer metas relacionadas à EC, demonstrando que muito ainda será desenvolvido nessa linha de pesquisa.

No ambiente científico e acadêmico, um fator importante é o meio de veiculação dos artigos publicados. A tabela 3 apresenta a distribuição dos artigos resultantes da RBS por periódico.

Tabela 3: Distribuição dos artigos por periódico (Pesquisas A e B).

Periódicos	Ano												Total	% da amostra
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
<i>13th International Conference on Service Systems and Service Management</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1%
<i>Applied Energy</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Buildings</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Chinese Geographical Science</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1%
<i>Collaborative Systems for Reindustrialization</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1%
<i>Energies</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Energy</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1%
<i>Environment Development and Sustainability</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1%
<i>Environmental International</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1%
<i>Environmental Science and Pollution Research</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1%
<i>Futures</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1%
<i>Industrial Marketing Management</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Integrated Environmental Assessment and Management</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1%
<i>International Journal of Life Cycle Assessment</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>International Journal of Production Economics</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Journal of Agricultural & Environmental Ethics</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Journal of Cleaner Production</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	6	4	14	21%
<i>Journal of Environmental Management</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3%
<i>Journal of Industrial Ecology</i>	0	1	0	0	0	2	2	0	0		1	12	18	26%
<i>Journal of Transport Geography</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1	1%
<i>Omega</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1%
<i>Packaging Technology and Science</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1%
<i>Resources Conservation and Recycling</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3%
<i>Science of the Total Environment</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1%
<i>Sustainability</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	5	7%
<i>Sustainability Science</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1%
<i>Sustainable Chemistry and Pharmacy</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>The Sustainable City VI</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1%
<i>Thunderbird International Business Review</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Waste Management & Research</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
<i>Water Science and Technology</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
Total	1	1	0	1	3	4	2	1	1	6	16	32	68	100%

Fonte: Autor.

No total, os 68 artigos foram publicados em 32 periódicos distintos, sendo que em 27 deles havia apenas uma publicação, cada, da amostra analisada. Enquanto isso, os periódicos *Journal of Industrial Ecology* e *Journal of Cleaner Production* concentraram 18 (26%) e 14 (21%) publicações, respectivamente.

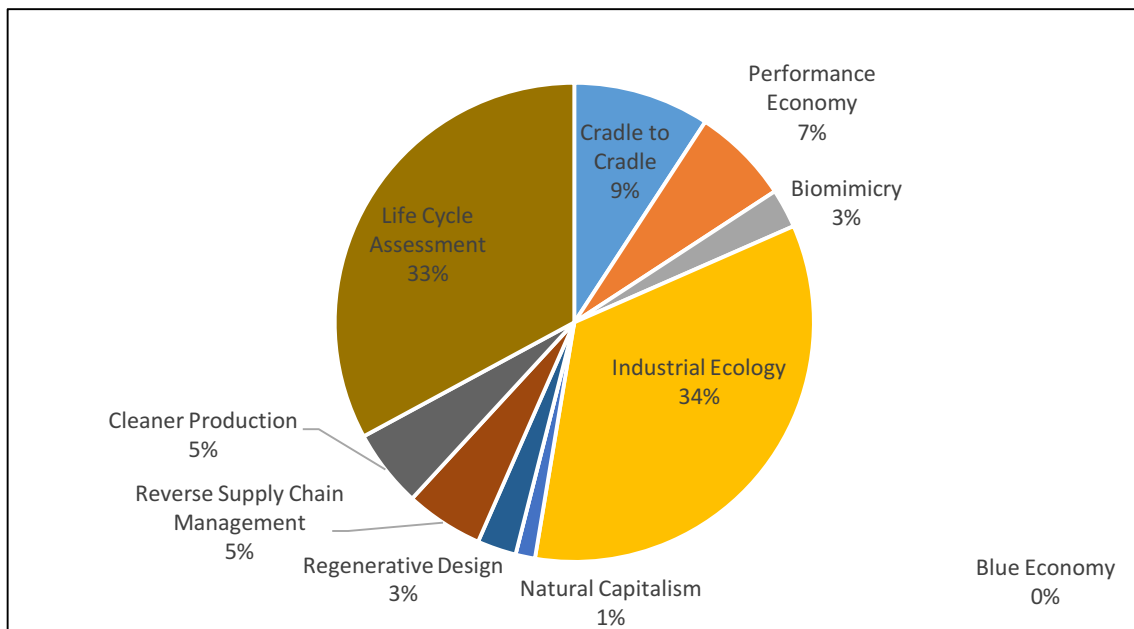
O *Journal of Industrial Ecology*, como já foi abordado, está associado à *Yale University* e tem como objetivo incentivar a compreensão e prática da Ecologia Industrial, incluindo temas como fluxos de materiais e energia, processos produtivos, economia mundial, dentre outros.

O *Journal of Cleaner Production* também é um periódico internacional, cujo foco está na pesquisa e práticas relacionadas à Produção mais Limpa, Meio Ambiente e Sustentabilidade nos mais diferentes meios, como corporações, instituições de ensino e governos. Seu objetivo está no apoio à construção e estabelecimento de comunidades mais sustentáveis.

A partir do apêndice B é possível relacionar os artigos catalogados de cada escola de pensamento e ferramenta abordada (Pesquisa B) ao meio de publicação, periódico.

Tratando apenas da Pesquisa B, a distribuição de artigos por escola de pensamento e ferramentas é apresentada na Figura 22.

Figura 22: Distribuição de artigos por escola de pensamento/ferramenta (Pesquisa B).



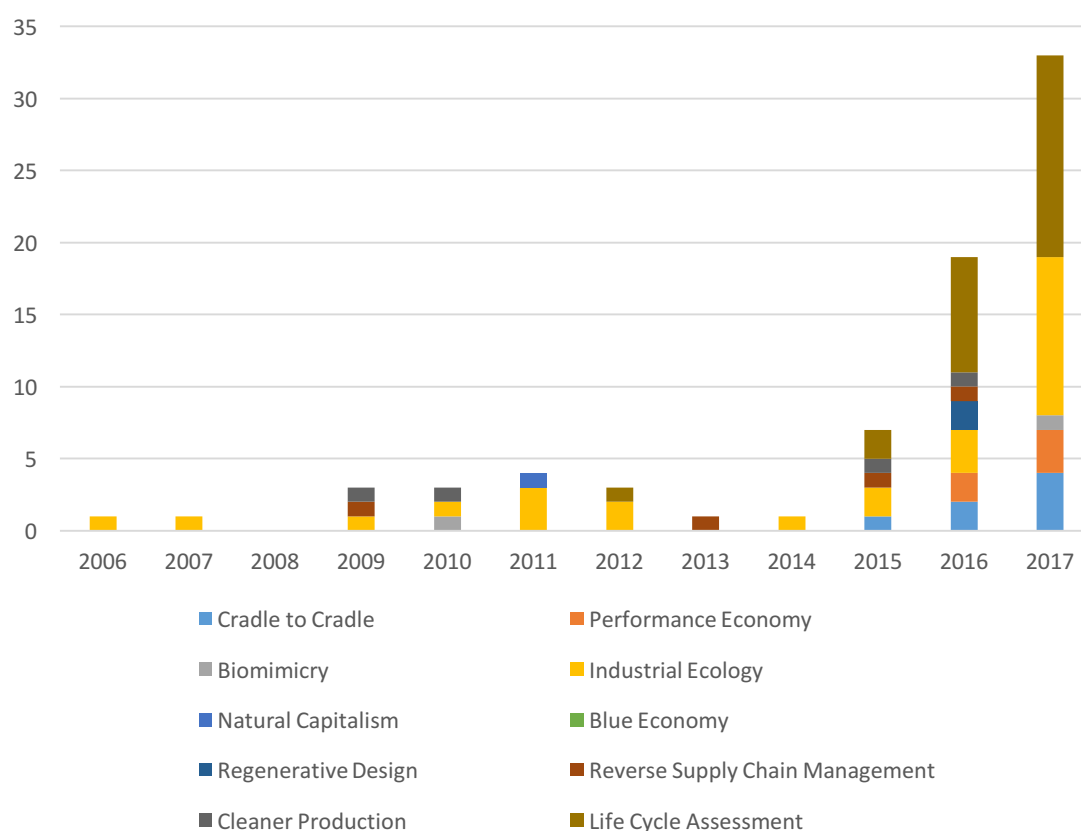
Fonte: Autor.

Das escolas de pensamento elencadas pela EMF a ordem decrescente de distribuição dos artigos é: *Industrial Ecology* (34%), *Cradle to Cradle* (9%), *Performance Economy* (7%), *Biomimicry* (3%) e *Regenerative Design* (3%), *Natural Capitalism* (1%) e *Blue Economy* (0%). Das outras três ferramentas analisadas, a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) deteve 33% dos artigos catalogados, e tanto *Cleaner Production* como *Reverse Supply Chain Management* representaram 5% dos artigos relacionados.

Estes resultados validam a importância que essas três ferramentas são dadas à fundamentação e implementação da Economia Circular no meio científico, sendo mais associadas ao modelo circular que algumas de suas escolas de pensamento. A análise qualitativa traz reflexões e explorar os possíveis motivos por trás destes resultados.

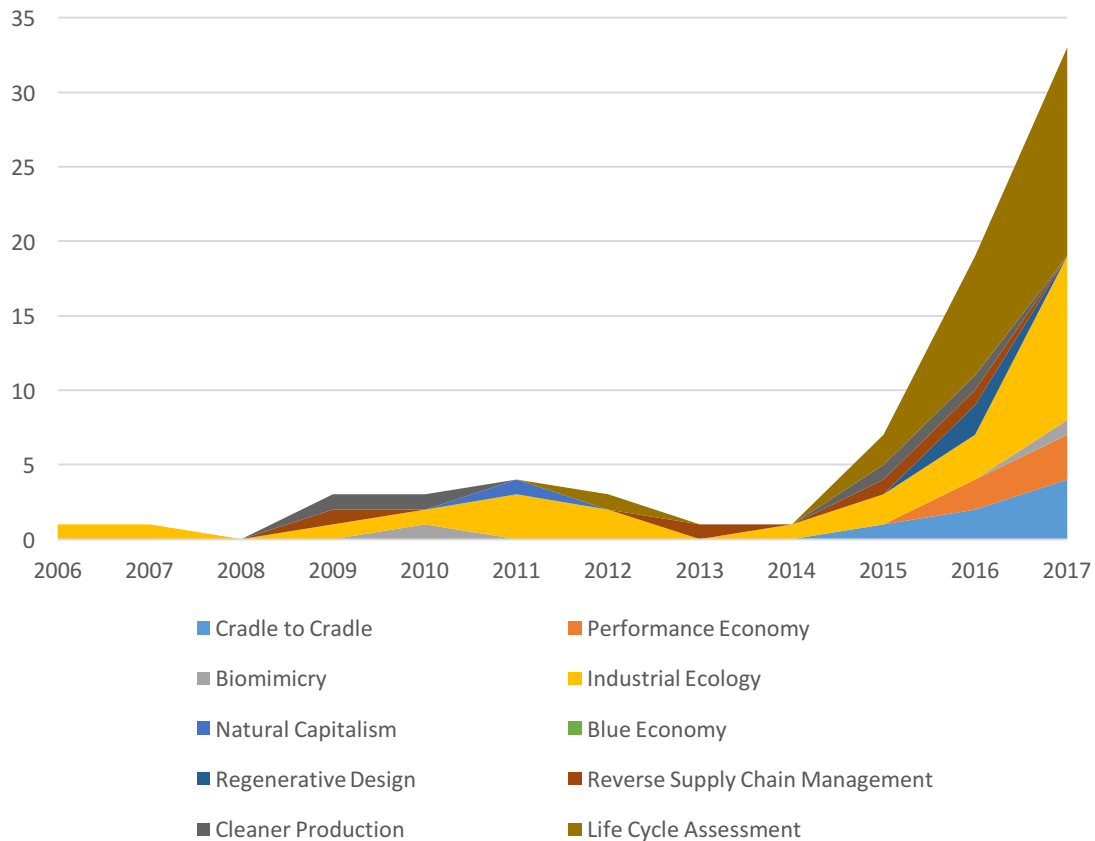
Além da distribuição por tema de pesquisa, as Figuras 23 e 24 trazem a distribuição temporal dos artigos analisados.

Figura 23: Distribuição temporal das publicações por tema (Pesquisa B).



Fonte: Autor.

Figura 24: Dispersão temporal das publicações por tema (Pesquisa B).



Fonte: Autor.

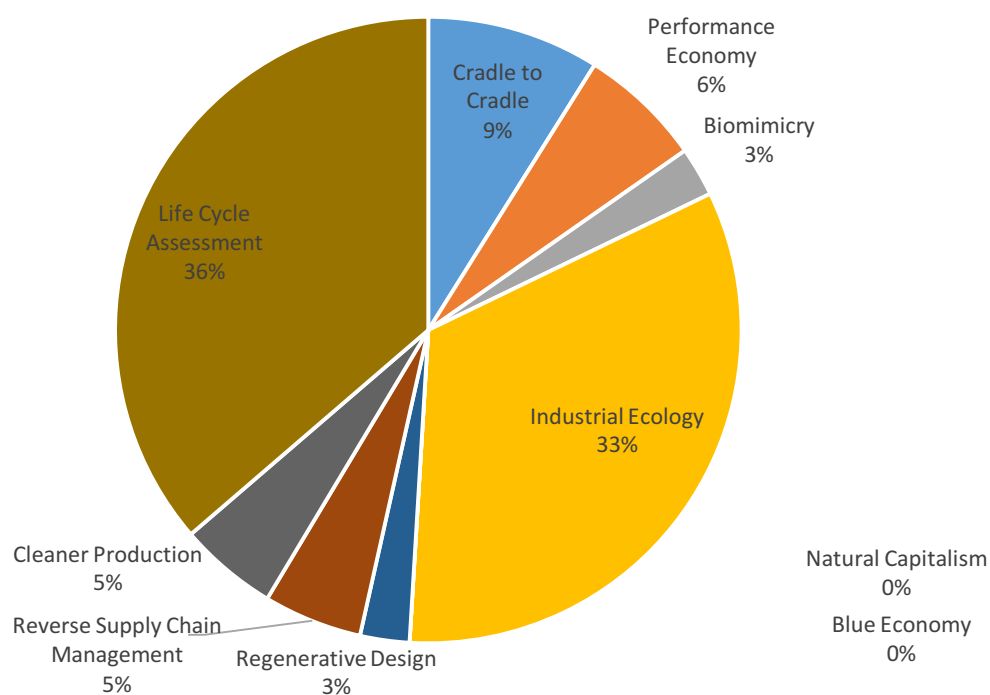
Como boa parte dos artigos analisados no primeiro gráfico (Figura 21) são referentes à Pesquisa B, manteve-se o mesmo modelo de distribuição, no qual grande parte das publicações foram realizadas nos anos de 2015, 2016 e 2017. No entanto, os diferentes padrões de distribuição das escolas de pensamento e ferramentas merecem destaque.

A Ecologia Industrial (*Industrial Ecology*) é a escola que possui produções mais bem distribuídas ao longo do tempo, com, pelo menos, um artigo publicado por ano entre 2006 e 2017, com exceção de 2008 e 2013. Um fator contribuinte para tais resultados é a existência de incentivos legislativos e governamentais na China, lançados quase que concomitantemente, que tratam da Ecologia Industrial e da Economia Circular no país, principalmente no estabelecimento de eco parques industriais, incentivando a produção científica e documentação de estudos de caso (HAN et al., 2006). Este fato é discutido, em seguida, na análise qualitativa.

Já o *Cradle to Cradle* e *Performance Economy* têm publicações concentradas apenas nos últimos três anos, indicando que as duas escolas de pensamento ainda estão sendo consolidadas, o que é justificado por serem propostas recentes, que surgiram no século XXI. A Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) também tem uma alta concentração de publicações nos últimos anos, 2016 e 2017, principalmente por ser utilizada como método de avaliação e indicador de circularidade nesse novo modelo econômico, fator que também é abordado na análise qualitativa.

Quanto aos estudos de caso (Pesquisa C), provenientes dos artigos catalogados e analisados na Pesquisa B, a distribuição de publicações por escolas de pensamento e ferramentas é ilustrada pela Figura 25.

Figura 25: Distribuição de artigos por escola de pensamento/ferramenta (Pesquisa C).



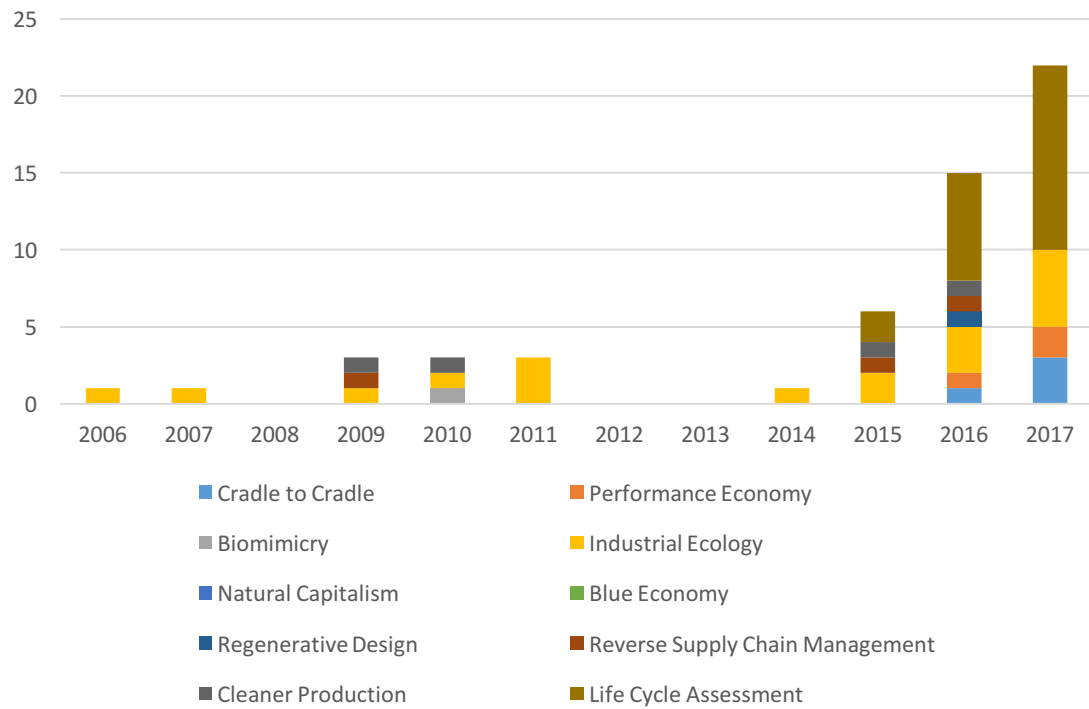
Fonte: Autor.

A proporção dos estudos de caso na Pesquisa C é muito próximo da distribuição de artigos por escola de pensamento e ferramentas da Pesquisa B, merecendo o destaque para o retorno de nenhum estudo de caso referente ao *Natural Capitalism* e ao fato de a Avaliação de Ciclo de Vida (LCA) apresenta mais estudos que caso que a Ecologia Industrial (*Industrial Ecology*).

Como mencionado anteriormente, a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) é altamente utilizada como indicador de Economia Circular, tanto para analisar se o modelo é vantajoso quanto para calcular o grau de circularidade de um produto ou processos.

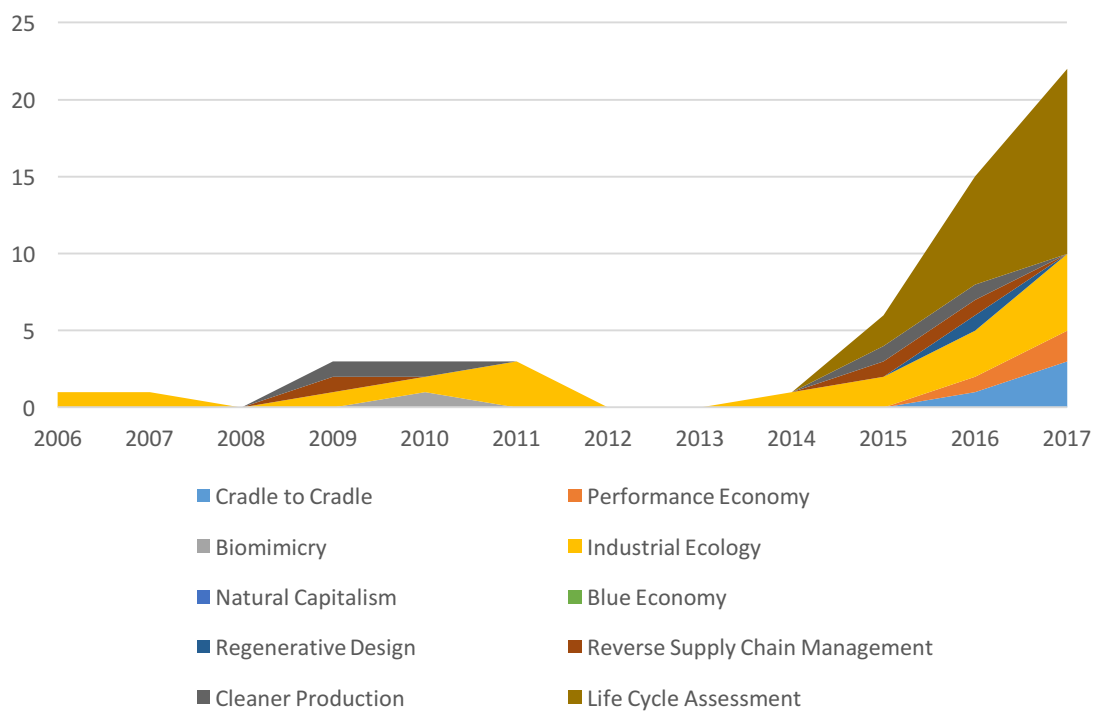
As Figuras 26 e 27 apresentam as distribuições temporais, em função das escolas de pensamento ou ferramentas, dos artigos da Pesquisa C.

Figura 26: Distribuição temporal das publicações por tema (Pesquisa C).



Fonte: Autor.

Figura 27: Dispersão temporal das publicações por tema (Pesquisa C).



Fonte: Autor.

Os resultados referentes aos estudos de caso apresentam os mesmos padrões observados na Pesquisa B, com a concentração de conceitos mais recentes nos últimos três anos e a distribuição de casos aplicando a Ecologia Industrial à Economia Circular ao longo do período analisado.

5.2. Análise qualitativa

O Filtro 3, caracterizado pela avaliação dos artigos completos, foi utilizado não apenas para a seleção destes artigos correspondentes aos critérios da RBS e objetivos do estudo, mas também para analisar as produções catalogadas, compreender o processo de formação da Economia Circular, a contribuição das escolas de pensamento na sua implementação e mudança dos princípios e identificar e analisar os estudos de caso apresentados.

Este tópico será dividido em quatro partes. A primeira é dedicada a apresentar os fatores facilitadores e limitadores para a implementação da Economia Circular, identificados pelos artigos analisados, assim como a abordagem dos mesmos em relação

a mudança de princípios necessária para a transição do modelo linear para o modelo circular. Posteriormente, uma análise individual dos tópicos das Pesquisas A e B (fundamentos da economia circular, escolas de pensamento e ferramentas) é realizada. A terceira parte corresponde à análise dos estudos de caso catalogados pela Pesquisa C. Concluindo, é realizada uma síntese e análise crítica dos resultados obtidos.

5.2.1. A transição para a Economia Circular

O modelo circular propõe uma ruptura dos valores e princípios atualmente vigentes, com consequências para as dinâmicas de mercado, como mudanças nos padrões de produção e consumo e novos modelos de negócio. Os textos analisados refletem sobre o processo de transição para a Economia Circular, destacando preocupações referentes a esse novo modelo, oportunidades existentes e desafios a serem superados.

Um das barreiras mais citadas nos artigos é como engajar os consumidores (usuários) neste novo modelo e como provocar a mudança de *mindset* necessária, não apenas por parte dos consumidores, mas também tomadores de decisão, tanto na esfera governamental quanto na empresarial (BORRELLO et al., 2017; KOPNINA, 2015; PIALOT; MILLET; BISIAUX, 2017; RIZOS et al., 2016; SPRING; ARAUJO, 2017).

Intimamente relacionado a essa problemática, e igualmente destacado pelos artigos analisados, é a limitação e dificuldade de comunicação entre os stakeholders envolvidos nos modelos circulares (CEGLIA; ABREU; SILVA FILHO, 2016; HAUPT; VADENBO; HELLWEG, 2017; PROSMAN; WAEHRENS; LIOTTA, 2017; ZHU; GENG; LAI, 2011). O modelo linear vigente é pautado em estratégias de negócio que requerem, ou incentivam, a manipulação e concentração de informações sobre produtos e processos produtivos, no entanto, para que diferentes atores atuem em conjunto em prol da circularidade, a transparência é fundamental para o sucesso dos novos negócios, sendo mais uma ruptura a ser trabalhada.

O fato de a Economia Circular ser um conceito complexo, abrangendo várias temáticas e fundamentos, é abordado por Linder, Sarasini e Van Loon (2017) como uma barreira no momento de identificar se a transição está sendo realizada de forma efetiva e eficiente, criar indicadores e medir a circularidade dos processos.

A falta de apoio governamental, incentivos financeiros e pesquisas voltadas à prática também é criticada por Ten Wolde (2016), que justifica que as organizações, principalmente empreendimentos de pequeno e médio porte, não são capazes de, por si

só, realizarem a transição para a Economia Circular. Outra carência de desenvolvimento científico e pesquisa está nos desafios que o modelo circular apresenta para os sistemas sociais e políticos, já que ele representa mudanças capazes de causar grandes perturbações na ordem vigente destes sistemas (MOREAU et al., 2017; POMPONI; MONCASTER, 2016).

Por fim, aspectos técnicos também levantam preocupações por parte dos autores, como a dificuldade de circulação de bens físicos devido a limitações de localização geográfica (PROSMAN; WAEHRENS; LIOTTA, 2017) e o fato de tecnologias de suporte ao modelo circular, como geração e armazenamento de energia renovável e processos de reciclagem, ainda não estarem completamente desenvolvidos (BAXTER; AURISICCHIO; CHILDS, 2017).

Algumas das barreiras identificadas acima foram, em alguns casos, ultrapassadas e passaram a se transformar em facilitadores para a transição na direção do modelo circular. Zhang, Yuan e Zhang (2010) e Ten Wolde (2016), defendem a importância da participação do governo na adequação à Economia Circular, integrando processos legais com os incentivos a companhias inovadoras. Haupt, Vadenbo e Hellweg (2017) ressaltam a relevância do estabelecimento de metas que almejem a transição para a EC, como já vem acontecendo recentemente na União Europeia e, há poucas décadas, na China. Este país é apontado como um referencial de envolvimento governamental, por meio do estabelecimento de legislações pertinentes e programas de financiamento, na caminhada na direção desta nova tendência (HAN et al., 2006).

Outra limitação que, se bem trabalhada, pode se tornar oportunidade e facilitador é o gap tecnológico entre os recursos hoje disponíveis e aqueles necessários para garantir a circularidade no novo modelo econômico, criando espaço e conjuntura para inovações técnicas, científicas e de mercado (BAXTER; AURISICCHIO; CHILDS, 2017; ROMERO e MOLINA, 2013; SCHEELI, 2016).

Os novos modelos e estratégias de negócio são grandes geradores das mudanças para a implementação da EC (BORRELLO et al., 2017; ESPOSITO; TSE; SOUFANI, 2017; PIALOT; MILLET; BISIAUX, 2017; ROMERO; MOLINA, 2013; SCHEELI; 2016; SPRING; ARAUJO, 2017;), criando oportunidades que rompem com o modelo linear, oferecendo novos produtos e serviços que conquistam consumidores, abrem portas no mercado e permitem agregar valor àqueles produtos que já foram processados e estão em circulação (ESPOSITO; TSE; SOUFANI, 2017).

A partir da conquista de benefícios ambientais oriundos da Economia Circular, como a regeneração do meio, principalmente quando atrelados ao crescimento econômico, tal qual o modelo sugere, mais organizações, comunidades, países e blocos buscam e se inspiram no modelo circular, criando uma dinâmica de feedback positivo (MATHEWS, 2011; SCHEELI, 2016; SHI; YU, 2014; SPIEGELHATER; ARCH, 2010).

Alimentando essa dinâmica está a Internet das Coisas, que permite a integração de localidades geograficamente espaçadas e a conexão entre stakeholders, e facilita o processo de circularidade (SPRING; ARAUJO, 2017).

Além do mais, um dos grandes diferenciais e principais facilitadores da implementação da Economia Circular apoia-se na intensa integração entre as instituições governamentais, corporações, e demais organizações, e a academia, que juntos trabalham para tornar esse processo mais tangível, aplicável e eficiente (RIZOS et al., 2016).

Tratando-se dos princípios que movem o modelo circular, em si, apesar de muitos artigos abordarem de maneira mais subjetiva e discreta a importância deles, poucos são incisivos nas estratégias de transição e se dedicam a explorar o assunto. Das 68 publicações analisadas, apenas 16 (24%) discorrem de maneira mais clara e objetiva sobre o assunto.

A principal preocupação está na mudança de *mindset* necessária à transição para a Economia Circular, garantindo o envolvimento de consumidores e usuários, comprometimento dos produtores e incentivos por parte dos governantes (BORRELLO et al., 2017).

Romero e Molina (2013) dissertam sobre a necessidade da adoção de sistemas que provoquem mudanças estruturais nos modelos de desenvolvimento. Tais sistemas acarretam em uma visão sistemática, que além de reduzir os impactos ambientais negativos, também promovam ganhos para o conjunto.

Os novos modelos de investimento, produção e consumo, abordados por Mathews (2011) e Pialot, Millet e Bisiaux (2017) como essenciais para o sucesso da Economia Circular, além de inovadores, precisam ser, também, regenerativos e restauradores, tratando da capacidade de resiliência do meio e da geração de valor daqueles materiais e produtos que já estão em uso.

Outro fator importante nesta equação é a diversidade cultural que permeia as interações sociais, fazendo com que essa transição seja ainda mais circunstancial e complexa (MULROW et al., 2017).

Ten Wolde (2016) critica a abordagem sob a qual o consumo sustentável se fundamentou e consolidou, a partir da criação de nichos de mercado que incorporaram produtos, supostamente, ambientalmente corretos como aqueles mais caros e, conseqüentemente, disponíveis à apenas uma parcela da população. A sustentabilidade na Economia Circular é uma consequência do modelo, não uma obrigação que cria imposições, barreiras e segregações.

Além do mais, identifica-se, também, a necessidade de explorar mudanças de comportamento na esfera individual, principalmente nas pesquisas que tratam das mudanças de princípios em prol da EC (POMPONI; MONCASTER, 2016). Kopnina (2015), defende que a educação formal, principalmente, é uma boa ferramenta para atingir esse objetivo e alavancar mudanças comportamentais.

Além da abordagem restrita ao assunto, pouco se contribui com sugestões e propostas de soluções. De forma geral, os artigos tratados até então apresentam, sim, a necessidade da alteração dos princípios vigentes, mas sem suportar métodos, ferramentas e ideologias que apoiem, de forma prática, a transição. Interessantemente, Dicks (2017), tratando da biomimética, uma das escolas de pensamento da Economia Circular, sugere que a Ética, utilizando a Natureza como objeto e modelo, seja uma maneira de apoiar a transição para a EC e promover mudanças comportamentais.

5.2.2. Escolas de Pensamento e Ferramentas

Esta parcela do estudo é dedicada a indicar as contribuições das escolas de pensamento e ferramentas na construção, estabelecimento e implementação da Economia Circular.

Inicia-se com a avaliação da Pesquisa A, que apresenta artigos referentes aos fundamentos do modelo e integração das escolas de pensamento.

Pomponi e Moncaster (2016) criticam a abordagem simplificada que muitos autores dedicam ao tema, focando, muitas vezes, apenas no fluxo de materiais e técnicas tais quais a reciclagem, deixando de apresentar como o modelo circular discorre sobre efetividade sistêmica e conjuntos restaurativos, em diferentes dimensões, como a econômica, ambiental, social, tecnológica, governamental e comportamental.

As tecnologias disruptivas e novos modelos de negócio, que promovem e aceleram a Economia Circular, são resultado do conjunto de diferentes ideologias e conceitos, presentes nas escolas de pensamento, e que permitem, além da circularidade

de produtos, a integração dos meios técnicos e biológicos em maior escala, trabalhando com a capacidade recuperativa deste modelo (ESPOSITO; TSE; SOUFANI, 2017).

Esposito, Tse e Soufani (2017) chamam a atenção, também, para a necessidade de compreender e identificar novas oportunidades e mercados nesse meio, principalmente no que se refere a agregar diferentes setores, tanto industriais quanto da economia, colocando em prática o conceito de ciclos fechados e eficientes em maior escala. Segundo os autores, estas oportunidades podem estar no estabelecimento de novas políticas públicas e incentivos legais e fiscais.

O envolvimento governamental também é tema de discussão de Ten Wolde (2016), que afirma que para ocorrer uma transição para a EC é necessário que mudanças na legislação ocorram, apoiando as empresas que já deram o primeiro passo na direção dos novos modelos de negócio e tornando programas de pesquisa mais atrativos.

No entanto, Linder, Sarasini e Van Loon (2017), destacam que a complexidade do conceito e diferentes possibilidades de aplicação da Economia Circular, apesar de muito positiva para o processo de inovação, é uma barreira para a avaliação da efetividade de implementação do modelo, não existindo, hoje, uma metodologia que seja capaz de medir todos os esforços e fatores que envolvem o modelo circular.

A seguir, as escolas e ferramentas são analisadas individualmente, em função dos artigos catalogados na Pesquisa B, cuja divisão e indicação estão apresentadas no Apêndice B.

Cradle to Cradle

O *Cradle to Cradle* trás à Economia Circular a possibilidade de integração harmoniosa dos sistemas antropológicos ao ecossistema, por meio de estratégias de negócio que visem sistemas cíclicos e fechados, reduzindo, assim, a geração de resíduos e consumo de recursos naturais (BORRELLO et al., 2017).

Grinshpan et al. (2017) abordam o uso de coprodutos em sistemas agrícolas, que além de vantajosos economicamente, também são possíveis a partir de tecnologias já existentes, ressaltando a viabilidade do C2C em ciclos biológicos.

No entanto, os novos modelos de negócio que levam em conta o *Cradle to Cradle*, em especial aqueles que consideram mudanças no design de produtos, podem ser desafiadores. Kopnina (2015) indica que a educação é necessária para reorientar as percepções de progresso, sucesso e qualidade de vida, as afastando do consumo de recursos naturais e envolvendo os conceitos que abraçam a preservação ambiental.

Performance Economy

A *Performance Economy* é, dentre as escolas de pensamento, um dos conceitos mais facilmente assimilados pelas corporações, abrangendo modelos de negócio simples intimamente relacionados a ele, envolvendo, assim, maior entusiasmo e participação do público leigo, mas interessado (RIZOS et al., 2016).

A busca de empresas pela substituição de modelos de negócio focados em produtos por aqueles baseados no oferecimento de serviços tem aumentado e é um tema recorrente de pesquisas e mudanças em legislações e exigindo a integração com outras escolas de pensamento, como C2C, para garantir a extensão da vida útil do produto e manter cadeias de ciclo fechado (SPRING; ARAUJO, 2017).

Pialot, Millet e Bisiaux (2017) afirmam que os modelos de atualização de produtos, contribuição da *Performance Economy*, são bem vistos pelas indústrias, já que acrescentam valor a produtos já manufaturados, além das possibilidades referentes aos designs que envolvem modularidade e flexibilidade a mudanças. No entanto, os consumidores, apesar de enxergarem benefícios nesse novo modelo de negócio, podem se ver presos a marcas. Além do mais, mudanças de precificação dos serviços oferecidos são um desafio.

Biomimicry

A *Biomimicry* vê a natureza como modelo, inspiração, não apenas como um recurso que deve ser protegido. As inovações são avaliadas a partir de padrões ecológicos, os quais já foram testados em anos bilhões de anos de evolução, liderando um caminho seguro e ecologicamente aprovado para a transição para a Economia Circular (DICKS, 2017).

Spiegelhater e Arch (2010) focam no consumo energético, reforçando que os modelos naturais utilizam recursos renováveis, tendência que deveria ser seguida pelos sistemas antrópicos. As cidades, tema de estudo dos autores, são sistemas complexos, mas que permitem a integração de diferentes processos, produtos, dentro dos ciclos biológicos e técnicos, e, sendo assim, devem ser buscar inspirações na natureza desde o processo de planejamento, incluindo posicionamento, distribuição espacial e design dos edifícios, até a regulação de fluxos de entrada e saída de recursos, mantendo sempre dinâmicas favoráveis de *feedback* positivo.

Industrial Ecology

Durante a análise dos artigos sobre Ecologia Industrial e Economia Circular (Filtro 3), percebeu-se que os dois conceitos eram, de forma recorrente, associados, exclusivamente à reciclagem de materiais nos ciclos técnicos, ignorando, completamente, a característica sistêmica dos dois conceitos.

No entanto, outros autores, como Zhu, Geng e Lai (2011) reforçam a importância da integração de cadeias de suprimento e processos produtivos para a implementação da Economia Circular, criando fatores favoráveis para a comunicação entre *stakeholders*, redução de problemas dentro do sistema de ecologia industrial e envolvimento dos consumidores.

A simbiose industrial, por exemplo, é um modelo que facilita a comunicação entre empreendimentos e o compartilhamento e troca de serviços e coprodutos, envolvendo uma alta diversidade de tipologias industriais e permitindo a regeneração do capital natural, material, financeiro e humano (MULROW et al., 2017).

A integração da indústria com os sistemas e serviços ecológicos está na reestruturação dos processos produtivos, a partir de ações simples, como, por exemplo, redução do consumo energético, beneficiando sistemas inteiros e complexos, transformando impactos ambientais negativos em resultados econômicos positivos (HAN et al., 2006). Os mais altos níveis de eficiência e, conseqüentemente, benefícios são alcançados com envolvimento de vários atores em relações de transparência (PROSMAN; WAEHRENS; LIOTTA, 2017).

Ademais, a Ecologia Industrial apresenta vantagens competitivas estratégicas, a partir da criação de valor em escala regional, por meio da transformação, regeneração e revalorização de resíduos, que passam a ser entendidos e comercializados como nutrientes e produtos, criando ativos positivos para o meio e incentivando processos inovadores (SCHEELI, 2016).

Natural Capitalism

O Capitalismo Natural é uma crítica ao sistema vigente que apoia e incentiva o consumo exacerbado de recursos, resultando em diversos impactos negativos ao meio ambiente (KUO; HSIAO, 2008). Por meio desta escola, espera-se mudar o *mindset* de investidores, empresários e consumidores, criando demandas que movimentem o mercado, atrelando o uso consciente de recursos e utilização de fontes renováveis de energia ao aumento de valor na cadeia de produtos e serviços. Desta forma, é possível

apoiar um crescimento econômico capaz de coexistir com os limites biosféricos naturais (MATHEWS, 2011).

Blue Economy

Esta escola de pensamento não retornou nenhum resultado relacionando seus conceitos à Economia Circular, seguindo a metodologia e os critérios utilizados.

Sua construção é recente, está associada a uma plataforma de acesso livre e bem difundida na área, além de apresentar estudos de caso específicos; é possível que estes fatores determinem a dificuldade de encontrar publicações científicas em outras bases de dados, como o *Web of Science*, e a desassociação da escola do desenvolvimento e aplicação do modelo circular.

Regenerative Design

O *Regenerative Design* é visto como um catalisador da mudança do paradigma econômico linear para a Economia Circular, focado em modelos de negócio que visam a manutenção do valor de um produto na sua cadeia, por meio de novos designs que favoreçam sistemas restaurativos e regenerativos (MORENO et al., 2016).

Seghetta et al. (2016) ressaltam que os designs regenerativos não são exclusivos do ciclo técnico, mas também englobam oportunidades no ciclo biológico, relacionados a troca de nutrientes, por exemplo, e criação de novas cadeias de valor.

Reverse Supply Chain Management

Essa ferramenta está associada ao processo de recuperação de produtos, a fim de aumentar seu valor agregado e facilitar processos de remanufatura, contribuindo, de maneira mais superficial, com a Economia Circular, permitindo o estabelecimento de ciclos fechados e redução do consumo de recursos (ROMERO; MOLINA, 2013).

A partir da logística reversa é possível identificar oportunidades de mercado e deficiências organizacionais, tecnológicas e de infraestrutura do sistema, que carecem de atenção e melhorias (ACCORSI et al., 2015).

Um bom gerenciamento da cadeia reversa de suprimento é importante para elevar os índices de recuperação de materiais e reciclagem e, assim, promover benefícios econômicos, sociais e ambientais (ZHOU; ZHENG, 2016).

Apesar de a literatura não abordar conceitos fundamentais da EC em relação a essa ferramenta, como a geração de impactos positivos ao meio, ela apoia a circularidade de processos e a transição para o modelo circular.

Cleaner Production

A Produção mais Limpa é uma metodologia já bem fundamentada, difundida e pode ser aplicada diretamente aos processos industriais (LI et al., 2010). Ela relaciona a conservação de energia, eliminação de materiais tóxicos e uso consciente de recursos naturais (LESLIE et al., 2016) e, na pesquisa realizada, foi recorrente sua associação com a Ecologia Industrial (LI; MA, 2015; ZHANG et al., 2009).

Da mesma forma que a ferramenta anterior, a P+L não possui, na sua definição, todas as características que fazem dela intrínseca à Economia Circular, no entanto, o fato de sua aplicação ser mais clara e tangível e possuir alguns pontos de interesse ao modelo circular, como a eliminação de substâncias tóxicas dos processos produtivos, a faz ser altamente relacionada a esse modelo e vista como uma metodologia para alcançar a EC.

Life Cycle Assessment

Avaliação de Ciclo de Vida, diferentemente das outras duas ferramentas discutidas, não é abordada como maneira de alcançar a Economia Circular, mas utilizada como medida de circularidade e avaliação de eficiência e sucesso desse novo modelo.

De forma geral, os estudos abordam a ACV para analisar a performance ambiental de ciclos fechados (LOW et al., 2016; OLDFIELD; WHITE; HOLDEN, 2016), identificação de estágios críticos no processo avaliado (NOYA et al., 2017) e desempenho de sistemas de ecologia industrial (YU; HAN; CUI, 2015).

Os estudos também afirmam que a ACV auxilia o estabelecimento de metas relacionadas à EC e desenvolvimento de novas tecnologias (KULCZYCKA et al., 2016), orienta a determinação de novos instrumentos de política pública (CASTELLANI; SALA; MIRABELLA, 2015) e reforça os benefícios do modelo circular, por meio da divulgação de resultados positivos provenientes de uma metodologia consolidada (ARUSHANYAN et al., 2017).

5.2.3. Estudos de caso

Como foi apresentado na análise quantitativa, somando-se os estudos de caso referentes às escolas de pensamento e ferramentas, foram catalogados 50 artigos, representando 55 entradas, em função da integração entre temas e, desta forma, repetição de artigos.

A partir da análise destes artigos, outras informações estatísticas foram obtidas.

A primeira a ser destacada refere-se à localização dos estudos de caso. Dos 50 casos analisados, 14 (28%) não tiveram sua localização determinada pelos autores dos trabalhos, dos demais estudos, a grande maioria estava localizada na China, somando 12 estudos (24%), seguido da Itália (14%) e Reino Unido (6%). Outros países abordados, mas em menor número, foram: Alemanha, Austrália, Brasil, Dinamarca, Espanha, Holanda, Irlanda, Polônia e Suécia.

Considerando apenas os 36 artigos que indicaram a localização geográfica de seus estudos de caso, a distribuição espacial por continente é: Europa – 56%, Ásia – 33%, América Latina – 8% e Oceania – 3%. Sendo assim, nenhum estudo de caso foi registrado na América Central, América do Norte e África.

A distribuição de estudos de caso envolvendo os ciclos biológicos e técnicos também foram contabilizados. Dos 50 artigos analisados, dois deles (4%) não se referiam, especificamente, a nenhum dos ciclos, 18 (36%) eram referentes ao ciclo biológico, 26 (52%) ao ciclo técnico e apenas quatro (8%) apresentaram integrações entre os dois ciclos.

As principais áreas de atuações destes estudos contemplam resíduos sólidos, agropecuária, construção civil, indústria metalúrgica e o setor de embalagens, no entanto, várias outros setores e tipologias industriais foram abordadas.

Uma observação que já foi realizada na análise quantitativa e que foi comprovada na análise qualitativa é a maior quantidade de estudos de caso de escolas e ferramentas mais bem fundamentadas e metodológicas, como a Ecologia Industrial e Avaliação do Ciclo de Vida. Observou-se que tanto as indústrias quanto os pesquisadores têm mais facilidade de abordar, e colocar em prática, conceitos que têm simples definição e já estão sendo aplicados em outros contextos. No entanto, essa tendência compromete muito o quesito de inovação, caso dos diversos estudos analisados sobre ecologia industrial que estavam restritos ao reaproveitamento de resíduos industriais (HAUPT; VADENBO; HELLWEG, 2017; PROSMAN; WAEHRENS; LIOTTA, 2017; SHI; YU, 2014; YU; HAN; CUI, 2015), e a compreensão do modelo circular, em si, buscando em ferramentas

simplificadas, como produção mais limpa e logística reversa, atalhos para versões não-sistêmicas do que os autores chamam de economia circular (LESLIE et al., 2016; ZHOU; ZHENG, 2016).

Contudo, estudos mais abrangentes, que integram diferentes escolas de pensamento e conceitos da Economia Circular e trazem as mudanças de princípios do modelo circular na sua discussão também foram encontrados. Pialot Millet e Bisiaux (2017), por exemplo, exploram os modelos de negócio, como agentes transformadores dos padrões de produção e consumo, em conjunto com tecnologias, vinculadas ao design, consumo de recursos e compartilhamento de informações, em prol da EC.

Spiegelhater e Arch (2010) também trazem uma abordagem sistêmica aplicada às cidades circulares e o planejamento urbano. Os autores discorrem que, assim como a Economia Circular, os ambientes urbanos são multidisciplinares, não podendo ser segregados em compartimentos para que seus problemas sejam analisados e solucionados individualmente. Para eles, o ambiente natural oferece fontes de inspiração para as mais complexas situações urbanas, envolvendo o uso de espaço, deslocamento dos organismos, consumo energético e fluxos de entrada e saída de recursos.

A análise dos estudos de caso foi interessante para identificar como a Economia Circular está sendo abordada pela academia e indústria, em especial, nesse caso, como ela se relaciona às Escolas de Pensamento, e como seu conceito está se afluando. Percebe-se, ainda, a dificuldade de abordar os princípios da EC, a busca por ferramentas que incluam circularidade de processos e produtos ainda no modelo linear, mas também casos que já conseguem incluir a visão sistêmica em modelos de negócio e provocar mudanças graduais dos princípios vigentes.

5.2.4. Síntese e análise crítica

A transição para a Economia Circular enfrenta grandes desafios, cujo o maior deles seja, talvez, a mudança de *mindset* necessário para promover a ruptura de valores vigentes e alavancar os princípios do modelo circular. No entanto, a EC está repleta de oportunidades, que ultrapassam as barreiras existentes, a partir da criação de novos nichos de mercado, modelos de negócio, criação de valor e desenvolvimento econômico, social e ambiental.

As escolas de pensamento expostas apresentam contribuições teóricas importantes para a formação e implementação da Economia Circular. A integração dos conceitos por

elas abordados constrói um modelo complexo, transdisciplinar e amplo, capaz de se adequar a situações específicas, mas ainda incorporando uma efetividade sistêmica, característica dos ecossistemas naturais.

Já as três ferramentas discutidas se mostraram, de fato, correlatas à Economia Circular, tanto em caráter teórico como prático, superando, em alguns casos, as associações com determinadas escolas de pensamento. Contudo, observou-se que o uso dessas ferramentas está intimamente associado a abordagens superficiais e incompletas da EC, muitas vezes ainda associadas aos princípios da economia linear.

Quanto aos estudos de caso, de forma geral, eles apresentam uma distribuição semelhante de trabalhos que abordam os ciclos biológicos e técnicos, no entanto, poucos fazem a integração dos dois. O mesmo acontece com as escolas de pensamento, já que os artigos apresentam como elas, individualmente, podem contribuir para a implementação da Economia Circular, restringindo os casos de união e associação de diferentes conceitos. A distribuição espacial também merece destaque, já que a grande maioria dos estudos está localizada no hemisfério Norte, distribuídos por países da Europa e concentrados na China.

A análise qualitativa ressaltou que muitos autores não compreendem os conceitos e princípios da Economia Circular, com abordagens parciais das dinâmicas desse novo modelo, como o foco no fluxo de materiais (4R's – reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar) e energias renováveis, ou seja, sugerem mudanças que não são disruptivas e foram construídas apoiadas no *mindset* da economia linear.

Ademais, a EC apresenta soluções complexas e dinâmicas, baseadas na diversidade, colaboração e efetividade sistêmica, e a academia tem exprimido dificuldade em acompanhar o seu desenvolvimento e apoiá-la com ferramentas e indicadores de implementação.

5.3. Considerações e limitações do estudo

A primeira, e mais importante, limitação em relação ao estudo realizado está na restrição da RBS a apenas uma Base de Dados, a *Web of Science*. De início, buscou-se trabalhar com o Portal de Busca Integrado da USP, que está associado a diversas bases de dados. No entanto, em função da restrição de tempo para a realização do trabalho, que tornaria inviável a análise dos mais de 700 artigos retornados pelas pesquisas preliminares

com o mesmo critério de qualidade aplicado ao presente estudo, decidiu-se adotar apenas uma base de dados. Contudo, é importante reforçar que, apesar dessa limitação, a *Web of Science* é uma das mais importantes bases de dados na produção científica mundial, contando com os periódicos mais relevantes para o tema aqui tratado.

Ademais, as considerações utilizadas para a busca dos artigos, como *strings* de busca, tipo e língua de publicação devem ser ressaltados. É incontestável que com diferentes requisitos para a aplicação da RBS, os resultados também seriam distintos, podendo influenciar nas análises conduzidas e conclusões do estudo. Entretanto, julgou-se que as *strings* utilizadas, a condução da busca na língua inglesa e seleção exclusiva de artigos publicados em periódicos são os critérios de busca que mais se adequam aos objetivos do presente estudo.

6. Conclusão

O estudo realizado identificou e analisou diversos artigos publicados associados às sete escolas de pensamento da Economia Circular, elencadas pela Fundação Ellen MacArthur, e três ferramentas escolhidas.

Os resultados indicam um aumento da produção científica nos últimos três anos (2015, 2016 e 2017), relacionadas à Economia Circular, o que corrobora a tese de que a academia tem buscado acompanhar as diversas mudanças que vem acontecendo na área, em especial nas temáticas da implementação desse conceito e seus modelos de negócio.

A partir da realização da Revisão Bibliográfica Sistemática identificou-se também os principais periódicos de publicação de artigos científicos sobre Economia Circular, o *Journal of Industrial Ecology*, que traz os princípios da Ecologia Industrial, uma das escolas de pensamento da EC, e tem como objetivo divulgar essa prática, e também o *Journal of Cleaner Production*, associado a divulgação de práticas de sustentabilidade no meio acadêmico.

Quanto a abordagem das escolas de pensamento, a RBS indicou que os conceitos mais abordados nas publicações são, em ordem crescente, a *Performance Economy*, o *Cradle to Cradle* e a *Industrial Ecology*. As outras escolas foram associadas em menor número à Economia Circular, com destaque ao *Natural Capitalism*, com apenas um trabalho encontrado, e ao *Blue Economy*, que não retornou nenhum resultado.

Percebe-se que as escolas de pensamento e as bases teóricas desenvolvidas por elas são essenciais para a fundamentação e a construção da Economia Circular, tanto nos aspectos conceituais quanto práticos. Contudo, constatou-se a baixa integração desses conceitos, também de caráter teórico, mas principalmente no momento de implementação do modelo circular nos estudos de caso analisados.

As ferramentas, pelo contrário, tiveram sua associação com a Economia Circular, pelos autores das publicações, comprovada e, em alguns casos, de maneira mais assertiva que as escolas de pensamento. No entanto, comprovou-se também a utilização das ferramentas analisadas, *Reverse Supply Chain Management*, *Cleaner Production* e *Life Cycle Assessment*, como metodologias bem estabelecidas e facilmente aplicáveis, mas em contextos limitados e ainda muito associados aos modelos de negócio da economia linear.

Para que as abordagens passem a representar, de fato, os princípios incorporados pela Economia Circular, uma mudança de *mindset* é necessária. A amostra de publicações analisadas apresenta alguns artigos que trazem essa preocupação, no entanto, pouco é

discutido sobre a como contornar essa barreira, como as indústrias e corporações têm lidado com o assunto e sugestões mais práticas.

A Economia Circular é um conceito novo, ainda em construção e transdisciplinar, abraçando uma variedade de temas e ideias cruciais para lidar com a diversidade de culturas e situações sociais, políticas e econômicas mundiais. Essa característica holística e complexa dificulta a assimilação do conceito pelos acadêmicos e disseminação das suas práticas. Desta forma, rompendo mais um paradigma, se faz vital a colaboração entre linhas de pesquisa, stakeholders, indústrias e países, promovendo uma transição transparente e favorável a todos.

Além do mais, as iniciativas referentes à EC estão muito concentradas, geograficamente e por área temática. Grande parte dos estudos de caso catalogados se referem à Europa e Ásia, levantando a necessidade, e oportunidade, de pesquisas em outras regiões do planeta, em especial o Hemisfério Sul. Da mesma forma, o ciclo técnico tem sido priorizado em detrimento dos ciclos biológicos e, quando abordado, estes ficam restritos aos resíduos sólidos e efluentes industriais, visto mais como ferramenta para reduzir – ou eliminar – impactos ambientais, e não criar e agregar valor.

Sendo assim, enxerga-se a relevância do desenvolvimento e apoio às pesquisas relacionadas a EC, assim como suporte institucional voltado às indústrias, novos modelos de negócio e implementação da Economia Circular.

Referências

- ABRAMOVAY, R. **Acordo pela economia circular**. 2014. Disponível em: <<http://pagina22.com.br/2014/03/19/um-acordo-pela-economia-circular/>> Acesso em: 19 abr. 2017;
- ACCENTURE STRATEGY. **Executive Summary**. Waste to Wealth. 2015. Disponível em: <<https://www.accenture.com/t20160510T174318Z>> Acesso em: 09 ago. 2017;
- ACCORSI, R., MANZINI, R., PINI, C., PENAZZI, S. On the design of closed-loop networks for product life cycle management: Economic, environmental and geography considerations. **Journal of Transport Geography**, v.48, p.121-134, out. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.09.005>> Acesso em: 15 set. 2017;
- ANDRADE JUNIOR, M.A.U.; ZANGHELINI, G.M.; SOARES, S.R. Using life cycle assessment to address stakeholders' potential for improving municipal solid waste management. **Waste Management & Research**, v.35, n.5, p.541-550, Mar. 2017. Disponível em:< <https://doi.org/10.1177/0734242X17697817>>. Acesso em: 15 set. 2017.
- ARUSHANYAN, Y., BJÖRKLUND, A., ERIKSSON, O., FINNVEDEN, G., SÖDERMAN, M. L, SUNDQVIST, J-O., STENMARCK, Å. Environmental Assessment of Possible Future Waste Management Scenarios. **Energies**, vol.10, 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/313549665>> Acesso em: 15 set. 2017;
- ASKNATURE. **Sensor for earthquakes**. 2015. Disponível em: <<https://asknature.org/idea/evologics-underwater-sensor/#.WaSo19Pyv-Y>> Acesso em: 28 ago. 2017;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISSO 14.040: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2009;
- BARGH, M. A Blue Economy for Aotearoa New Zealand? **Environment, Development and Sustainability**, v.16, n.3, p.459-470, jun. 2013. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez67.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10668-013-9487-4>> Acesso em: 29 ago. 2017;
- BAXTER, W.; AURISICCHIO, M.; CHILDS, P. Contaminated Interaction Another Barrier to Circular Material Flows. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n. 3, p. 507-516, jun. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12612/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;
- BENNE, B., MANG, P. Working regeneratively across scales—insights from nature applied to the built environment. **Journal of Cleaner Production**, v.109, p.42-52, dez. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.037>> Acesso em: 3 set. 2017;

BIOMIMICRY INSTITUTE. **Innovators are full of questions**. 2017b. Disponível em: <<https://biomimicry.org/asknature/>> Acesso em: 28 ago. 2017;

BIOMIMICRY INSTITUTE. **What is Biomimicry?** 2017a. Disponível em: <<https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>> Acesso em: 28 ago. 2017;

BIOMIMICRY3.8. **What is Biomimicry?** 2016. Disponível em: <<https://biomimicry.net>> Acesso em: 28 ago. 2017;

BLOK, V., GREMMEN, B. Ecological Innovation: Biomimicry as a New Way of Thinking and Acting Ecologically. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v.29, n.2, p.203-217, abr. 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10806-015-9596-1>> Acesso em: 28 ago. 2017;

BLOMSMA, F., BRENNAN, G. The Emergence of Circular Economy. A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. **Journal of Industry Ecology**, v.21, n.3, p.603-614, mai. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1111/jiec.12603>> Acesso em: 3 set. 2017;

THE BLUE ECONOMY. **The Blue economy**. A Report to the club of Rome. 2016. Disponível em: <<http://www.theblueeconomy.org/>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

BORRELLO, M., CARACCILO, F., LOMBARDI, A., PASCUCCI, S., CEMBALO, L. Consumers' Perspective on Circular Economy Strategy for Reducing Food Waste. **Sustainability**, vol. 9, n. 1, p.141, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/9/1/141>> Acesso em: 15 set. 2017;

BRIKIN, F. Steps to Natural Capitalism. **Sustainable Development**, v.9, p.47-57, 2001. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.153/epdf>> Acesso em: 29 ago. 2017;

C2C PLATFORM. **Cradle to Cradle**. Disponível em: <<http://www.c2cplatform.tw/en/c2c.php?Key=1>> Acesso em: 26 ago. 2017;

CAIRNS JR, J. The Developing Role of Ecotoxicology in Industrial Ecology and Natural Capitalism. **Environmental Health Perspectives**, v.108, n.8, p.346-348, aug. 2000. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3434705>> Acesso em: 29 ago. 2017;

CASTELLANI, V.; SALA, S.; MIRABELLA, N. Beyond the Throwaway Society: A Life Cycle-Based Assessment of the Environmental Benefit of Reuse. **Integrated Environmental Assessment and Management**, vol. 11, n. 3, p. 373-382, jul. 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.1614/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

CE100 BRASIL. **Uma Economia Circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial**. 2017. Disponível em:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf> Acesso em: 09 ago. 2017;

CE100. Waste not, Want not. Capturing the value of the circular economy through reverse logistics. 2016. Disponível em:

<<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/Reverse-Logistics.pdf>> Acesso em: 3 set. 2017;

CEGLIA, D.; ABREU, M. C. S. de ; da SILVA FILHO, J. C. L. Critical elements for eco-retrofitting a conventional industrial park: Social barriers to be overcome. **Journal of Environmental Management**, vol. 187, p. 375-383, fev. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.064>> Acesso em: 15 set. 2017;

CHAYAAMOR-HEIL, N., HANNACHI-BELKADI, N. Towards a Platform of Investigative Tools for Biomimicry as a New Approach for Energy-Efficient Building Design. **Buildings**, 2017.

CHERTOW, M.; EHRENFELD, J. Organizing Self-Organizing Systems. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 16, n. 1, p. 13-27, fev. 2012. Disponível em:

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2011.00450.x/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

CIRCULAR ECONOMY PORTUGAL. **Como nasceu a Economia Circular?** 2017. Disponível em: <<https://www.circulareconomy.pt/copy-of-sobre-economia-circular>> Acesso em: 07 ago. 2017;

CONFORTO, E. C., AMARAL, D. C., SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP**, Porto Alegre, 2011;

CRADLE TO CRADLE PRODUCTS INNOVATION INSTITUTE. **Get Cradle to Cradle Certified™**. 2017. Disponível em: <<http://www.c2ccertified.org/get-certified/product-certification>> Acesso em: 26 ago. 2017;

DADDI, T.; NUCCI, B.; IRALDO, F. Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs. **Journal of Cleaner Production**, vol. 147, p.157-164, mar. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.090>> Acesso em: 15 set. 2017;

DAS, K., POSINASETTI, N. R. Addressing environmental concerns in closed loop supply chain design and planning. **International Journal of Production Economics**, v. 163, p. 34-47, mai. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.012>> Acesso em: 4 set. 2017;

DEQUECH, D. Instituições e a relação entre economia e sociologia. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. jul./set. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-41612011000300005>> Acesso em: 07 ago. 2017;

DICKS, H. Environmental Ethics and Biomimetic Ethics: Nature as Object of Ethics and Nature as Source of Ethics. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, vol.30, n.2, p.255-274, abr. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10806-017-9667-6>> Acesso em: 15 set. 2017;

EASAC – EUROPEAN ACADEMIES’ SCIENCE ADVISORY COUNCIL. **Circular economy: a commentary from the perspectives of the natural and social sciences**. 2015. Disponível em: <http://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/EASAC_Circular_Economy_Web_revised.pdf> Acesso em: 09 ago. 2017;

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia circular**. Conceito. 2015. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>> Acesso em: 19 abr. 2017;

_____. **Economia circular**. Princípios. 2017. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/principios-1>> Acesso em: 09 ago. 2017;

_____. **Intelligent Assets: Unlocking the Circular Economy Potential**. 2016. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Intelligent_Assets_080216.pdf> Acesso em: 12 jul. 2017;

ELSHARKAWY, A. N. E. **Biomimicry Architecture**. 2011. Disponível em: <<http://biomimicryarch.blogspot.com.br/2011/05/biomimicry.html>> Acesso em: 28 ago. 2017;

EROL, I., VELIOĞLU, M. N., ŞERIFOĞLU, F. S., BÜYÜKÖZKAN, G., ARAS, N., ÇAKAR, N. D., KORUGAN, A. Exploring reverse supply chain management practices in Turkey. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 1, p.43-54, 2010. Disponível em: <<https://doi-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/10.1108/13598541011018111>> Acesso em: 3 set. 2017;

ESPOSITO, M., TSE, T., SOUFANI, K. Is the Circular Economy a New Fast-Expanding Market? **Thunderbird International Business Review**, vol.59, n.1, p.9-14, jan./fev. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tie.21764/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

EUROPEAN UNION. **Closing the loop. New circular economy. package**. 2016. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI\(2016\)573899_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI(2016)573899_EN.pdf)> Acesso em: 08 ago. 2017;

FAGUNDES, A. B., SILVA, M. C., MELLO, R. A gestão dos resíduos industriais em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos: Uma contribuição para as Micro e Pequenas Empresas. **Espacios**, v.36, n.1, p. 6, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n01/15360106.html>> Acesso em: 4 set. 2017;

FELIZARDO, K. R., ANDERY, G. F., MALDONADO, J. C., MINGHIM, R. Uma Abordagem Visual para Auxiliar a Revisão da Seleção de Estudos Primários na Revisão Sistemática. In: **VI Experimental Software Engineering Latin American Workshop**, São Carlos, 2009, p.83-92. Disponível em:

<<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/eselaw/2009/008.pdf>> Acesso em: 14 ago. 2017;

FERNANDEZ-MENA, H., NESME T., PELLERIN, S. Towards an Agro-Industrial Ecology: A review of nutriente flow modelling and assessment tools in agro-food systems at the local scale. **Science of The Total Environment**, v.543, pt.A, p.467-479, feb. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.032>> Acesso em: 28 ago. 2017;

FEWELL, J. H. Social Biomimicry: what do ants and bees tell us about organization in the natural world? **Journal of Bioeconomics**, v.17, n.3, p.207-216, oct. 2015.

Disponível em: <<https://link-springer-com.ez67.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10818-015-9207-2>> Acesso em: 28 ago. 2017;

THE FOOD WASTE NETWORK. **What is the circular economy?.** 2016.

Disponível em:<https://www.foodwastenetwork.org.uk/food-waste-stories.html?news_id=73>. Acesso em: 27 ago. 2017.

FREGONARA, E., GIORDANO, R., FERRANDO, D. G., PATTONO, S. Economic-Environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings' End-of-Life Stage. **Buildings**, vol.7, n.3, 2017. Disponível em:

<<http://www.mdpi.com/2075-5309/7/3/65>> Acesso em: 15 set. 2017;

GENOVESE, A., ACQUAYE, A. A., FIGUEROA, A., KOH, S. C. L.

Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. **Omega**. 2015. Disponível em: <<https://kar.kent.ac.uk/49202/1/Omega.pdf>> Acesso em: 12 jul. 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, feb. 2016. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>> Acesso em: 08 ago. 2017;

GOVINDAN, K., SOLEIMANI, H., KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 3, p. 603-626, fev. 2015. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>> Acesso em: 4 set. 2017;

GRAEDEL, T. E., ALLENBY, B. R. **Industrial Ecology**. Ed. 1. Englewood Cliffs: AT&T, 1995. 412 p.

GRINSHPAN, D.; SAVITSKAYA, T.; TSYGANKOVA, N.; MAKAREVICH, S.; KIMLENKA, I.; IVASHKEVICH, O. Good real world example of wood-based sustainable chemistry. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, vol.5, p.1-13, jun.

2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.scp.2016.11.001>> Acesso em: 15 set. 2017;

HAN, L., BO, L., TAO, S., LIAN-JUN, T. Circular-economy models of animal husbandry industry in Jilin Province. **Chinese Geographical Science**, vol.16, n.2, p.148-153, jun. 2006. Disponível em: < <https://doi-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11769-006-0009-2>> Acesso em: 15 set. 2017;

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**, vol. 21, n. 3, p. 615-627, jun. 2017. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12506/full>> Acesso em: 15 set. 2017;

HAUSCHILD, M., JESWIET, J., ALTING, L. From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v.54, n.2, p1-21, 2005. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)60017-1](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)60017-1)> Acesso em: 3 set. 2017;

HU, J., XIAO, Z., ZHOU, R., DENG, W., WANG, M., MA, S. Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model, **Journal of Cleaner Production**, vol.19, n.2-3, p.221-228, jan./fev. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.018>> Acesso em: 15 set. 2017;

INTERNATIONAL SOCIETY FOR INDUSTRIAL ECOLOGY. **Introduction**. 2017. Disponível em: <<https://is4ie.org/about/introduction>> Acesso em: 29 ago. 2017;

IRALDO, F.; FACHERIS, C.; NUCCI, B. Is product durability better for environment and for economic efficiency? A comparative assessment applying LCA and LCC to two energy-intensive products. **Journal of Cleaner Production**, vol.140, p.1353-1364, jan. 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.017>> Acesso em: 15 set. 2017;

IUSTIN-EMANUEL, A., ALEXANDRU, T. From Circular Economy to Blue Economy. **Strategii Manageriale**, n. 4, p.197-203, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.strategiimanageriale.ro/papers/140425.pdf>> Acesso em: 29 ago. 2017;

JOHN T. LYLE CENTER FOR REGENERATIVE STUDIES. **About Regeneration**. 2014. Disponível em: <<http://env.cpp.edu/rs/about-regeneration>> Acesso em: 3 set. 2017;

JUSOH, K. K. A., NOR, K. M. Green Reverse Supply Chain Management and a Conceptual Model for Customer Participation for Returning the Eol Products. **Science International**, v. 26, n.4, p. 1611-1614, dez. 2014. Disponível em: <go.galegroup.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&u=capes&v=2.1&id=GALE%7CA392760791&it=r&asid=5e84d533bfd0023907b9d32a08896a30> Acesso em: 4 set. 2017;

KING COUNTY. **Industrial Ecology Process**. 2017. Disponível em: <<http://www.kingcounty.gov/>> Acesso em: 29 ago. 2017;

KOEIJER, B.; WEVER, R.; HENSELER, J. Realizing product-packaging combinations in circular systems: shaping the research agenda. **Packaging Technology and Science**, v.30, n.8, p.443-460, Aug. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pts.2219/abstract>>. Acesso em: 15 set. 2017.

KOPNINA, H. Sustainability in environmental education: new strategic thinking. **Environment, Development and Sustainability**, vol.17, n.5, p.987-1002, out. 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10668-014-9584-z>> Acesso em: 15 set. 2017;

KULCZYCKA, J., KOWALSKI, Z., SMOL, M. WIRTH, H. Evaluation of the recovery of Rare Earth Elements (REE) from phosphogypsum waste - case study of the WIZOW Chemical Plant (Poland). **Journal of Cleaner Production**, vol.113, p.345-354, fev. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.039>> Acesso em: 15 set. 2017;

KUO, N. W., HSIAO, T. Y. An exploratory research of the application of natural capitalism to sustainable tourism management in Taiwan. **Journal of Cleaner Production**, v.16, n.1, p.116-124, jan. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.11.005>> Acesso em: 29 ago. 2017;

LEIGH, M., LI, X. Industrial ecology, industrial symbiosis and supply chain environmental sustainability: a case study of a large UK distributor. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p.632-643, nov. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.022>> Acesso em: 28 ago. 2017;

LESLIE, H. A., LEONARDS, P. E. G., BRANDSMA, S. H., de BOER, J., JONKERS, N. Propelling plastics into the circular economy - weeding out the toxics first. **Environment International**, vol.94, p.230-234, set. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.012>> Acesso em: 15 set. 2017;

LEVY, Y., ELLIS, T. J. A Systems Approach to Conduct na Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. **Informing Science Journal**, v. 9, p.181-212, 2006. Disponível em: <<http://www.inform.nu/Articles/Vol9/V9p181-212Levy99.pdf>> Acesso em: 14 ago. 2017;

LI, H., BAO, W., XIU, C., ZHANG, Y., XU, H. Energy conservation and circular economy in China's process industries. **Energy**, vol.35, n.11, p.4273-4281, nov. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.04.021>> Acesso em: 15 set. 2017;

LI, Y.; MA, C. Circular economy of a papermaking park in China: a case study. **Journal of Cleaner Production**, vol.92, p.65-74, abr. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.098>> Acesso em: 15 set. 2017;

LINDER, M., SARASINI, S., VAN LOON, P. A Metric for Quantifying Product-Level Circularity. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n. 3, p. 545-558, jun. 2017.

Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12552/abstract>>
Acesso em: 15 set. 2017;

LLORACH-MASSANA, P., FARRENYR., OLIVER-SOLÀ, J. Are Cradle to Cradle certified products environmentally preferable? Analysis from an LCA approach.

Journal of Cleaner Production, v.93, p.243-250, abr. 2015. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.032>> Acesso em: 26 ago. 2017;

LOVINS, A. B., LOVINS, H., HAWKEN, P. A Road Map For Natural Capitalism.

Journal of Business Administration and Policy Analysis, p. 147, 1999. Disponível em: <[\[galegroup.ez67.periodicos.capes.gov.br/ps/i.do?&id=GALE|A80128060&v=2.1&u=capes&it=r&p=AONE&sw=w\]\(http://go-galegroup.ez67.periodicos.capes.gov.br/ps/i.do?&id=GALE|A80128060&v=2.1&u=capes&it=r&p=AONE&sw=w\)> Acesso em: 29 ago. 2017;](http://go-</p>
</div>
<div data-bbox=)

LOW, J. S. C., TJANDRA, T. B., LU, W. F., LEE, H. M. Adaptation of the Product Structure-based Integrated Life cycle Analysis (PSILA) technique for carbon footprint modelling and analysis of closed-loop production systems. **Journal of Cleaner Production**, vol.120, p.105-123, mai. 2016. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.095>> Acesso em: 15 set. 2017;

MANG, P., HAGGARD, B., REGENESIS. Evolution. In: _____. **Regenerative Development and Design: A Framework for Evolving sustainability**. John Wiley & Sons, Inc., 2016. Cap. 1, p. 9-32.

MATHEWS, J. A. Naturalizing capitalism: The next Great Transformation. **Futures**, vol.43, n.8, p.868-879, out. 2011. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.06.011>> Acesso em: 15 set. 2017;

MATHEWS, J. A.; TAN, H. Progress Toward a Circular Economy in China: The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 15, n. 3, p. 435-457, jun. 2011. Disponível em:

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x/abstract>>
Acesso em: 15 set. 2017;

MATTILA, T., LEHTORANTA, S., SOKKA, L, MELANEN, M. NISSINEN, A. Methodological Aspects of Applying Life Cycle Assessment to Industrial Symbioses.

Journal of Industrial Ecology, vol. 16, n. 1, p. 51-60, fev. 2012. Disponível em:
<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2011.00443.x/abstract>>

Acesso em: 15 set. 2017;

MCDONOUGH, W., BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: remaking the way we make things**. Ed. 1. New York: North Point Press, 2002. 193 p.

MENDOZA, J. M. F., SHARMINA, M., GALLEGOSCHMID, A., HEYES, G., AZAPAGIC, A. Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy: The BECE Framework. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n. 3, p. 526-544, jun. 2017. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12590/abstract>>
Acesso em: 15 set. 2017;

MOREAU, V., SAHAKIAN, M., van GRIETHUYSEN, P., VUILLE, F. Coming Full Circle: Why Social and Institutional Dimensions Matter for the Circular Economy. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n. 3, p. 497-506, jun. 2017. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12598/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

MORENO, M., de los RIOS, C., ROWE, Z., CHARNLEY, F. A Conceptual Framework for Circular Design. **Sustainability**, vol.8, 2016. Disponível em: <www.mdpi.com/2071-1050/8/9/937/pdf> Acesso em: 15 set. 2017;

MULROW, J. S., DERRIBLE, S., ASHTON, W. S., CHOPRA, S. S. Industrial Symbiosis at the Facility Scale. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n. 3, p. 559-571, jun. 2017. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12592/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

NAGURNEY, A., TOYASAKI, F. Reverse supply chain management and electronic waste recycling: a multitiered network equilibrium framework for e-cycling. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 41, n.1, p.1-28, jan. 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tre.2003.12.001>> Acesso em: 4 set. 2017;

NASIR, M. H. A., GENOVESE, A., ACQUAYE, A. A., KOH, S. C. L., YAMOA, F. Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry. **International Journal of Production Economics**, vol.183, p.443-357, jan. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008>> Acesso em: 15 set. 2017;

NESS, D. A.; XING, K. Toward a Resource-Efficient Built Environment A Literature Review and Conceptual Model. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n. 3, p. 572-592, jun. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12586/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

NIERO, M., HAUSCHILD, M. Z., HOFFMEYER, S. B., OLSEN, S. I. Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems Lessons from the Carlsberg Circular Community. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n. 3, p. 742-753, jun. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12554/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

NIERO, M., NEGRELLI, A. J., HOFFMEYER, S. B., OLSEN, S. I., BIRKVEV, M. Closing the loop for aluminum cans: Life Cycle Assessment of progression in Cradle-to-Cradle certification levels. **Journal of Cleaner Production**, v.126, p.352-362, jul. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.122>> Acesso em: 26 ago. 2017;

NIERO, M.; OLSEN, S. I. Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements.

Resources, Conservation and Recycling, vol.114, p.18-31, nov. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.023>> Acesso em: 15 set. 2017;

NING, W., CHEN, P., WU, F., COCKERILL, K., DENG, N. Industrial Ecology Education at Wuhan University. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 11, n. 3, p. 147-153, jul. 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1162/jiec.2007.1168/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

NOYA, I., ALDEA, X., GONZÁLEZ-GARCÍA, S., GASOL, C. M., MOREIRA, M. T., AMORES, M. J., MERÍN, D., BOSCHMONART-RIVES, J. Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia - A strategy to work towards Circular Economy. **Science of The Total Environment**, vol.589, p.122-129, jul. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.186>> Acesso em: 15 set. 2017;

OLDFIELD, T. L.; WHITE, E.; HOLDEN, N. M. An environmental analysis of options for utilising wasted food and food residue. **Journal of Environmental Management**, vol.183, p.826-835, dez. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.035>> Acesso em: 15 set. 2017;

OLIVEIRA NETO, G. C., GODINHO FILHO, M., GANGA, G. M. D., NAAS, I. A., VENDRAMETTO, O. Princípios e ferramentas da produção mais limpa: um estudo exploratório em empresas brasileiras. **Gestão & Produção**, v.22, n.2, abr./jun., 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1468-14>> Acesso em: 4 set. 2017;

ORDOUEI, M. H., ELKAMEL, A. New composite sustainability indices for Cradle-to-Cradle process design: Case study on thinner recovery from waste paint in auto industries. **Journal of Cleaner Production**, v.166, p.253-262, ago. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.247>> Acesso em: 26 ago. 2017;

PAGOTTO, M.; HALOG, A. Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry: An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 20, n. 5, p. 1176-1186, out. 2016. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12373/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

PAULI, G. **The Story of ZERI**. 2015. Disponível em: <<http://www.zeri.org/>> Acesso em: 29 ago. 2017;

PEARCE, D. W., TURNER, R. K. **Economics of Natural Resources and the Environment**. Johns Hopkins University Press, 1989. 392 p.

PHILIPS. **Circular Economy**. Rethinking the Future. 2017. Disponível em: <<http://www.lighting.philips.com/main/company/about/sustainability/sustainable-lighting/circular-economy>> Acesso em: 08 ago. 2017;

PIALOT, O.; MILLET, D.; BISIAUX, J. "Upgradable PSS": Clarifying a new concept of sustainable consumption/production based on upgradability. **Journal of Cleaner Production**, vol.141, p.538-550, jan. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.161>> Acesso em: 15 set. 2017;

POMPONI, F., MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**, vol.143, p.710-718, fev. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>> Acesso em: 15 set. 2017;

PRESTON, F. A global redesign? Shaping the circular economy. **Energy, Environment and Resources Department**, vol. 2, p.1-20. Disponível em: <<https://www.chathamhouse.org/publications/papers/view/182376>> Acesso em: 8 ago. 2017;

PROSMAN, E. J.; WAEHRENS, B. V.; LIOTTA, G. Closing Global Material Loops Initial Insights into Firm-Level Challenges. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n.3, p. 641-650, jun. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12535/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

QU, D., MOSHER, C. Z., BOUSHELL, M. K., LU, H. H. Engineering Complex Orthopaedic Tissues Via Strategic Biomimicry. **Annals of Biomedical Engineering**, v.43, n.3, p.697-717, mar. 2014. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez67.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10439-014-1190-6>> Acesso em: 28 ago. 2017;

RENZULLI, P. A., NOTARNICOLA, B., TASSIELLI, G., ARCESE, G. Life Cycle Assessment of Steel Produced in an Italian Integrated Steel Mill. **Sustainability**, vol.8, n.8, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/8/8/719>> Acesso em: 15 set. 2017;

RIGAMONTI, L., FALBO, A., ZAMPORI, L, SALA, S. Supporting a transition towards sustainable circular economy: sensitivity analysis for the interpretation of LCA for the recovery of electric and electronic waste. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol.22, n.8, p.1278-1287, ago. 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11367-016-1231-5>> Acesso em: 15 set. 2017;

RIZOS, V., BEHRENS, A., van der GAAST, W., HOFMAN, E., IOANNOU, A., KAFYEKE, T., FLAMOS, A., RINALDI, R., PAPADELIS, S., HIRSCHNITZ-GARBERS, M., TOPI, C. Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. **Sustainability**, vol.8, n.11, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/8/11/1212>> Acesso em: 15 set. 2017;

ROMERO, D.; MOLINA, A. Reverse - Green Virtual Enterprises and Their Breeding Environments: Closed-Loop Networks. **Collaborative Systems for Reindustrialization**, p.589-598, 2013. Disponível em:

<https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-40543-3_62> Acesso em: 15 set. 2017;

SADHUKHAN, J., NG, K. S., HERNANDEZ, E. M. Life Cycle Assessment. In: _____, **Biorefineries and Chemical Processes**, Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2014. Cap. 4, p. 93 – 146.

SAMSUNG. **The Circular Economy Today and Tomorrow**. 2016. Disponível em: <<https://news.samsung.com/global/the-circular-economy-today-and-tomorrow>> Acesso em: 08 ago. 2017;

SANTAGATA, R.; RIPA, M.; ULGIATI, S. An environmental assessment of electricity production from slaughterhouse residues. Linking urban, industrial and waste management systems. **Applied Energy**, vol.186, p.175-188, jan. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.073>> Acesso em: 15 set. 2017;

SAUVÉ, S., BERNARD, S., SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environment Development**, v. 17, p.48-56, jan. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>> Acesso em: 3 set. 2017;

SCHEELI, C. Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns. **Journal of Cleaner Production**, vol.131, p.376-386, set. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.018>> Acesso em: 15 set. 2017;

SCHEEPENS, A. E.; VOGTLANDER, J. G.; BREZET, J. C. Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable. **Journal of Cleaner Production**, vol.114, p.257-268, fev. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.075>> Acesso em: 15 set. 2017;

SCHEPER.CO ENGINEERING & CONSULTING. **Servitization Blue**. (Sem data). Disponível em: <<http://www.scheper.co/products/servitization-blue/>> Acesso em: 27 ago. 2017;

SEGHETTA, M., HOU, X., BASTIANONI, S., BJERRE, A-B, THOMSEN, M. Life cycle assessment of macroalgal biorefinery for the production of ethanol, proteins and fertilizers - A step towards a regenerative bioeconomy. **Journal of Cleaner Production**, vol.137, p.1158-1169, nov. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.195>> Acesso em: 15 set. 2017;

SHI, L.; YU, B. Eco-Industrial Parks from Strategic Niches to Development Mainstream: The Cases of China. **Sustainability**, vol.6, n.9, 2014. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/6/9/6325>> Acesso em: 15 set. 2017;

SILVA, D. A. L., DELAI, I., CASTRO, M. A. S., OMETTO, A. R. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 172-187, mai. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.026>> Acesso em: 4 set. 2017;

SILVERSTEIN, D., SAMUEL, P., DECARLO, N. Biomimicry. In: **The Innovator's Toolkit: 50+ Techniques for Predictable and Sustainable Organic Growth**, p.153-158, 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1002/9781118258316.ch26/asset/ch26.pdf?v=1&t=j6w60xm0&s=db5a5305915be69c8a4e4ddf9c481c33cb748b83>> Acesso em: 28 ago. 2017;

SOMMERHUBER, P. F., WENKER, J. L., RÜTER, S., KRAUSE, A. Life cycle assessment of wood-plastic composites: Analysing alternative materials and identifying an environmental sound end-of-life option. **Resources, Conservation and Recycling**, vol.117, p.235-248, fev. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.012>> Acesso em: 15 set. 2017;

SOUZA-ZOMER, T. T., MAGALHÃES, L., ZANCUL, E., CAMPOS, L. M. S., CAUCHICK-MIGUEL, P. A. Cleaner production practices towards circular economy implementation at the micro-level: na empirical investigation of a home appliance manufacturer. In: **6th International Workshop | Advances in Cleaner Production– Academic Work**. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/sixth/files/sessoes/5B/2/souza-zomer_et_al_academic.pdf> Acesso em: 3 set. 2017;

SPIEGELHATER, T., ARCH, R. A. Biomimicry and circular metabolism for the cities of the future. **The Sustainable City VI**, set. 2010. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/271449466>> Acesso em: 15 set. 2017;

SPRING, M.; ARAUJO, L. Product biographies in servitization and the circular economy. **Industrial Marketing Management**, vol.60, p.126-137, jan. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.07.001>> Acesso em: 15 set. 2017;

STAHEL, W. R. Circular economy: a new relationship with our goods and materials would save resources and energy and create local Jobs. **Nature**, v.531, n.7595, p.435+, 2016. Disponível em: <<http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/nature/index.html>> Acesso em: 27 ago. 2017;

_____. **Product-Life Factor**. 1982. Disponível em: <<http://www.product-life.org/en/major-publications/the-product-life-factor>> Acesso em: 27 ago. 2017;

_____. **Welcome to The Product-Life Institute**. 2013. Disponível em: <<http://www.product-life.org/en/node>> Acesso em: 27 ago. 2017;

SVANSTROM, M., HEIMERSSON, S., PETERS, G., HARDER, R., I'ONS, D., FINNISON, A., OLSSON, J. Life cycle assessment of sludge management with phosphorus utilisation and improved hygienisation in Sweden. **Water Science And Technology**, vol.75, p.9-10, p.2013-2024, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28498114>> Acesso em: 15 set. 2017;

TEN WOLDE, A. Briefing: Governments as drivers for a circular economy. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource**

Management, vol.169, n.4, p.149-150, nov. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00017>> Acesso em: 15 set. 2017;

TISSERANT, A., PAULIUK, S., MERCIAI, S., SCHMIDT, J., FRY, J., WOOD, R., TUKKER, A. Solid Waste and the Circular Economy A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n.3, p. 628-640, jun. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12562/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

UNIVERSITY OF MELBOURNE. **Natural Capitalism**. 2011. Disponível em: <http://www.csdila.unimelb.edu.au/sis/Sustainability_Theories/Natural_Capitalism.htm> Acesso em: 29 ago. 2017;

WAHL, D. C. **Creating sustainability? Join the Re-Generation!** 2016. Disponível em: <http://www.theecologist.org/green_green_living/2987587/creating_sustainability_join_the_regeneration.html> Acesso em: 3 set. 2017;

WAY, T. K., KAI, M. O. J., HO, S., KAN, M. Is Your Waste a Waste? **Asian Management Insights**, v.3, p.62-70, 2016. Disponível em: <http://www.emeraldgroupublishing.com/learning/ami/vol3_iss_2/11.Is%20your%20waste%20a%20waste.pdf> Acesso em: 09 ago. 2017;

WINANS, K., KENDALL, A., DENG, H. The history and current applications of the circular economy concept. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.68, pt.1, p.825-833, feb. 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032116306323>> Acesso em: 07 ago. 2017;

WORLD ECONOMIC FORUM. **Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains**. Geneva, Switzerland, 2014. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf> Acesso em: 19 abr. 2017;

THE WORLD FORUM ON NATURAL CAPITAL. **What is natural capital?** 2017. Disponível em: <<http://naturalcapitalforum.com/about/>> Acesso em: 29 ago. 2017;

YALE UNIVERSITY. **Journal of Industry Ecology**. 2017. Disponível em: <<http://jie.yale.edu/>> Acesso em: 29 ago. 2017;

YU, F.; HAN, F.; CUI, Z. Assessment of life cycle environmental benefits of an industrial symbiosis cluster in China. **Environmental Science and Pollution Research**, vol.22, n.7, p.5511-5518, abr. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-014-3712-z>> Acesso em: 15 set. 2017;

YU, F.; HAN, F.; CUI, Z. Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. **Journal of Cleaner Production**, vol.87, p.339-347, jan. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.058>> Acesso em: 15 set. 2017;

ZHANG, H., HARA, K., YABAR, H., YAMAGUCHI, Y., UWASU, M., MORIOKA, T. Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai. **Sustainability Science**, vol.4, n.2. p.263-279, out. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11625-009-0078-0>> Acesso em: 15 set. 2017;

ZHANG, L., YUAN, Z., BI, J., ZHANG, B, LIU, B. Eco-industrial parks: national pilot practices in China. **Journal of Cleaner Production**, vol.18, N.5, p.504-509, mar. 2010. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.11.018>> Acesso em: 15 set. 2017;

ZHOU X.; ZHENG, J. Study on Reverse supply Chain Management and Evaluation Model for Iron and Steel Industry from Perspective of the Coordination Management of Industrial Cluster. In: **13th International Conference on Service Systems and Service Management**, Kunming - China, 2016. Disponível em: <10.1109/ICSSSM.2016.7538473> Acesso em: 15 set. 2017;

ZHU, Q.; GENG, Y.; LAI, K-H. Environmental Supply Chain Cooperation and Its Effect on the Circular Economy Practice-Performance Relationship Among Chinese Manufacturers. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 15, n.3, p. 405-419, jun. 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2011.00329.x/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

ZINK, T., GEYER, R. Circular Economy Rebound. **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, n.3, p. 593-602, jun. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12545/abstract>> Acesso em: 15 set. 2017;

Apêndice A - Resultado da Pesquisa A

Pesquisa A					
"circular economy" and "school of thought"					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
Sem Resultados					
"circular economy" and "foundation*"					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
20/set	BLOMSMA, F., BRENNAN, G.	The Emergence of Circular Economy A New Framing Around Prolonging Resource Productivity	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12603
20/set	ESPOSITO, M., TSE, T., SOUFANI, K.	Is the Circular Economy a New Fast-Expanding Market?	2017	Thunderbird International Business Review	10.1002/tie.21764
20/set	LINDER, M., SARASINI, S., VAN LOON, P.	A Metric for Quantifying Product-Level Circularity	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12552
20/set	POMPONI, F., MONCASTER, A.	Circular economy for the built environment: A research framework	2017	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055
20/set	ten WOLDE, A.	Briefing: Governments as drivers for a circular economy	2016	Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management	https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00017
20/set	ZINK, T., GEYER, R.	Circular Economy Rebound	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12545
"circular economy" and "fundaments"					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
Sem resultados					

Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Cradle to Cradle					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	BORRELLO, M.; et al.	Consumers' Perspective on Circular Economy Strategy for Reducing Food Waste	2017	Sustainability	10.3390/su9010141
21/set	de KOEIJER, B.; WEVER, R.; HENSELER, J.	Realizing Product-Packaging Combinations in Circular Systems: Shaping the Research Agenda	2017	Packaging Technology and Science	10.1002/pts.2219
21/set	GRINSHPAN, D.; SAVITSKAYA, T.; TSYGANKOVA, N.; ET AL.	Good real world example of wood-based sustainable chemistry	2017	Sustainable Chemistry and Pharmacy	https://doi.org/10.1016/j.scp.2016.11.001
21/set	KOPNINA, H.	Sustainability in environmental education: new strategic thinking	2015	Environment Development and Sustainability	https://doi.org/10.1007/s10668-014-9584-z
21/set	NIERO, M. ; et al.	Closing the loop for aluminum cans: Life Cycle Assessment of progression in Cradle-to-Cradle certification levels	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.122

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Cradle to Cradle					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	NIERO, M.; et al.	Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems Lessons from the Carlsberg Circular Community	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12554
21/set	NIERO, M.; OLSEN, S. I.	Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements	2016	Resources Conservation and Recycling	https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.023
Performance Economy					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	MENDOZA, J. M. F.; et al.	Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy The BECE Framework	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12590
21/set	MORENO, M.; et al.	A Conceptual Framework for Circular Design	2016	Sustainability	10.3390/su8090937
21/set	PIALOT, O.; MILLET, D.; BISIAUX, J.	"Upgradable PSS": Clarifying a new concept of sustainable consumption/production based on upgradability	2017	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.161

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Performance Economy					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	RIZOS, V.; et al.	Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers	2016	Sustainability	10.3390/su8111212
21/set	SPRING, M.; ARAUJO, L.	Product biographies in servitization and the circular economy	2017	Industrial Marketing Management	https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.07.001
Biomimicry					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	DICKS, H.	Environmental Ethics and Biomimetic Ethics: Nature as Object of Ethics and Nature as Source of Ethics	2017	Journal of Agricultural & Environmental Ethics	https://doi.org/10.1007/s10806-017-9667-6
21/set	SPIEGELHARTER, T., ARCH, R. A.	Biomimicry and circular metabolism for the cities of the future	2010	The Sustainable City VI	
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	BAXTER, W.; AURISICCHIO, M.; CHILDS, P.	Contaminated Interaction Another Barrier to Circular Material Flows	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12612

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	BLOMSMA, F.; BRENNAN, G.	The Emergence of Circular Economy A New Framing Around Prolonging Resource Productivity	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12603
21/set	CEGLIA, D.; ABREU, M. C. S. de ; da SILVA FILHO, J. C. L.	Critical elements for eco-retrofitting a conventional industrial park: Social barriers to be overcome	2016	Journal of environmental management	https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.064
21/set	CHERTOW, M.; EHRENFELD, J.	Organizing Self-Organizing Systems	2012	Journal of Industrial Ecology	10.1111/j.1530-9290.2011.00450.x
21/set	GENOVESE, A.; et al.	Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications	2017	Omega	https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.015
21/set	HAN, L.; et al.	Circular-economy models of animal husbandry industry in Jilin Province	2006	Chinese Geographical Science	https://doi.org/10.1007/s11769-006-0009-2

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	HAUPT, M.; VADENBO, C.; HELLWEG, S.	Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy? Insight into the Swiss Waste Management System	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12506
21/set	HU, J.; et al.	Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model	2011	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.018
21/set	LI, Y.; MA, C.	Circular economy of a papermaking park in China: a case study	2015	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.098
21/set	MATHEWS, J. A.; TAN, H.	Progress Toward a Circular Economy in China: The Drivers (and Inhibitors) of Eco- industrial Initiative	2011	Journal of Industrial Ecology	10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x
21/set	MATTILA, T.; et al.	Methodological Aspects of Applying Life Cycle Assessment to Industrial Symbioses	2012	Journal of Industrial Ecology	10.1111/j.1530-9290.2011.00443.x
21/set	MOREAU, V.; et al.	Coming Full Circle Why Social and Institutional Dimensions Matter for the Circular Economy	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12598
21/set	MULROW, J. S.; et al.	Industrial Symbiosis at the Facility Scale	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12592

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	NASIR, M. H. A. ; et al.	Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry.(Case study)	2017	International Journal of Production Economics	https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008
21/set	NESS, D. A.; XING, K.	Toward a Resource-Efficient Built Environment A Literature Review and Conceptual Model	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12586
21/set	NING, W.; et al.	Industrial Ecology Education at Wuhan University	2007	Journal of Industrial Ecology	10.1162/jiec.2007.1168
21/set	PAGOTTO, M.; HALOG, A.	Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential	2016	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12373
21/set	PROSMAN, E. J.; WAEHRENS, B. V.; LIOTTA, G.	Closing Global Material Loops Initial Insights into Firm-Level Challenges	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12535

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	SCHEELI, C.	Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.018
21/set	SHI, L.; YU, B.	Eco-Industrial Parks from Strategic Niches to Development Mainstream: The Cases of China	2014	Sustainability	10.3390/su6096325
21/set	TISSERANT, A.; et al.	Solid Waste and the Circular Economy A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12562
21/set	YU, F.; HAN, F.; CUI, Z.	Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China	2015	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.058
21/set	ZHANG, H.; et al.	Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai	2009	Sustainability Science	https://doi.org/10.1007/s11625-009-0078-0
21/set	ZHANG, L.; et al.	Eco-industrial parks: national pilot practices in China	2010	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.11.018

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	ZHU, Q.; GENG, Y.; LAI, K-H	Environmental Supply Chain Cooperation and Its Effect on the Circular Economy Practice-Performance Relationship Among Chinese Manufacturers	2011	Journal of Industrial Ecology	10.1111/j.1530-9290.2011.00329.x
21/set	ZINK, T.; GEYER, R.	Circular Economy Rebound	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12545
Natural Capitalism					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	MATHEWS, J. A.	Naturalizing capitalism: The next Great Transformation	2011	Futures	https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.06.011
Blue Economy					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
Regenerative Design					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	MORENO, M.; et al.	A Conceptual Framework for Circular Design	2016	Sustainability	10.3390/su8090937
22/set	SEGHETTA, M.; et al.	Life cycle assessment of macroalgal biorefinery for the production of ethanol, proteins and fertilizers - A step towards a regenerative bioeconomy	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.195

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Reverse Supply Chain Management					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	ACCORSI, R.; et al.	On the design of closed-loop networks for product life cycle management: Economic, environmental and geography considerations	2015	Journal of Transport Geography	https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.09.005
22/set	ROMERO, D.; MOLINA, A.	Reverse - Green Virtual Enterprises and Their Breeding Environments: Closed-Loop Networks	2013	Collaborative Systems for Reindustrialization	https://doi.org/10.1007/978-3-642-40543-3_62
22/set	ZHANG, H.; et al.	Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai	2009	Sustainability Science	https://doi.org/10.1007/s11625-009-0078-0
22/set	ZHOU X.; ZHENG, J.	Study on Reverse supply Chain Management and Evaluation Model for Iron and Steel Industry from Perspective of the Coordination Management of Industrial Cluster	2016	13th International Conference on Service Systems and Service Management	10.1109/ICSSSM.2016.7538473

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Cleaner Production					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	LESLIE, H. A.; et al.	Propelling plastics into the circular economy - weeding out the toxics first	2016	Environmental International	https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.012
22/set	LI, H.; et al.	Energy conservation and circular economy in China's process industries	2010	Energy	https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.04.021
22/set	LI, Y.; MA, C.	Circular economy of a papermaking park in China: a case study	2015	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.098
22/set	ZHANG, H.; et al.	Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai	2009	Sustainability Science	https://doi.org/10.1007/s11625-009-0078-0
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	ARUSHANYAN, Y.; et al.	Environmental Assessment of Possible Future Waste Management Scenarios	2017	Energies	10.3390/en10020247
22/set	CASTELLANI, V.; SALA, S.; MIRABELLA, N.	Beyond the Throwaway Society: A Life Cycle-Based Assessment of the Environmental Benefit of Reuse	2015	Integrated Environmental Assessment and Management	10.1002/ieam.1614

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	DADDI, T.; NUCCI, B.; IRALDO, F.	Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs	2017	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.090
22/set	de ANDRADE JUNIOR, M. A.U.; ZANGHELIN I, G. M.; SOARES, S. R.	Using life cycle assessment to address stakeholders' potential for improving municipal solid waste management	2017	Waste Management & Research	https://doi.org/10.1177/0734242X17697817
22/set	de KOEIJER, B.; WEVER, R.; HENSELER, J.	Realizing Product-Packaging Combinations in Circular Systems: Shaping the Research Agenda	2017	Packaging Technology and Science	10.1002/pts.2219
22/set	FREGONAR A, E.; et al.	Economic-Environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings' End-of-Life Stage	2017	Buildings	10.3390/buildings7030065

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	IRALDO, F.; FACHERIS, C.; NUCCI, B.	Is product durability better for environment and for economic efficiency? A comparative assessment applying LCA and LCC to two energy-intensive products	2017	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.017
22/set	KULCZYCK A, J.; et al.	Evaluation of the recovery of Rare Earth Elements (REE) from phosphogypsum waste - case study of the WIZOW Chemical Plant (Poland)	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.039
22/set	LOW, J. S. C.; et al.	Adaptation of the Product Structure-based Integrated Life cycle Analysis (PSILA) technique for carbon footprint modelling and analysis of closed-loop production systems	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.095
22/set	MATTILA, T.; et al.	Methodological Aspects of Applying Life Cycle Assessment to Industrial Symbioses	2012	Journal of Industrial Ecology	10.1111/j.1530-9290.2011.00443.x

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	MENDOZA, J. M. F.; et al.	Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy The BECE Framework	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12590
22/set	NASIR, M. H. A. ; et al.	Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry.(Case study)	2017	International Journal of Production Economics	https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008
22/set	NIERO, M.; et al	Closing the loop for aluminum cans: Life Cycle Assessment of progression in Cradle-to-Cradle certification levels	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.122
22/set	NIERO, M.; et al.	Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems Lessons from the Carlsberg Circular Community	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12554
22/set	NIERO, M.; OLSEN, S. I.	Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements	2016	Resources Conservation and Recycling	https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.023

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	NOYA, I.; et al.	Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia - A strategy to work towards Circular Economy	2017	Science of the Total Environment	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.186
22/set	OLDFIELD, T. L.; WHITE, E.; HOLDEN, N. M.	An environmental analysis of options for utilising wasted food and food residue	2016	Journal of Environmental Management	https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.035
22/set	RENZULLI, P. A.; et al.	Life Cycle Assessment of Steel Produced in an Italian Integrated Steel Mill	2016	Sustainability	10.3390/su8080719
22/set	RIGAMONTI, L.; et al.	Supporting a transition towards sustainable circular economy: sensitivity analysis for the interpretation of LCA for the recovery of electric and electronic waste	2017	International Journal of Life Cycle Assessment	https://doi.org/10.1007/s11367-016-1231-5
22/set	SANTAGATA, R.; RIPA, M.; ULGIATI, S.	An environmental assessment of electricity production from slaughterhouse residues. Linking urban, industrial and waste management systems	2017	Applied Energy	https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.073

[Continuação] Apêndice B - Resultado da Pesquisa B

Pesquisa B					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	SCHEEPENS, A. E.; VOGTLANDER, J. G.; BREZET, J. C.	Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.075
22/set	SEGHETTA, M.; et al.	Life cycle assessment of macroalgal biorefinery for the production of ethanol, proteins and fertilizers - A step towards a regenerative bioeconomy	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.195
22/set	SOMMERHUBER, P. F.; et al.	Life cycle assessment of wood-plastic composites: Analysing alternative materials and identifying an environmental sound end-of-life option	2017	Resources Conservation and Recycling	https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.012
22/set	SVANSTROM, M, M.; et al.	Life cycle assessment of sludge management with phosphorus utilisation and improved hygienisation in Sweden	2017	Water Science and Technology	10.2166/wst.2017.073.
22/set	YU, F.; HAN, F.; CUI, Z.	Assessment of life cycle environmental benefits of an industrial symbiosis cluster in China	2015	Environmental Science and Pollution Research	https://doi.org/10.1007/s11356-014-3712-z

Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Cradle to Cradle					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	BORRELLO, M.; et al.	Consumers' Perspective on Circular Economy Strategy for Reducing Food Waste	2017	Sustainability	10.3390/su9010141
21/set	GRINSHPAN, D.; SAVITSKAYA, T.; TSYGANKOV A, N.; ET AL.	Good real world example of wood-based sustainable chemistry	2017	Sustainable Chemistry and Pharmacy	https://doi.org/10.1016/j.scp.2016.11.001
21/set	NIERO, M. ; et al.	Closing the loop for aluminum cans: Life Cycle Assessment of progression in Cradle-to-Cradle certification levels	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.122
21/set	NIERO, M.; et al.	Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems Lessons from the Carlsberg Circular Community	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12554
Performance Economy					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	PIALOT, O.; MILLET, D.; BISIAUX, J.	"Upgradable PSS": Clarifying a new concept of sustainable consumption/production based on upgradability	2017	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.161

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Performance Economy					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	RIZOS, V.; et al.	Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers	2016	Sustainability	10.3390/su8111212
21/set	SPRING, M.; ARAUJO, L.	Product biographies in servitization and the circular economy	2017	Industrial Marketing Management	https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.07.001
Biomimicry					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	SPIEGELHATE R, T., ARCH, R. A.	Biomimicry and circular metabolism for the cities of the future	2010	The Sustainable City VI	
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	BAXTER, W.; AURISICCHIO, M.; CHILDS, P.	Contaminated Interaction Another Barrier to Circular Material Flows	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12612
21/set	CEGLIA, D.; ABREU, M. C. S. de ; da SILVA FILHO, J. C. L.	Critical elements for eco-retrofitting a conventional industrial park: Social barriers to be overcome	2016	Journal of environmental management	https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.064

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	GENOVESE, A.; et al.	Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications	2017	Omega	https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.015
21/set	HAN, L.; et al.	Circular-economy models of animal husbandry industry in Jilin Province	2006	Chinese Geographical Science	https://doi.org/10.1007/s11769-006-0009-2
21/set	HU, J.; et al.	Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model	2011	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.018
21/set	LI, Y.; MA, C.	Circular economy of a papermaking park in China: a case study	2015	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.098
21/set	MATHEWS, J. A.; TAN, H.	Progress Toward a Circular Economy in China: The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative	2011	Journal of Industrial Ecology	10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x
21/set	NASIR, M. H. A. ; et al.	Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry.(Case study)	2017	International Journal of Production Economics	https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008
21/set	NING, W.; et al.	Industrial Ecology Education at Wuhan University	2007	Journal of Industrial Ecology	10.1162/jiec.2007.1168

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	PAGOTTO, M.; HALOG, A.	Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential	2016	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12373
21/set	PROSMAN, E. J.; WAEHRENS, B. V.; LIOTTA, G.	Closing Global Material Loops Initial Insights into Firm-Level Challenges	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12535
21/set	SCHEELI, C.	Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.018
21/set	SHI, L.; YU, B.	Eco-Industrial Parks from Strategic Niches to Development Mainstream: The Cases of China	2014	Sustainability	10.3390/su6096325
21/set	TISSERANT, A.; et al.	Solid Waste and the Circular Economy A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12562

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Industrial Ecology					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
21/set	YU, F.; HAN, F.; CUI, Z.	Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China	2015	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.058
21/set	ZHANG, H.; et al.	Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai	2009	Sustainability Science	https://doi.org/10.1007/s11625-009-0078-0
21/set	ZHANG, L.; et al.	Eco-industrial parks: national pilot practices in China	2010	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.11.018
21/set	ZHU, Q.; GENG, Y.; LAI, K-H	Environmental Supply Chain Cooperation and Its Effect on the Circular Economy Practice-Performance Relationship Among Chinese Manufacturers	2011	Journal of Industrial Ecology	10.1111/j.1530-9290.2011.00329.x
Natural Capitalism					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
Blue Economy					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Regenerative Design					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	SEGHETTA, M.; et al.	Life cycle assessment of macroalgal biorefinery for the production of ethanol, proteins and fertilizers - A step towards a regenerative bioeconomy	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.195
Reverse Supply Chain Management					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	ACCORSI, R.; et al.	On the design of closed-loop networks for product life cycle management: Economic, environmental and geography considerations	2015	Journal of Transport Geography	https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.09.005
22/set	ZHANG, H.; et al.	Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai	2009	Sustainability Science	https://doi.org/10.1007/s11625-009-0078-0
22/set	ZHOU X.; ZHENG, J.	Study on Reverse supply Chain Management and Evaluation Model for Iron and Steel Industry from Perspective of the Coordination Management of Industrial Cluster	2016	13th International Conference on Service Systems and Service Management	10.1109/ICSSSM.2016.7538473

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Cleaner Production					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	LESLIE, H. A.; et al.	Propelling plastics into the circular economy - weeding out the toxics first	2016	Environmental International	https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.012
22/set	LI, H.; et al.	Energy conservation and circular economy in China's process industries	2010	Energy	https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.04.021
22/set	LI, Y.; MA, C.	Circular economy of a papermaking park in China: a case study	2015	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.098
22/set	ZHANG, H.; et al.	Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai	2009	Sustainability Science	https://doi.org/10.1007/s11625-009-0078-0
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	ARUSHANYA N, Y.; et al.	Environmental Assessment of Possible Future Waste Management Scenarios	2017	Energies	10.3390/en10020247
22/set	CASTELLANI, V.; SALA, S.; MIRABELLA, N.	Beyond the Throwaway Society: A Life Cycle-Based Assessment of the Environmental Benefit of Reuse	2015	Integrated Environmental Assessment and Management	10.1002/ieam.1614

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	DADDI, T.; NUCCI, B.; IRALDO, F.	Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs	2017	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.090
22/set	de ANDRADE JUNIOR, M. A.U.; ZANGHELINI, G. M.; SOARES, S. R.	Using life cycle assessment to address stakeholders' potential for improving municipal solid waste management	2017	Waste Management & Research	https://doi.org/10.1177/0734242X17697817
22/set	FREGONARA, E.; et al.	Economic-Environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings' End-of-Life Stage	2017	Buildings	10.3390/buildings7030065
22/set	IRALDO, F.; FACHERIS, C.; NUCCI, B.	Is product durability better for environment and for economic efficiency? A comparative assessment applying LCA and LCC to two energy-intensive products	2017	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.017

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	KULCZYCKA, J.; et al.	Evaluation of the recovery of Rare Earth Elements (REE) from phosphogypsum waste - case study of the WIZOW Chemical Plant (Poland)	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.039
22/set	LOW, J. S. C.; et al.	Adaptation of the Product Structure-based Integrated Life cycle Analysis (PSILA) technique for carbon footprint modelling and analysis of closed-loop production systems	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.095
22/set	NASIR, M. H. A. ; et al.	Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry.(Case study)	2017	International Journal of Production Economics	https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008
22/set	NIERO, M.; et al	Closing the loop for aluminum cans: Life Cycle Assessment of progression in Cradle-to-Cradle certification levels	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.122
22/set	NIERO, M.; et al.	Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems Lessons from the Carlsberg Circular Community	2017	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12554

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	NOYA, I.; et al.	Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia - A strategy to work towards Circular Economy	2017	Science of the Total Environment	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.186
22/set	OLDFIELD, T. L.; WHITE, E.; HOLDEN, N. M.	An environmental analysis of options for utilising wasted food and food residue	2016	Journal of Environmental Management	https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.035
22/set	RENZULLI, P. A.; et al.	Life Cycle Assessment of Steel Produced in an Italian Integrated Steel Mill	2016	Sustainability	10.3390/su8080719
22/set	RIGAMONTI, L.; et al.	Supporting a transition towards sustainable circular economy: sensitivity analysis for the interpretation of LCA for the recovery of electric and electronic waste	2017	International Journal of Life Cycle Assessment	https://doi.org/10.1007/s11367-016-1231-5
22/set	SANTAGATA, R.; RIPA, M.; ULGIATI, S.	An environmental assessment of electricity production from slaughterhouse residues. Linking urban, industrial and waste management systems	2017	Applied Energy	https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.073

[Continuação] Apêndice C - Resultado da Pesquisa C

Pesquisa C					
Life Cycle Assessment					
Data	Autor(es)	Título	Ano	Periódico/Revista/Etc	DOI
22/set	SCHEEPENS, A. E.; VOGTLANDER, J. G.; BREZET, J. C.	Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.075
22/set	SEGHETTA, M.; et al.	Life cycle assessment of macroalgal biorefinery for the production of ethanol, proteins and fertilizers - A step towards a regenerative bioeconomy	2016	Journal of Cleaner Production	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.195
22/set	SOMMERHUBER, P. F.; et al.	Life cycle assessment of wood-plastic composites: Analysing alternative materials and identifying an environmental sound end-of-life option	2017	Resources Conservation and Recycling	https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.012
22/set	SVANSTROM, M.; et al.	Life cycle assessment of sludge management with phosphorus utilisation and improved hygienisation in Sweden	2017	Water Science and Technology	10.2166/wst.2017.073.
22/set	YU, F.; HAN, F.; CUI, Z.	Assessment of life cycle environmental benefits of an industrial symbiosis cluster in China	2015	Environmental Science and Pollution Research	https://doi.org/10.1007/s11356-014-3712-z

Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
ACCORSI, R.; et al.	On the design of closed-loop networks for product life cycle management: Economic, environmental and geography considerations	2015											
ARUSHANYA N, Y.; et al.	Environmental Assessment of Possible Future Waste Management Scenarios	2017											
BAXTER, W.; AURISICCHIO, M.; CHILDS, P.	Contaminated Interaction Another Barrier to Circular Material Flows	2017											
BLOMSMA, F.; BRENNAN, G.	The Emergence of Circular Economy A New Framing Around Prolonging Resource Productivity	2017											
BORRELLO, M.; et al.	Consumers' Perspective on Circular Economy Strategy for Reducing Food Waste	2017											
CASTELLANI, V.; SALA, S.; MIRABELLA, N.	Beyond the Throwaway Society: A Life Cycle-Based Assessment of the Environmental Benefit of Reuse	2015											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
CEGLIA, D.; ABREU, M. C. S. de ; da SILVA FILHO, J. C. L.	Critical elements for eco-retrofitting a conventional industrial park: Social barriers to be overcome	2016											
CHERTOW, M.; EHRENFELD, J.	Organizing Self-Organizing Systems	2012											
DADDI, T.; NUCCI, B.; IRALDO, F.	Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs	2017											
de ANDRADE JUNIOR, M. A.U.; ZANGHELINI, G. M.; SOARES, S. R.	Using life cycle assessment to address stakeholders' potential for improving municipal solid waste management	2017											
de KOEIJER, B.; WEVER, R.; HENSELER, J.	Realizing Product-Packaging Combinations in Circular Systems: Shaping the Research Agenda	2017											

*Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment*

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
DICKS, H.	Environmental Ethics and Biomimetic Ethics: Nature as Object of Ethics and Nature as Source of Ethics	2017											
ESPOSITO, M., TSE, T., SOUFANI, K.	Is the Circular Economy a New Fast-Expanding Market?	2017											
FREGONARA, E.; et al.	Economic-Environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings' End-of-Life Stage	2017											
GENOVESE, A.; et al.	Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications	2017											
GRINSHPAN, D., ET AL.	Good real world example of wood-based sustainable chemistry	2017											
HAN, L.; et al.	Circular-economy models of animal husbandry industry in Jilin Province	2006											
HAUPT, M.; VADENBO, C.; HELLWEG, S.	Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy? Insight into the Swiss Waste Management System	2017											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
HU, J.; et al.	Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model	2011											
IRALDO, F.; FACHERIS, C.; NUCCI, B.	Is product durability better for environment and for economic efficiency? A comparative assessment applying LCA and LCC to two energy-intensive products	2017											
KOPNINA, H.	Sustainability in environmental education: new strategic thinking	2015											
KULCZYCKA, J.; et al.	Evaluation of the recovery of Rare Earth Elements (REE) from phosphogypsum waste - case study of the WIZOW Chemical Plant (Poland)	2016											
LESLIE, H. A.; et al.	Propelling plastics into the circular economy - weeding out the toxics first	2016											
LI, H.; et al.	Energy conservation and circular economy in China's process industries	2010											
LI, Y.; MA, C.	Circular economy of a papermaking park in China: a case study	2015											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
LINDER, M., SARASINI, S., VAN LOON, P.	A Metric for Quantifying Product-Level Circularity	2017											
LOW, J. S. C.; et al.	Adaptation of the Product Structure-based Integrated Life cycle Analysis (PSILA) technique for carbon footprint modelling and analysis of closed-loop production systems	2016											
MATHEWS, J. A.	Naturalizing capitalism: The next Great Transformation	2011											
MATHEWS, J. A.; TAN, H.	Progress Toward a Circular Economy in China: The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative	2011											
MATTILA, T.; et al.	Methodological Aspects of Applying Life Cycle Assessment to Industrial Symbioses	2012											
MENDOZA, J. M. F.; et al.	Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy The BECE Framework	2017											
MOREAU, V.; et al.	Coming Full Circle Why Social and Institutional Dimensions Matter for the Circular Economy	2017											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
MORENO, M.; et al.	A Conceptual Framework for Circular Design	2016											
MULROW, J. S.; et al.	Industrial Symbiosis at the Facility Scale	2017											
NASIR, M. H. A. ; et al.	Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry.(Case study)	2017											
NESS, D. A.; XING, K.	Toward a Resource-Efficient Built Environment A Literature Review and Conceptual Model	2017											
NIERO, M. ; et al.	Closing the loop for aluminum cans: Life Cycle Assessment of progression in Cradle-to-Cradle certification levels	2016											
NIERO, M.; et al.	Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems Lessons from the Carlsberg Circular Community	2017											
NIERO, M.; OLSEN, S. I.	Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements	2016											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
NING, W.; et al.	Industrial Ecology Education at Wuhan University	2007											
NOYA, I.; et al.	Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia - A strategy to work towards Circular Economy	2017											
OLDFIELD, T. L.; WHITE, E.; HOLDEN, N. M.	An environmental analysis of options for utilising wasted food and food residue	2016											
PAGOTTO, M.; HALOG, A.	Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential	2016											
PIALOT, O.; MILLET, D.; BISIAUX, J.	"Upgradable PSS": Clarifying a new concept of sustainable consumption/production based on upgradability	2017											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
POMPONI, F., MONCASTER, A.	Circular economy for the built environment: A research framework	2017											
PROSMAN, E. J.; WAEHRENS, B. V.; LIOTTA, G.	Closing Global Material Loops Initial Insights into Firm-Level Challenges	2017											
RENZULLI, P. A.; et al.	Life Cycle Assessment of Steel Produced in an Italian Integrated Steel Mill	2016											
RIGAMONTI, L.; et al.	Supporting a transition towards sustainable circular economy: sensitivity analysis for the interpretation of LCA for the recovery of electric and electronic waste	2017											
RIZOS, V.; et al.	Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers	2016											
ROMERO, D.; MOLINA, A.	Reverse - Green Virtual Enterprises and Their Breeding Environments: Closed-Loop Networks	2013											
SANTAGATA, R.; RIPA, M.; ULGIATI, S.	An environmental assessment of electricity production from slaughterhouse residues. Linking urban, industrial and waste management systems	2017											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
SCHEELI, C.	Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns	2016											
SCHEEPENS, A. E.; VOGTLANDER, J. G.; BREZET, J. C.	Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable	2016											
SEGHETTA, M.; et al.	Life cycle assessment of macroalgal biorefinery for the production of ethanol, proteins and fertilizers - A step towards a regenerative bioeconomy	2016											
SHI, L.; YU, B.	Eco-Industrial Parks from Strategic Niches to Development Mainstream: The Cases of China	2014											
SOMMERHUBER, P. F.; et al.	Life cycle assessment of wood-plastic composites: Analysing alternative materials and identifying an environmental sound end-of-life option	2017											
SPIEGELHATER, T., ARCH, R. A.	Biomimicry and circular metabolism for the cities of the future	2010											
SPRING, M.; ARAUJO, L.	Product biographies in servitization and the circular economy	2017											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
SVANSTROM, M.; et al.	Life cycle assessment of sludge management with phosphorus utilisation and improved hygienisation in Sweden	2017											
ten WOLDE, A.	Briefing: Governments as drivers for a circular economy	2016											
TISSERANT, A.; et al.	Solid Waste and the Circular Economy A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints	2017											
YU, F.; HAN, F.; CUI, Z.	Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China	2015											
YU, F.; HAN, F.; CUI, Z.	Assessment of life cycle environmental benefits of an industrial symbiosis cluster in China	2015											
ZHANG, H.; et al.	Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai	2009											
ZHANG, L.; et al.	Eco-industrial parks: national pilot practices in China	2010											

Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment

[Continuação] Apêndice D - Planilha de avaliação do Filtro 3 (Resultado)

Autor(es)	Título	Ano	SoT	C2C	PE	BM	IE	NC	BE	RD	RSCM	CP	LCA
ZHOU X.; ZHENG, J.	Study on Reverse supply Chain Management and Evaluation Model for Iron and Steel Industry from Perspective of the Coordination Management of Industrial Cluster	2016											
ZHU, Q.; GENG, Y.; LAI, K-H	Environmental Supply Chain Cooperation and Its Effect on the Circular Economy Practice-Performance Relationship Among Chinese Manufacturers	2011											
ZINK, T., GEYER, R.	Circular Economy Rebound	2017											

*Legenda: SoT - Schools of Thought C2C - Cradle to Cradle PE - Performance Economy BM - Biomimicry BE - Blue Economy RD - Regenerative Design
RSCM - Reverse Supply Chain Management CP - Cleaner Production LCA - Life Cycle Assessment*