CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
JULIANA APARECIDA GOMES

ECONOMIA CIRCULAR:
estudo de múltiplos casos sobre as práticas aplicadas

São Bernardo do Campo
2020

JULIANA APRECIDA GOMES

ECONOMIA CIRCULAR:

estudo de múltiplos casos sobre as práticas aplicadas

Trabalho de dissertação apresentado ao Centro Universitário FEI, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica. Orientado pela Prof. Dra. Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes.

São Bernardo do Campo

2020

Gomes, Juliana Aparecida.
Economia Circular: estudo de múltiplos casos sobre as práticas aplicadas / Juliana Aparecida Gomes. São Bernardo do Campo, 2020.
113 f. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.
Orientadora: Prof.ª Dra. Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes.

1. Economia Circular. 2. Modelos de Negócios Circulares. 3. Práticas de Implementação. 4. Motivadores. 5. Barreiras. I. Lopes, Ana Paula Vilas Boas Viveiros , orient. II. Título.

Elaborada pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da FEI com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

centro universitário FEI

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA EXAMINADORA

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Mecânica

Mestrado

PGM-10

Aluno: Juliana Aparecida Gomes **Matrícula:** 217311-0

Título do Trabalho: Economia circular: Estudo de múltiplos casos sobre as práticas aplicadas.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Profª Drª Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes

Data da realização da defesa: 30/04/2020

ORIGINAL ASSINADA

Avaliação da Banca Examinadora:

São Bernardo do Campo, / / .

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA	
Profª Drª Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes	Ass.:
Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf	Ass.:
Profª Drª Vanderli Correia Prieto	Ass.:

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO ☒ REPROVADO ☐

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA EXAMINADORA

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco

À Deus, à minha família, à meu namorado e meus amigos, que me apoiaram com seu amor, paciência e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Meu maior agradecimento é dirigido a meus pais e irmã, por terem sido o contínuo apoio, estando ao meu lado em todos os momentos, me fortalecendo e incentivando a construir meus próprios valores e caminho.

Agradeço à professora Dra. Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes, orientadora deste trabalho, por todo empenho, sabedoria, compreensão, incentivo, e acima de tudo, exigência.

A meu namorado e amigos, por compreenderem nos momentos em que estive ausente, pelos momentos de descontração e apoio incondicional.

E agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a execução dessa dissertação.

Muito obrigada.

“Que os méritos de nossa prática se estendam a todos os seres, e que possamos nos tornar o caminho iluminado.”

Monja Coen

RESUMO

A Economia Circular (EC) é apontada como uma solução prática para a crescente crise de recursos no planeta, a qual propõe uma gama de atividades baseadas no conceito de melhoria de produtividade, redução de desperdícios, reutilização de recursos e prolongamento da vida útil de produtos. Para tanto, iniciativas precisam ser implementadas nas empresas e na sociedade com a criação de valor ambiental, econômico e social. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo identificar as práticas alinhadas aos conceitos de economia circular pelas empresas no mercado brasileiro, de forma a entender quais são os benefícios e motivadores, bem como identificar as barreiras e os envolvidos na implementação. A abordagem metodológica utilizada baseia-se no estudo de múltiplos casos, desenvolvidos em cinco organizações de diferentes setores e tamanhos. Este trabalho contribui para a literatura na identificação da fase de implementação da economia circular que as empresas estão brasileiras se enquadram. Os principais resultados encontrados apontam que a prática mais comum de implementação dos conceitos de EC estão correlacionados com os princípios dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). A principal motivação para implementação das práticas circulares observadas neste estudo está correlacionada com a imagem da empresa para o consumidor e a sociedade. Um dos resultados obtidos na pesquisa é a observação de que a principal barreira de implementação está na falta de conscientização sobre os conceitos e a importância das práticas circulares. Esse resultado demonstra o motivo pelo qual o Brasil se encontra em uma fase embrionária de implementação da economia circular, comparado com os países que pertencem a OECD - The Organization for Economic Co-operation and Development (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) existente na literatura.

Palavras-chave: Palavras-chave: Economia Circular, Modelos de Negócios Circulares, Práticas de Implementação, Motivadores, Barreiras.

ABSTRACT

Circular Economy (CE) is a practical solution pointed out as to the growing crisis of resources on the planet, which proposes a range of activities based on the concept of improving productivity, reducing waste, reusing resources and extending the useful life of products. To this end, it is necessary to improve initiatives in companies and society with the creation of environmental, economic and social value. In this context, this work aims to identify practices aligned with the concepts of circular economy by companies in the Brazilian market, in order to understand what the benefits and motivators are, as well as identify the barriers and those involved in implementation. The study of multiple cases developed in five organizations of different sectors and sizes was the target of the methodological approach. This work contributes to the literature in the identification of the implementation phase of the circular economy that companies are Brazilian. The main results found point out that the most common practice of implementing CE concepts are correlated with the principles of the 3Rs (reduce, reuse and recycle). The image of the company for the consumer and society is the main motivation for implementing the circular practices observed in this study. One of the results obtained in the research is the observation that the main barrier to implementation is the lack of awareness about the concepts and importance of circular practices. This result demonstrates the reason why Brazil is in an embryonic phase of implementing circular economy, compared to the countries that belong to the OECD - The Organization for Economic Co-operation and Development existing in the literature.

Keywords: Circular Economics, Circular Business Models, Implementation Practices, Motivators, Barriers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelos de economia linear e economia circular.....20
Quadro 1 – Escolas de pensamentos sobre economia circular.....21
Quadro 2 – Práticas de implementação da economia circular 24
Figura 2 – Modelo de negócio circular – Diagrama da borboleta 29
Figura 3 – Fluxo de recursos da cadeia de valor na economia circular 31
Quadro 3 – Fatores motivadores e oportunidades da economia circular 32
Quadro 4 – Oportunidades da economia circular 36
Quadro 5 – Principais barreiras de implementação da economia circular.....38
Gráfico 1 – Análise das publicações por ano 40
Gráfico 2 – Evolução das citações dos 14 artigos mais citados 42
Quadro 6 – Artigos mais citados 43
Figura 4 – Rede de publicações em coautoria 45
Figura 5 –Publicações em coautoria 46
Figura 6 – Publicações em coautoria (países) 47
Figura 7 – Rede de palavras-chave 48
Figura 8 – Rede de citações de autores..... 49
Figura 9 – Rede de co-citações 50
Figura 10 – Panorama do resultado da revisão sistemática da literatura 52
Figura 11 – Etapas do desenvolvimento do estudo de caso.....54
Quadro 7 – Perfil das empresas e dos entrevistados 56
Quadro 8 – Síntese dos conceitos 57
Quadro 9 – Estudos de casos 58
Gráfico 3 – Emissões de CO2.....63
Figura 12 – Modelo de logística reversa.....71
Gráfico 4 – Níveis de emissões de poluentes de veículos automotores.....75
Quadro 10 – Evidências das práticas de EC aplicadas pelos casos.....80
Quadro 11 – Análise dos aspectos conceituais – escolas de pensamentos.....82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Publicações por periódico e ano 41
Tabela 2 – Emissões diretas de CO2 – distribuição de GLP 67
Tabela 3 – Nível de consciência quanto ao benefício da economia circular.....83
Tabela 4 – Benefícios políticos e sociais.....84
Tabela 5 – Benefícios econômicos 85
Tabela 6 – Benefícios ambientais 86
Tabela 7 – Práticas de desenvolvimento de produto em economia circular.....86
Tabela 8 – Fatores motivadores 87
Tabela 9 – Barreiras políticas e sociais 89
Tabela 10 – Barreiras econômicas 90
Tabela 11 – Barreiras ambientais 91
Tabela 12 – Barreiras no desenvolvimento de produtos.....92
Tabela 13 – Análise dos parceiros envolvidos na implementação da economia circular 93

LISTA DE ABREVIATURAS

3Rs	Reduzir, reciclar e reutilizar
6RS	Reduzir, reparar, reutilizar, recuperar, remanufaturar e reciclar
CO2	Dióxido de carbono
CNI	Confederação Nacional das Industrias
COI	*Circular Oriented Innovation*
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EC	Economia Circular
LCA	*Life cycle Assessment*
LR	Logistica reversa
METI	*Ministry of Economy, Trade and Industry*
OECD	*The Organization for Economic Co-operation and Development*
PLM	*Product lifecycle management*
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROCONVE	Programa de controle de poluição do ar por veículos automotores
PSS	*Product Service System*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
1.1 OBJETIVO 17
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO 17
2 ECONOMIA CIRCULAR 18
2.1 ECOLOGIA INDUSTRIAL 18
2.2 PRINCIPAIS PRÁTICAS DA ECONOMIA CIRCULAR 19
2.3 PRÁTICAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DA ECONOMIA CIRCULAR 22
2.4 MODELO DE NEGÓCIO CIRCULAR 28
2.5 FATORES MOTIVADORES DA IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR 31
2.5.1 Aspectos políticos que foram considerados como motivadores na literatura 33
2.6 BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DAS PRÁTICAS DA ECONOMIA CIRCULAR 36
3 METODOLOGIA 39
3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA 39
3.2 ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES 40
3.3 ANÁLISE DAS CITAÇÕES 41
3.4 ANÁLISE DOS ARTIGOS COM FOCO EM IMPLEMENTAÇÃO 53
3.5 PESQUISA DE CAMPO 53
3.5.1 Seleção dos estudos de caso 54
3.5.2 Estudo de caso piloto 55
3.5.3 Estudo de casos exploratórios 55
3.6 INSTRUMENTO DE PESQUISA E COLETA DE DADOS 56
3.7 ANÁLISE DOS DADOS 57

4 APRESENTAÇÃO DOS CASOS.....58
4.1 ESTUDO DE CASO PILOTO (SOL) 58
4.2 ESTUDOS DE CASOS EXPLORATÓRIOS.....61
4.2.1 Empresa automotiva de veículos comerciais (AUTO)......62
4.2.2 Empresa distribuidora de GLP (GÁS).....66
4.2.3 Empresa de autopeças (REMAN) 69
4.2.4 Empresa automotiva de veículos pesados (CAM).....74
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 79
5.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS CONCEITUAIS 81
5.2 ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DAS PRÁTICAS DA IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR 83
5.3 ANÁLISE DAS PRÁTICAS DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EM ECONOMIA CIRCULAR 86
5.4 ANÁLISE DOS FATORES MOTIVADORES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR 87
5.5 ANÁLISE DAS BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR 88
5.6 ANÁLISE DOS PARCEIROS ENVOLVIDOS COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR 92
6 CONCLUSÕES 94
REFERÊNCIAS 96
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS.....108

1. INTRODUÇÃO

Com uma visão diferente do sistema econômico linear (produzir, utilizar e descartar), a economia circular (EC) surgiu como uma alternativa ao considerar a recirculação de recursos materiais, principalmente no desenvolvimento de novos produtos (SINGH; ORDOÑEZ, 2016).

O conceito de economia circular mais difundido nas empresas é o apresentado pela Ellen MacArthur Foundation: “um sistema industrial que é restaurativo ou regenerativo pela intenção e pelo design” (EMF, 2013). Segundo a Fundação, a definição de economia circular é orientada por três princípios:

a) Eliminar desperdício e poluição;
b) Manter produtos e materiais em ciclo de uso;
c) Regenerar sistemas naturais (EMF, 2013).

Já ponto de vista acadêmico, existem muitas definições para o conceito, como por exemplo a de Geng e Doberstein (2008) que descrevem que a economia circular visa superar os problemas ambientais, bem como gerenciar recursos em busca de melhoria na produtividade e eco eficiência. Wei *et al*. (2015) definem economia circular como um modelo de desenvolvimento econômico para maximizar o uso de recursos e proteger o meio ambiente, guiado pela teoria de economia reciclada, do gerenciamento da cadeia de suprimentos e do gerenciamento de resíduos.

Zhu *et al.* (2010), em sua pesquisa, defendem que a EC promove o desenvolvimento econômico contínuo sem gerar desafios ambientais e de recursos significativos. Ainda de acordo com a mesma pesquisa os sistemas econômicos podem e devem operar de acordo com os princípios do ciclo de materiais e energia que sustentam os sistemas naturais.

Segundo Blomsma *et al*. (2019), a EC é um conceito abrangente que gira em torno da necessidade de aplicação das práticas circulares objetivando a criação de valor e redução de desperdícios. Embora o conceito de EC e suas definições venham sendo cada vez mais difundidas, Hass *et al*. (2015), discutem a necessidade de implementação de suas práticas nas indústrias, com potencial transformador operacionalizados por meio de estruturas, ferramentas, métodos e abordagens.

Segundo *The Circular GAP Report* (2019), a taxa de retorno das ações visando a transferência de uma economia linear para circular, visando a redução da degradação ambiental e a desigualdade social no mundo é de apenas nove por cento (9%). De acordo com o relatório *GAP REPORT*, o objetivo da econômica circular deve ser redefinir fundamentalmente as relações dominantes e outras esferas da sociedade e natureza (PACE, 2019).

Uma implementação bem-sucedida da economia circular pode minimizar os problemas relacionados com a degradação e escassez de recursos (SU *et al*., 2013). Pesquisas discutem a importância de um bom planejamento e desenvolvimento da EC para que a implementação seja mais eficiente (DE LOS RIOS; CHARNLEY, 2017; GENG; DOBERSTEIN, 2008; GENG *et al*., 2009; YUAN; MORIGUICHI, 2006). Ainda de acordo com a implementação, uma boa estratégia e um bom modelo de como implementar a EC também podem influenciar positivamente a implementação (BLOMSMA, *et al*., 2019; LIEDER; RASHID, 2016; UNAL; SHAO, 2019).

Uma corrente de pesquisa estuda as práticas de implementação da economia circular (ABADIA, 2019; CHRISTIS; ATHANASSIADIS; VERCALSTEREN, 2017; HELSMATI, 2015, JONKER *et al*., 2018; KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018, YUAN; MORIGUICHI, 2006). Pesquisas apontam as oportunidades da implementação da economia circular (AGYEMANG; KUSI-SARPONG; KHAN, 2018; BASTEIN, *et a*l., 2013; CNI, 2018; EMF, 2013, KUMAR *et al*., 2019).

Pesquisas analisam as barreiras da implementação da economia circular na China (GENG; DOBERSTEIN, 2008), na União Europeia (KICHHERR *et al*., 2018) por meio de revisão de literatura (GALVÃO *et al*., 2018; JESUS; MENDONÇA, 2018), na remanufatura (KURILOVA-PALISAITIENE; SUNDIN; POKSINKA, 2018) e análise institucional (RANTA, *et al*., 2017). Pinheiro *et al*. (2018) analisam além das barreiras e oportunidades os envolvidos no desenvolvimento da EC, tais como fornecedores, designers e mercado, academia e recicladores. Outros pesquisadores como Bressanelii *et al*., (2018) analisam as interações do governo com as práticas do EC.

Apesar de a literatura sobre implementação da economia circular e suas oportunidades e barreiras não ser tão recente, faltam pesquisas empíricas que investiguem as práticas aplicadas a implementação da economia circular (BLOMSMA *et al*., 2019) quais são as oportunidades, barreiras e as partes envolvidas (PINHEIRO *et al*., 2018) em empresas no mercado brasileiro. Segundo pesquisa realizada pela CNI – Confederação Nacional das Indústrias (2019), aproximadamente setenta e cinco por cento (75%) das empresas brasileiras desenvolvem alguma iniciativa alinhada ao conceito de economia circular.

Esse trabalho busca evidenciar as práticas de economia circular que estão sendo implementadas em empresas brasileiras. Deste contexto surge a motivação e justificativa desta pesquisa, uma vez que a boa implementação destas práticas é fundamental para que as empresas se consolidem na economia circular.

1.1 OBJETIVO

Com base nesta lacuna identificada na literatura, esta pesquisa pretende responder a seguinte questão de pesquisa: “Quais as práticas da economia circular encontradas nas empresas brasileiras, bem como quais são os principais fatores motivadores e barreiras de implementação?”. Com isso, o objetivo desta pesquisa é analisar as práticas da economia circular que estão sendo implementadas nas empresas brasileiras pesquisadas, bem como identificar os principais fatores motivadores e barreiras de implementação.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação é composta por seis capítulos. O capítulo 1 apresenta o panorama do tema pesquisado, mostrando um histórico dos estudos empíricos desenvolvidos nos últimos anos, bem como as lacunas identificadas e as tendências de pesquisas recentes. Além disso, este capítulo apresenta a questão e o objetivo de pesquisa.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica e o capítulo 3 detalha os procedimentos metodológicos utilizados. A pesquisa utilizou como métodos de pesquisa a revisão sistemática de literatura e o estudo de múltiplos casos.

O capítulo 4 detalha os cinco casos trabalhados e o capítulo 5 apresenta as análises e discussões dos resultados. Por fim o capítulo 6 apresenta as conclusões da pesquisa, bem como suas limitações e sugestões de pesquisas futuras.

2. ECONOMIA CIRCULAR

De acordo com a literatura que aborda o tema economia circular, conceito foi inicialmente introduzido pelos economistas britânicos Pearce e Turner em 1989 (GEISSDOERFER *et al*,. 2017; HOMRICH *et al*,. 2018). Porém pesquisas indicam que houve um aumento significativo do número de publicações do tema nos últimos 10 anos, conforme demonstrado no capítulo 3 desta pesquisa.

2.1 ECOLOGIA INDUSTRIAL

Apesar do conceito de economia circular ter surgido apenas no final da década de 80, a atenção com o consumo e o reuso de recursos naturais existe há muitos anos (JONKER, *et al*. 2018). Uma pesquisa realizada na década de 60 já indicava a necessidade do equilíbrio entre o ambiente e a economia, levando em consideração e reutilização de recursos naturais e de um sistema circular (BOULDING, 1966).

Alguns anos depois Frosch e Gallopoulos (1989) discutiram a possibilidade de criação de um ecossistema industrial, análogo ao sistema biológico, considerando a otimização do consumo de energia e de recursos, bem como a reutilização dos mesmos. Frosch (1992) também relacionou os processos industriais ao sistema biológico, considerando não apenas uma interação econômica, mas também o consumo e reutilização dos recursos.

Já Ayres (1989) comparou o sistema industrial a uma biosfera, considerando a modificação do metabolismo industrial para a geração de energia e valor, essenciais para o desenvolvimento econômico, por meio de processos sustentáveis.

Frosch (1992) discutiu a necessidade de fazer uma boa gestão integrada dos sistemas produtivos e dos recursos naturais, visando a diminuição de qualquer desperdício. Erkman (1997) também reforçou a necessidade de discutir conceitos ecológicos numa perspectiva industrial, analisando o fluxo de materiais, o desempenho econômico e os aspectos políticos envolvidos

As raízes conceituais da economia circular originaram-se no tema ecologia industrial (ANDERSEN, 2007). “Ecologia industrial é uma abordagem do desenvolvimento industrial que envolve o ciclo de materiais, bem como as redes de produtores, consumidores e catadores e incentiva conservação de recursos e a prevenção de resíduos, o que leva a uma maior eficiência” (GENG; COTÉ, 2002, p. 333).

A ecologia industrial envolve o conceito de ilhas de sustentabilidade ou parques industriais ecológicos (rede de empresas onde os resíduos ou subprodutos de uma podem ser utilizados como recursos por outra (EHRENFELD; GERTLER, 1997).

Neste contexto, a economia circular está implícita na ecologia industrial, onde não basta apenas minimizar a geração de resíduos, mas também a utilização de recursos ainda não explorados (ANDERSEN, 2007). A economia circular é uma importante prática para que o desenvolvimento econômico ocorra considerando as preocupações ambientais (HELSMATI, 2015). Preston (2012) enfatizou a necessidade das práticas da economia circular, gerando valor, crescimento e competitividade por meio do redesenho de produtos e novas formas de consumo.

2.2 PRINCIPAIS PRÁTICAS DA ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular surgiu como um modelo alternativo ao modelo linear existente até então (RANTA *et al*., 2018). De acordo com Stahel (2016) este modelo econômico circular é a base de um sistema de *loop*, que resulta na circulação de recursos materiais ao longo das atividades sequenciais do ciclo de vida de produto (reutilização, reparo, recondicionamento, remanufatura e reciclagem).

Sauvé, Bernard e Sloan (2016), afirmam que o conceito de EC emerge como uma oposição ao tradicional conceito da economia linear, no qual toda a extração de recursos e impactos ambientais são ignorados ao longo da cadeia tornando-se desperdício energético e poluição, conforme apresentado na Figura 1. Ainda de acordo com a mesma pesquisa, na EC são criados circuitos fechados alternativos pelos quais os recursos transitam em ciclos, por meio de combinações integradas das atividades industriais que atuam sinergicamente para alimentar e serem alimentadas umas pelas outras (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016).

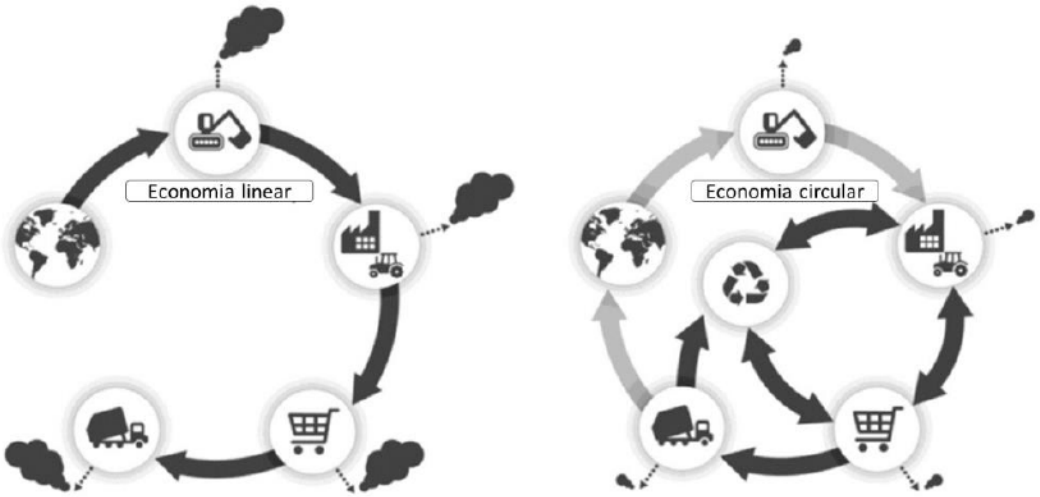
A economia circular pode ser descrita como uma forma de ativar mecanismos para induzir transformações industriais regenerativas que irão alavancar sistemas de produção e consumo mais sustentáveis (EMF, 2013).

De acordo com Jonker *et al*. (2018) a economia circular visa a criação e retenção de valor de maneira cíclica. Kirchherr *et al*. (2018) definem economia circular como “um sistema econômico baseado em modelos de negócios que substituem o conceito de fim de vida reduzindo, reutilizando, reciclando e recuperando materiais em processos de produção, distribuição e consumo. ”

O potencial da economia circular é permitir a obtenção de melhorias na produtividade e manutenção dos recursos, minimizando os problemas ambientais (WEI *et al*., 2015). Ainda de

acordo com a mesma pesquisa, os sistemas econômicos deveriam operar de acordo com os princípios de ciclagem de materiais e energia que impulsionam os sistemas naturais (GENG; DOBERSTEIN, 2008).

Figura 1- Modelos de economia linear e economia circular



Fonte: Autor “adaptado de” Sauvé, Bernard e Sloan, 2016, p. 52

Já para Hu *et al*. (2011), além de focar na produtividade, a economia circular também foca na eco eficiência de recursos otimizando estruturas industriais, atuando em desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias e principalmente na renovação na gestão dos recursos.

A Fundação Ellen MacArthur define economia circular como “uma economia industrial que é restaurativa ou regenerativa pela intenção e pelo design” (EMF, 2013). Mais tarde a fundação ainda acrescenta que “uma economia circular é aquela que é restaurativa por design e que visa manter os produtos, componentes e materiais em sua mais alta utilidade de valor, em todos os momentos” (EMF, 2017).

Dentre os variados conceitos sobre EC, dentro da literatura encontram-se diversas escolas de pensamentos, o Quadro 1 apresenta as principais escolas de pensamentos sobre economia circular, com suas respectivas definições e referências.

Quadro 1 - Escolas de Pensamentos sobre economia circular

Escolas de Pensamentos	Definição	Referências
Cradle to Cradle	Produtos projetados para regenerarem o ecossistema como nutrientes biológicos ou regenerarem indústrias como nutrientes, componentes e materiais em um ciclo totalmente fechado.	McDonough and Braungart (2002)
Ecologia Industrial	Padrões cíclicos de uso de recursos observados em ecossistemas são suados como modelo para projetar ecossistemas industriais, cuja produtividade depende menos da extração de recursos e emissão de resíduos.	Geissdoerfer et al. (2017),
Biomimética	Designers são inspirados diretamente por organismos biológicos, processos e ecossistemas.	Benyus (2002)
Leis Ecológicas	Tudo está conectado na natureza.	Commoner (1971)
Performance econômica	Permite aos empreendedores alcançar uma maior competitividade com recursos, reduzindo o consumo e sem uma externalização do custo de desperdício.	Stahel (2010)
Economia Azul	A necessidade de encontrar um meio de satisfazer as necessidades básicas do planeta e seus habitantes.	Pauli (2010)
Design Regenerativo	Substituir o fluxo linear por fluxos de transferência cíclicos de consumo.	Lyle (1996)
Permacultura	É um sistema evolutivo integrado de espécies auto perpetuantes e úteis ao homem em um ecossistema agrícola.	Holmgren (1978)
Capitalismo Natural	Uma abordagem que protege a biosfera e melhora o lucro e a competitividade.	Lovins, Lovins e Hawken (1999)
Metabolismo industrial, simbiose industrial e eco parques	Modelo econômico que mostra certos paralelos com uso de material e energia por organismos biológicos e ecossistemas Troca de recursos entre industrias visando encontrar materiais que possam ser fonte de energia	Ayres (1989); Renner (1947)

Fonte: Autor “adaptado de” Homrich *et al.*, 2018, p. 527

Stahel (2013) salienta a necessidade da otimização de estoque neste tipo de economia, onde a estrutura é composta por três ciclos: reutilização e *remarketing*, extensão de vida útil e reciclagem. O princípio dos 3R (reduzir-reutilizar-reciclar) é utilizado para definir o curso de ação para as empresas (KUMAR *et al*., 2018).

O princípio reduzir implica o uso de insumos mínimos de energia, matérias-primas e resíduos, por exemplo, implementando melhores tecnologias, simplificando o empacotamento e usando aparelhos mais eficientes em termos de energia (SU *et al*., 2013). O princípio da reutilização refere-se ao uso de menos recursos, menos energia e menos trabalho do que o necessário para produzir novos produtos a partir de materiais virgens ou mesmo para reciclar e descartar produtos (METI, 2003). O princípio da reciclagem refere-se as operações as quais revalorizam os materiais através do reprocessamento dos resíduos, materiais ou substâncias, para fins originais ou para outros fins (WINANS; KENDALL; DENG, 2017).

No Japão, o METI – *Ministry of Economy, Trade and Industry* - Mistério da Economia, Comércio e Indústria – promove medidas para criar uma sociedade orientada para a redução da geração de resíduos, reutilização e reciclagem de produtos (METI, 2003). O Governo Chinês declara que o fluxo de resíduos deve ser tratado com a redução, reutilização durante o processo de produção, circulação e consumo (GRPC, 2008).

A ideia é alterar o fluxo de “fazer, usar e descartar” para “fazer, usar e dispor”, para manter o recurso em uso pelo maior tempo possível, diversificando a recuperação e regeneração de produtos, bem como aumentando a vida útil em cada ciclo (WARP, 2019). Criação de um sistema econômico e visual baseado na reutilização de produtos e recursos com capacidade restauradora, minimizando os impactos ambientais e maximizando a criação de valor no fluxo de recursos (BASTEIN *et al*., 2013).

Mais recentemente o conceito da economia circular pode ser traduzido para um modelo de economia eficiente em termos de recursos, cujo objetivo é manter e compartilhar o valor ao longo do tempo (VENCE e PEREIRA, 2018).

2.3 PRÁTICAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR

A implementação da economia circular teve início na Alemanha em 1996, acompanhada da promulgação de uma lei: “*Closed Substance Cycle and Waste Management Act*” (SU *et al*., 2013). Ainda de acordo com a mesma pesquisa esta lei forneceu uma gestão de resíduos de ciclo fechado e onde é assegurado a eliminação correta de resíduos.

Já o governo do Japonês desenvolveu um quadro jurídico abrangente para uma sociedade baseada na reciclagem que entrou em vigor em janeiro 2002 (METI, 2003). Segundo o estudo as discussões políticas estão relacionadas ao conceito dos 3R (reduzir, reutilizar e reciclar) e o ERP "*Extended Producer Responsability*", que são os conceitos centrais da implementação da economia circular no Japão.

Para Geng e Doberstain (2008) a estratégia de implementação da economia circular na China aumenta a interdependência comercial, reduzindo riscos empresariais, a poluição do meio ambiente e, consequentemente a melhorando a imagem pública do setor. A China é pioneira no modelo de negócio sustentável com capacidade de superar problemas de gestão ambiental e recursos, ao mesmo tempo em que visa produtividade dos recursos e eco eficiência (YUAN; MORIGUICHI, 2006).

Segundo Kamlykova, Sadagopan e Rosado (2018) a prática de implementação da economia circular na China pode ser dividida em três níveis: empresas individuais, parques eco industriais e eco cidades. Em outra perspectiva, na Europa há uma descentralização dos fluxos de resíduos, com o objetivo de ganhos não apenas no âmbito econômico e ecológico, mas também no âmbito social, com a geração de novos empregos (EMF, 2013). O quadro 2 apresenta um banco de dados de práticas de implementação da economia circular (KALMUKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018).

Para Helsmati (2015), o princípio dos 3Rs no EC que são para reduzir, reutilizar e reciclar materiais extrapolam para energia renováveis, atividades de apoio e reconstrução e ecossistemas e saúde humana, tudo agregado ao valor econômico. Derivações dos princípios dos 3Rs foram apresentadas na pesquisa de Ghisellini e Ulgiati (2019), os quais propuseram a implementação dos 6Rs (reduzir, reparar, reutilizar, recuperar, remanufaturar e reciclar) em 292 empresas na Itália, que implica em adoções de práticas de cooperação entre empresas.

A remanufatura é o processo de coleta de produtos usados (núcleos) e sua recuperação tornando o produto novo novamente por meio de reparo, substituição e redimensionamento de componentes gerando economia de energia e de recursos, beneficiando o meio ambiente e agregando valor ambiental, econômico e social (WEI; CHENG; SUNDIN; TANG, 2015).

O *Product Service System* ou PSS (Sistema Produto Serviço), é um dos instrumentos mais eficazes para apoiar a economia circular, que inicialmente foi abordado por Tukker (2015), descrevendo o conceito e as orientações do PSS. O conceito do PSS substitui a necessidade de ser proprietário de um produto (bem material) e passar a ser consumidor de um serviço, por meio de contratação, aluguel, *leasing*, etc. (PIALOT; MILLET; BISIAUX, 2017).

Kalmukova, Sadagopan e Rosado (2018) em sua pesquisa analisaram os métodos de implementação da EC descritos na literatura, no Quadro 2, é apresentado o resumo das práticas de implementação encontradas na pesquisa dos autores, separados por cadeia de valor, ou parte da cadeia de valor, denominado aqui nesta pesquisa como "processo".

Quadro 2 - Práticas de implementação da economia circular

PROCESSO	PRÁTICA DE IMPLEMENTAÇÃO	
MATÉRIA PRIMA	Diversidade e vínculos inter setoriais	Estabelecimento de padrões da indústria para promover a colaboração Inter setorial por meio da transparência, gestão financeira, regulação e desenvolvimento de infraestrutura e educação.
	Produção de energia / Autonomia energética	Produção de energia a partir de subprodutos e / ou recuperação de calor residual / processo / resíduo para apoiar a operação da instalação.
	Aquisição ecológica	Processo pelo qual as autoridades / empresas públicas optam por adquirir bens e serviços com a mesma função primária, mas menor impacto ambiental medido. É um método estruturado, abrangente e internacionalmente padronizado. Quantifica todas as emissões e recursos relevantes.
	Substituição de materiais	Substituição de materiais para os mais abundantes / renováveis, tornando o processo de produção mais resiliente ao preço.
	Tributação	Impostos sobre tecnologias, produtos e insumos associados a externalidades negativas.
	Créditos tributários e subsídios	Reduzir o imposto sobre os recursos, por exemplo, em materiais e produtos de base biológica.
DESIGN	Personalização / feito sob encomenda	Os produtos são feitos sob medida para atender às necessidades e preferências do cliente. Pode reduzir o desperdício e evitar o excesso de produção. Os clientes satisfeitos com os produtos retornarão ao fabricante para estender a vida útil dos produtos e manter suas características preferidas. A lealdade do cliente ao fabricante é incorporada.
	Projeto para desmontagem / reciclagem	Projeto que considera a necessidade de desmontar produtos para reparo, recondicionamento ou reciclagem.
	Design para modularidade	Produtos compostos por módulos funcionais para que os produtos possam ser atualizados com recursos e / ou funcionalidades mais recentes. Os módulos podem ser reparados ou substituídos individualmente, aumentando assim a longevidade do núcleo do produto.

Quadro 2 - Práticas de implementação da economia circular (continuação)

PROCESSO		PRÁTICA DE IMPLEMENTAÇÃO
DESIGN	Design ecológico	Design de produtos com foco em seus impactos ambientais durante todo o ciclo de vida.
	Redução	Projeto e fabricação envolvendo redução no uso de materiais e eliminação do uso de substâncias nocivas.
MANUFATURA	Eficiência energética	Fornecer os serviços necessários com entrada de energia reduzida, o que pode ser conseguido por meio da redução do consumo e eficiência energética processos.
	Produtividade material	No nível da empresa: o valor econômico gerado por uma unidade de entrada de material ou consumo de material. No nível de toda a economia: PIB por material de entrada / consumo.
	Produção reproduzível e adaptável	Uma tecnologia de produção transparente e escalável que pode ser emulada em outros lugares usando recursos disponíveis no país e habilidades.
DISTRIBUIÇÃO E VENDA	Design de embalagem otimizado	Estratégias eficientes de design de embalagem cumprem as regulamentações e utilizam o fim da vida útil do material de embalagem.
	Redistribuir e Revender Revenda	Revenda aumenta a vida útil do produto em segunda mão. Portanto, menos produtos que servem para o mesmo propósito precisam ser produzidos. Os produtos completos ou seus componentes podem ser revendidos.
USO E CONSUMO	Rotulagem de produtos	Visa garantir que os consumidores tenham informações completas sobre os constituintes, origem das matérias-primas, etc., para que possam tomar decisões informadas. Não indica nenhuma preferência ambiental ou de outra forma para determinados produtos.
	Reutilização	A reutilização secundária direta prolonga a vida útil do produto com o uso de segunda mão. Portanto, menos produtos, que servem para o mesmo propósito precisam ser produzidos. Os produtos completos ou seus componentes podem ser reutilizados.
	Compartilhamento	Uso compartilhado / acesso / propriedade de, por exemplo, espaço e produtos e plataformas de compartilhamento que permitem o uso compartilhado.
	Consumo socialmente responsável	Um consumidor socialmente responsável adquire produtos e serviços que são percebidos como tendo menos influência negativa no ambiente e / ou que apoiem empresas que também tenham impacto social positivo.

Quadro 2 - Práticas de implementação da economia circular (continuação)

PROCESSO	PRÁTICA DE IMPLEMENTAÇÃO	
USO E CONSUMO	Responsabilidade	Assumir responsabilidade na proteção do recurso por meio de conservação, reciclagem, regeneração e restauração. Um bem comum é considerado, por exemplo, um recurso natural, em contraste com a responsabilidade estendida do produtor.
	Desmaterialização	Livros eletrônicos / CDs, compras on-line, uso de telecomunicações para diminuir o uso do escritório.
COLETA E DISPOSIÇÃO	Responsabilidade Estendida do Produtor	Responsabilidade Estendida do Produtor é como uma abordagem de política ambiental, na qual a responsabilidade de um produtor por um produto é estendido à fase pós-consumo do ciclo de vida de um produto.
	Reciclagem incentivada	Um método para recompensar a reciclagem consistente e repetida de materiais recicláveis, por exemplo, um reembolso de depósito.
	Instalações de Logística / Infraestrutura	Instalações para promover coleta e descarte pós-consumo, com boa relação custo-benefício, economia de tempo e segurança ambiental.
	Separação	Os constituintes biológicos devem ser separados dos constituintes técnicos ou artificiais / inorgânicos. Os nutrientes técnicos devem ser usados para remanufatura e os nutrientes biológicos devem ser restaurados ou degradados naturalmente.
	Sistemas de devolução e troca	Os sistemas de devolução eficientes garantem que os produtos sejam recuperados após o fim da vida útil e passem a ser remanufaturados. Os sistemas de devolução podem garantir um fluxo contínuo de material para remanufatura.
RECICLAGEM E RECUPERAÇÃO	Sub Produto	Os subprodutos usam subprodutos de outros processos de fabricação e suas cadeias de valor correspondentes são usadas como matéria-prima para fabricação de novos produtos.
	Cascatas	Materiais em cascata e componentes usados em diferentes fluxos de valores após o fim da vida útil. A extração embutida, trabalho e capital são conservado através da cascata.
	Downcycling	Processo de conversão de produtos usados em diferentes produtos novos de qualidade inferior ou funcionalidade reduzida.
	Recuperação de elementos / substâncias	O processo de recuperação de metais, não metais e outras substâncias reutilizáveis de um fluxo de resíduos de material.

Quadro 2 - Práticas de implementação da economia circular (continuação)

PROCESSO	PRÁTICA DE IMPLEMENTAÇÃO	
RECICLAGEM E RECUPERAÇÃO	Recuperação de energia	A conversão de materiais residuais em calor, eletricidade ou combustível utilizável através de uma variedade de processos de desperdício de energia, incluindo combustão, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica e recuperação de gás de aterro.
FONTES DE MATERIAIS	Extração de bioquímicos	Conversão de biomassa em produtos químicos de baixo volume, mas de alto valor, gerando calor, energia, combustível ou produtos químicos da biomassa.
	Reciclagem funcional	Processo de recuperação de materiais para o fim original ou para outros fins, excluindo a recuperação de energia.
	Reciclagem de alta qualidade	Recuperação de materiais em estado puro sem contaminação, para servir como matéria prima secundária para posterior produção de produtos de qualidade igual ou semelhante.
	Simbiose industrial	Troca e / ou compartilhamento de recursos, serviços e subprodutos entre empresas.
	Restauração	Também conhecida como compostagem. Processo em que os nutrientes biológicos são devolvidos ao solo após decomposição por microrganismos e outras espécies.
	Upcycling	Converter materiais em novos materiais de maior qualidade e maior funcionalidade.
REMANUFATURA	Remanufatura	Reconstruindo um produto substituindo componentes defeituosos por componentes reutilizáveis.
	Atualização, manutenção e reparo	A maneira mais eficiente de manter ou restaurar o equipamento para o nível de desempenho desejado é a manutenção. Para erradicar a obsolescência do produto ou prolongar a vida útil do produto, são necessários serviços como atualização.
INPUTS CIRCULARES	Materiais de base biológica	Entradas de recursos ou materiais que duram mais do que um ciclo de vida único e podem ser facilmente regenerados.

Fonte: Autor “adaptado de” Kalmukova, Sadagopan e Rosado, 2018, p. 196

Através do resumo das práticas de EC apontados na pesquisa de Kalmukova, Sadagopan e Rosado (2018), pode se obter as descrições das práticas de implementação da EC e suas aplicações que servirão como base e direcional para cruzar os dados da literatura com os

apontamentos obtidos através dos múltiplos estudos de casos apresentados no capítulo 4 desta pesquisa.

Estratégias de tecnologia da informação, como uso de *big data* e ferramentas analíticas mitigam os desafios, transformando produtos em serviços inteligentes e conectados (BRESSANELLI *et al*.,2018). Práticas de inovação orientadas a economia circular vem sendo cada vez mais pesquisadas, o COI – *Circular Oriented Innovation* teve aspectos relevantes analisados como desenvolvimento de metodologia para transição da EC (BLOMSMA *et al*., 2019; BROWN *et al*., 2019).

Aspectos relacionados ao desenvolvimento de produtos orientados a EC foram pesquisados por Pinheiro *et al*. (2019) a fim de entender as motivações e barreiras encontradas na literatura. Em sua pesquisa, Chiappetta Jabbour *et al.* (2019), discutem as capacidades organizacionais, tais como criação de cadeia de valores, experimentação, estratégias de inovação e aspectos humanos para mapear as práticas em EC.

2.4 MODELO DE NEGÓCIO CIRCULAR

A economia circular está associada a necessidade de novos modelos de negócios (SOUZA-ZOMER *et al*., 2018). Os modelos lineares, conhecidos como *take-make-waste*), conduzem a um ciclo de produção de resíduos e escassez de recursos (LIEDER; ASIF; RASHID, 2017).

Com o advento da globalização da indústria, os modelos econômicos elevaram o consumo de recursos em cerca de oitenta por cento (80%) no mundo, o que aponta para a necessidade de modelos de negócios mais inovadores, competitivos e sustentáveis (STHAEL, 2016). Um modelo de negócio mais sustentável, além de transformar os fluxos de recursos, altera os padrões de instalações fabris, transforma a maneira de consumo e diminui os efeitos colaterais resultantes da extração de matéria primas (OECD, 2018). As estratégias circulares demandam mudanças que vão além dos limites das empresas (RIZOS *et al*., 2016).

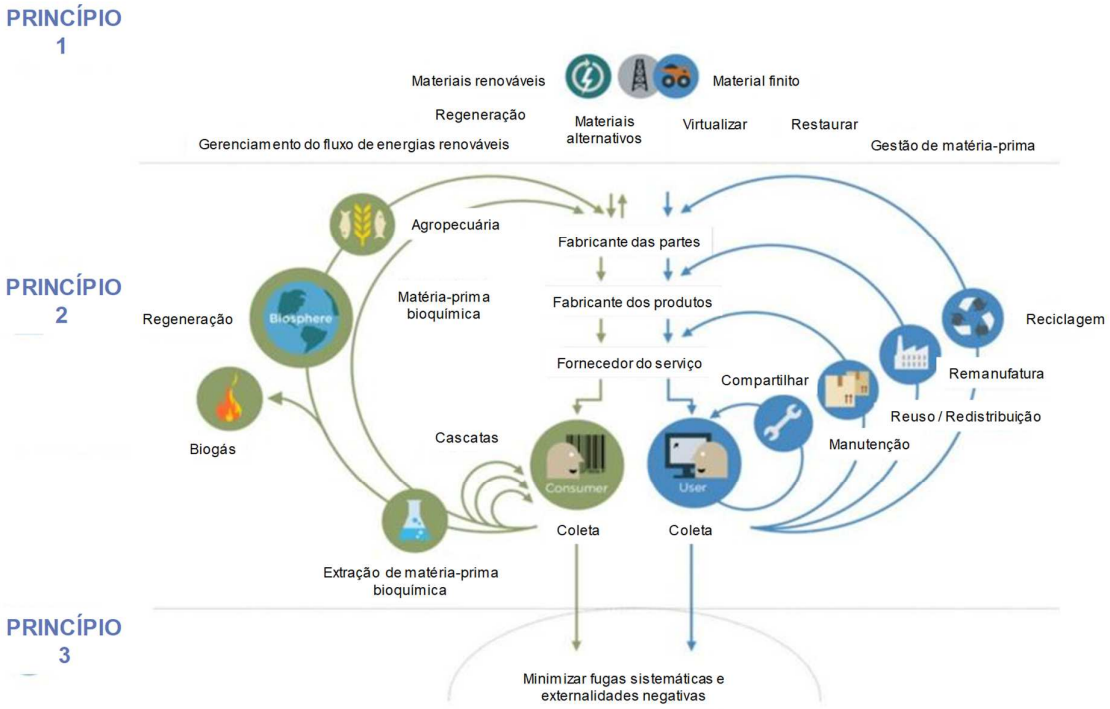
A Fundação Ellen MacArthur (2015) propõe alguns princípios que levam a um modelo de negócio baseado em Economia Circular, demonstrados na Figura 2.

a) Princípio 1: preservação com o aumento do capital natural, controlando ações finitas e equilibrando os fluxos de recursos renováveis. Quando os recursos são necessários, o sistema circular seleciona-os com sabedoria e escolhe tecnologias e processos que usam recursos renováveis ou de melhor desempenho, sempre que possível (EMF, 2015);

b) Princípio 2: otimizar os rendimentos de recursos circulando produtos, componentes e materiais com a maior utilidade em todos os ciclos técnicos e biológicos. Isso significa projetar para remanufatura, remodelagem e reciclagem para manter componentes e materiais técnicos circulando e contribuindo para economia (EMF, 2015);

c) Princípio 3: promover a eficácia do sistema, revelando e antecipando externalidades negativas. Isso inclui a redução de danos em sistemas e áreas como alimentação, mobilidade, abrigo, educação, saúde e entretenimento, e gerenciamento de externalidades, como uso do solo, poluição do ar, da água e ruído e liberação de substâncias tóxicas. (EMF, 2015).

Figura 2 - Modelo de negócio circular - Diagrama da borboleta



Fonte: Autor “adaptado de” EMF, 2015, p. 24

O modelo EC segundo o diagrama da borboletas é a representação do ciclo de recursos considerando os nutrientes (fatores biológicos – lado esquerdo) e técnicos (lado direito) que podem ser reutilizados continuamente reduzindo drasticamente a necessidade de extração de material (HOLMRICH *et al.*, 2018).

Segundo a Confederação Nacional das Indústrias CNI (2018), o lado esquerdo ainda representa os fluxos reversos relacionados aos renováveis e ao aproveitamento em cascatas, considerando a regeneração na abordagem de gestão ambiental integrados as atividades econômicas e aos sistemas naturais.

Já o lado direito é relacionado aos bens duráveis e às perspectivas industriais (HOLMRICH *et al.*, 2018). De acordo com EMF (2015), o ciclo técnico envolve gestão de estoque de materiais finitos, os quais são recuperados e restaurados.

O conceito de modelo de negócio circular foi identificado como um importante facilitador para empresas que se movem em direção às práticas circulares (NUßHOLZ, 2018). Segundo a pesquisa estes modelos ajudam a prolongar a vida útil dos produtos, por meio de ciclos sucessivos de reutilização, reparo, remanufatura e fechamento de loops de material.

Segundo OECD (2018), há 5 modelos de negócios que apoiam de forma eficiente a transição de uma economia linear para uma modelo circular:

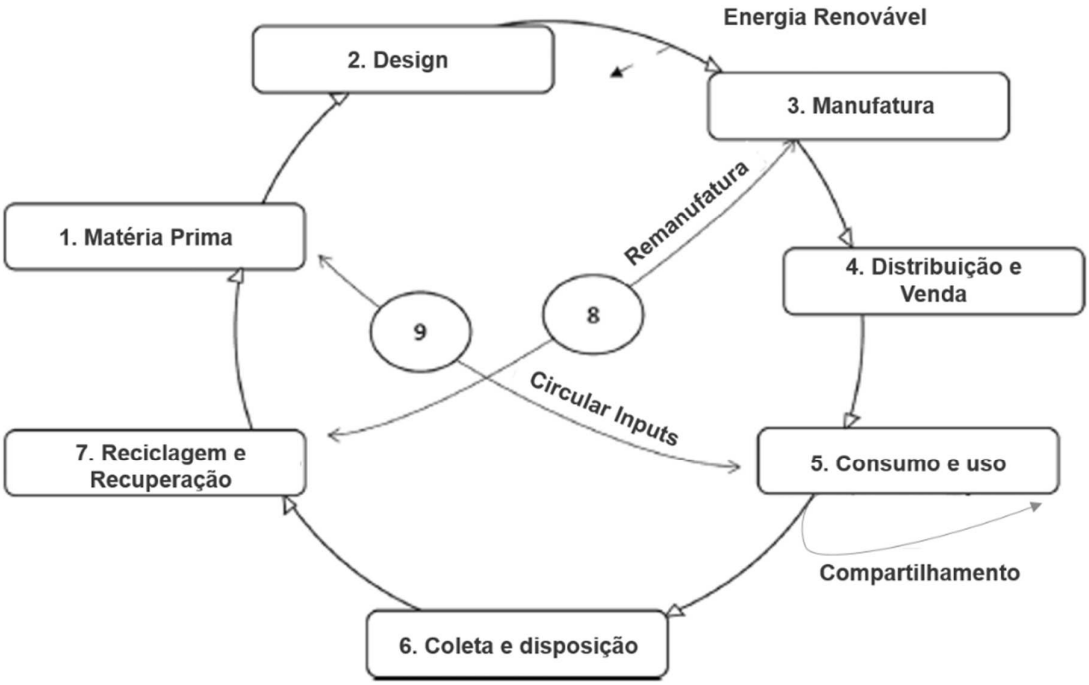
a) Os modelos de suprimento circular, substituindo insumos de materiais tradicionais derivados de recursos virgens por materiais de base biológica, renováveis ou recuperados;
b) Os modelos de recuperação de recursos, que reciclam os resíduos em matérias-primas secundárias, desviando assim os resíduos da disposição final e deslocando a extração e o processamento de recursos naturais virgens;
c) Os modelos de extensão de vida útil, que prolongam o período de uso dos produtos existentes, reduzem o fluxo de materiais constituintes por meio da economia e reduzem a taxa de extração de recursos e geração de resíduos;
d) Os modelos de compartilhamento, que facilitam o compartilhamento de produtos subutilizados e podem, portanto, reduzir a demanda por novos produtos e suas matérias-primas incorporadas;
e) Modelos de sistemas de serviços de produtos, onde os serviços, em vez de produtos, são comercializados, melhoram os incentivos para o design ecológico de produtos e o uso mais eficiente de produtos, promovendo assim um uso mais econômico dos recursos naturais.

A economia também é discutida através dos princípios da 3R: reduzir, reutilizar e reciclar (PRESTON, 2012). Para Nußhloz (2017), o principal objetivo dos modelos circulares é co-criar o valor econômico dos produtos após o consumo, com a adoção de estratégias para prolongar a vida dos produtos.

Bocken, Schuit e Kraaijenhagen (2018) afirmam que consumidores se tornam mais conscientes sobre os padrões de consumo e as empresas assumem a responsabilidades pelos problemas do ciclo de vida. Ainda de acordo com a mesma pesquisa, o modelo de negócio circular é intencionalmente projetado para entregar valor com redução de impactos ambientais. A Figura 3 apresenta o fluxo de recursos da cadeia de valor na economia circular.

A cadeia de valor distingue-se por ser um circuito fechado de fluxo de material que é impulsionado por energia. Os laços podem complementar o circuito, fechando-o cada vez mais, como por exemplo o nó 5 (consumo e uso) e também outras possibilidades podem cruzar o fluxo como o nó 8 (remanufatura) e o nó 9, que podem ser materiais que duram mais que um ciclo de vida (KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO 2018).

Figura 3 – Fluxo de recursos da cadeia de valor na economia circular.



Fonte: Autor “adaptado de” Kalmykova, Sadagopan e Rosado, 2018, p. 193

2.5 FATORES MOTIVADORES DA IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Segundo Liening e Bruemmer (2017, p.194), “a produção em massa de produtos visava apenas o consumo, sem qualquer consideração com o ciclo pós consumo e disposição final”. Segundo a mesma pesquisa, as razões para que a implementação das práticas da economia circular seja discutida com urgência são:

a) O crescimento exponencial dos recursos finitos;
b) O esgotamento crescente local para descarte de produtos e resíduos em fim de vida;
c) A crescente liberação de substâncias perigosas que causam degradação ao meio ambiente.

Diante disto a adoção dos modelos circulares varia de acordo com um conjunto de fatores econômicos e sociais, podendo ser o comportamento do consumidor, regulamentações e até mesmo preocupações com a estabilidade da cadeia de suprimentos (OECD, 2018). Ainda de acordo com a mesma pesquisa, o surgimento de novas tecnologias pode auxiliar os modelos de negócios, criando oportunidades para adoção e implementação do modelo circular.

Jesus e Mendonça (2018) apresentam uma relação de fatores que motivam as empresas na adoção da economia circular, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Fatores motivadores e oportunidades da economia circular

Fatores motivadores da economia circular		Oportunidades
Difíceis	Técnicos	Disponibilidade de tecnologias que facilitem a otimização de recursos, remanufatura e re-geração de subprodutos como entrada para outros processos, desenvolvimento de soluções de compartilhamento com experiência de consumo e conveniência.
	Econômico, Financeiro e Mercado	Tendências do lado da demanda (aumento da demanda de recursos e consequente pressões de esgotamento de recursos). Tendências do lado da oferta (aumento da volatilidade, levando a incentivos para soluções de custo, redução e estabilidade).
Fáceis	Institucional e Regulatório	Associado ao aumento da legislação ambiental, normas e diretivas de gestão de resíduos.
	Social e Cultural	Conectado à consciência social, alfabetização ambiental e mudanças de preferências do consumidor (ex: modelos de serviços)

Fonte: Autor “adaptado de” Jesus e Mendonça, 2018, p. 78

Para CNI (2018), os fatores que motivam a implementação da economia circular são:

a) Limites da economia circular: os modelos lineares já estão na exaustão, alguns elementos tendem a se exaurir com o passar o tempo;

b) Redução dos custos e maior geração de valor: ganhos com competitividade geram oportunidades de redução de custos com melhor utilização de materiais, resíduos reutilizáveis, maior efetividade nos sistemas de produção e uso de produto como serviço;
c) Novas fontes de investimentos: os projetos da FINEP no Brasil possuem linhas de investimentos em inovação tecnológica para o desenvolvimento sustentável;
d) Resiliência e colaboração aumentadas: diminuição da dependência da disponibilidade de matérias primas, mantendo recursos por períodos com ciclos mais longos;
e) Criação de emprego: o uso mais efetivo dos recursos, por meio da reutilização e reciclagem favorece as práticas criando mais postos de trabalho que a economia linear;
f) Conformidade legal e regulamentar: por meio das leis públicas e das ações de governamentais a economia circular é alavancada em diversos países, como modelos que visam a reutilização, reciclagem e remanufatura.

2.5.1 Aspectos políticos que foram considerados como motivadores na literatura

O conceito Responsabilidade Estendida do Produtor (ERP – *Extended Producer Responsability*), surgiu na Europa nos anos 90 e foi apresentado pela primeira vez como uma estratégia para o desenvolvimento de políticas ambientais, pelo professor Thomas Lindhqvist em 1988 (CAO *et al.*, 2018).

O conceito surgiu como um princípio de transformação, onde os fabricantes tornam-se responsáveis não só mais pela manufatura, mas também por todo o ciclo de vida do produto, especialmente pela coleta e disposição dos produtos no fim de vida (EOL – *End of Life*) (CAO *et al.*; 2018).

Para Ren (2006) os benefícios para as empresas pelas práticas de ERP podem incluir:

a) Benefícios econômicos (afetando design de produtos, gerenciamento materiais e aumentando a vantagem competitiva da empresa);
b) Benefícios ambientais (redução ao impacto ambiental quanto a geração de resíduos, líquidos, sólidos e gasoso);
c) Benefícios sociais (melhorando as relações entre empresas e comunidades).

Na Europa, diretivas foram criadas para regulamentar as atividades oriundas da economia circular, Política Integrada de Produtos (2001/180), Diretiva Europeia sobre

Resíduos e Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (2012/19/EU) e o plano de ação para Economia Circular (2002/95/EC) (CNI, 2018).

No Japão foram criadas leis básicas para gerenciamento de resíduos e promoção de atividade de reciclagem (METI, 2003). Esta pesquisa prevê regulamentações especificas para recipientes e local para descarte de reciclados, aplicação da reciclagem em casa, reciclagem de comida, materiais de construção recicláveis e fim de vida de veículos.

A China, com o rápido crescimento contínuo ao longo dos anos, aprovou em 2002 a primeira lei "Lei de Promoção da Economia Circular da República Popular da China", que entrou em vigor em janeiro de 2009 (LIEDER; RASHID, 2016). No Brasil foi publicada em agosto de 2010 a "Política Nacional de Resíduos Sólidos" (PNRS), com o objetivo de incentivar a responsabilidade ampliada dos produtores (ERP) em geral (BRASIL, 2012). Anterior a esta data, foram elaboradas apenas leis setoriais e iniciativas específicas, não muito eficientes para estimular os fabricantes a serem responsáveis pelos produtos que produzem (SAAVEDRA *et al.*, 2013).

Demajorovic e Migliano (2013) afirmam que um dos principais pontos da PNRS é o reconhecimento da responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida do produto por meio de acordo setoriais, definidos e firmados até o ano de 2014. O PNRS introduziu grandes inovações e a tradicional política dos 3Rs, pois enfatiza a não geração de resíduos como primeiro comportamento a ser realizado e também inclui o conceito de rejeito como encerramento do processo, conforme artigo 3 da PNRS (BRASIL, 2012). Os rejeitos são:

a) "Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada" (BRASIL, 2012);
b) "Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como GÁSes contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'agua, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível" (BRASIL, 2012).

Além de políticas, a conscientização da população auxilia no fortalecimento da comercialização de produtos mais ecologicamente seguros, bem como empresas aprendem a

fornecer produtos mais personalizados de acordo com as necessidades dos consumidores (EMF, 2013).

A economia circular cria a oportunidade de evolução de ciências e tecnologias ambientais, novos conceitos como design ecológico, rótulo ecológico, produção limpa entre outros (GENG; DOBERSTEIN, 2008).

KUMAR *et al*. (2018) apresentaram um resumo das oportunidades da economia circular e afirmam que a economia circular contribui com a redução do efeito estufa, redução da utilização com combustíveis fósseis e sustâncias tóxicas, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Oportunidades da economia circular

Social e Política	Econômica	Ambiental
Estratégias de comunicação entre sociedade e indústria	Redução de custos através de cadeia de suprimentos mais sustentáveis	Produtos ecologicamente amigáveis
Melhor alinhamento entre empresas e consumidores	Abertura de novos mercados para reciclagem e remanufatura	Práticas de gestão de cadeia de suprimentos ecologicamente corretas
Criação de empregos em comunidades locais	Abertura de novos mercados gera lucros e competitividade	Mitigação do uso de substâncias como fertilizantes químico no solo
Melhoria da saúde pública e consciência ambiental	Novos negócios apoiados pelo Governo com o incentivo para a coleta de resíduos e reciclagem	Redução do uso de combustíveis fósseis e emissão de gases que provocam o efeito estufa
Empresas operando dentro de regulamentos específicos		Desenvolvimento de ciências e tecnologias ecologicamente amigáveis

Fonte: Autor “adaptado de” Kumar et. al., 2018, p. 1074.

Benefícios ao consumidor também são conforme pesquisa de Camacho-Otero, Boks e Pettersen (2018), os quais defendem que ofertas sejam de valor econômico e ambiental (produtos ecologicamente corretos), influenciando de modo positivo a percepção das soluções circulares.

2.6 BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DAS PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR

Su *et al*. (2013) afirmam que para adotar a economia circular como um modelo econômico, são necessários esforços para vencer as barreiras existentes. Apesar das inúmeras oportunidades de se implementar o modelo, ainda há falta de consciência sobre o tema e seus princípios (KUMAR *et al*., 2018). Ainda de acordo com a mesma pesquisa existe o desconhecimento, o preconceito e a baixa aceitação quanto a produtos, principalmente reciclados e remanufaturados.

Hazen, Mollenkopf e Wang (2017), descrevem em sua pesquisa que o desenvolvimento da EC depende da profunda compreensão das atitudes e comportamento dos consumidores. A pesquisa ainda acrescenta que os consumidores possuem uma percepção ruim dos produtos remanufaturados.

Barreiras de mercados também são encontrados na literatura. Kichherr, Reike e Hekkert (2018) discutem em sua pesquisa a dificuldade da competição de preços entre produtos oriundos da economia circular e seus equivalentes. Ranta *et al*. (2017) complementam afirmando que as iniciativas da economia circular são frequentemente caras, exigindo subsídios financeiros para garantir a viabilidade econômica.

Apesar do papel importante das políticas e regulamentações, as responsabilidades das autoridades locais não são muito claras quanto a implementação, o que leva a um sistema inadequado e não funcional (WINANS; KENDALL; DENG, 2017). Su *et al*. (2013) complementam que a falta de conhecimento adequado dos gestores políticos e empresários, os impedem de terem uma visão clara dos objetivos, metas e indicadores para avaliar o desempenho das medidas da economia circular. Impostos e taxas também são grandes barreiras para a implementação, desencorajando empresários devido a sua carga financeira (GENG; DOBERSTEIN, 2008).

Barreiras econômicas também são grandes impeditivos para alavancar a implementação da economia circular dentro do setor manufatureiro porque os valores de investimentos para adequação de processos são altos (LIU; BAI, 2014).

Na pesquisa realizada por Rizos *et al*. (2016), demonstram a principal barreira das pequenas e médias empresas é a falta de apoio da oferta e demanda, onde há uma falha na cadeia de suprimentos, faltando insumos que atendam às necessidades da produção de produtos e serviços dentro do contexto.

Um desafio importante para o desenvolvimento da economia circular abordado na pesquisa de Winans, Kendall e Deng (2017) é a quantidade do material e a estimativa do seu valor ao longo dos ciclos de vidas de um determinado produto, usando como exemplo o aço. O Quadro 5 apresenta as principais barreiras de implementação da economia circular, identificadas na literatura.

No contexto da remanufatura, segundo pesquisa de Kurilova-Palisaitiene, Sundin e Poksinska (2018), as principais incertezas são:

a) Prever e padronizar as etapas do processo, como não se pode prever o que vai chegar não há como prever qual etapa do processo será necessário realizar primeiro;

b) Imprevisibilidade do núcleos (produtos ou parte de produtos devolvidos para remanufatura) quantidade e qualidade, pois o retorno é baseado em uma demanda de mercado ainda muito baixa.

Quadro 5 – Principais barreiras de implementação da economia circular

Barreiras	Pesquisas
Tecnológicas e Mercado	Geng e Doberstein (2008); Kichherr, Reike e Hekkert (2018); Mathews e Tan (2011); Rizos e tal (2016); Su et al. (2013)
Políticas e Regulatórias	Geng e Doberstein (2008); Lieder e Rashid (2016); Mathews e Tan (2011); Rizos et al. (2016); Su et al. (2013)
Financeiras e Econômicas	Dong et al. (2016); Geng e Doberstein (2008); Liu e Bai (2014); Mathews e Tan (2011); Rizos et al. (2016); Su et al. (2013)
Gerencial	Su et al. (2013); Winans, Kendall e Deng (2017)
Clientes e Cultural	Geng e Doberstein (2008); Kichherr, Reike e Hekkert (2018)
Social	Lieder e Rashid (2016)

Fonte: Autor “adaptado de” Winans, Kendall e Deng, 2017, p. 825-833

3. METODOLOGIA

A pesquisa científica é a retratação, criação e desenvolvimento do conhecimento com o objetivo de contribuir a com o conhecimento pré-existente (KARLSSON, 2009). A presente pesquisa está inserida no contexto da implementação da economia circular em empresas inseridas no mercado brasileiro, onde o objetivo é analisar as práticas da economia circular que estão sendo implementadas nas empresas brasileiras pesquisadas, bem como identificar os principais fatores motivadores e barreiras de implementação.

As próximas seções apresentam a metodologia para desenvolvimento da revisão da literatura, estruturação e classificação do estudo de campo.

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A primeira etapa envolve a de formulação do quadro conceitual para explicar os principais conceitos e as relações entre eles (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). Para entender a teoria de economia circular, foi realizada uma revisão sistemática de literatura por meio de bibliometria (CARVALHO, FLEURY; LOPES, 2013; DIODATO, 1994; LOPES; CARVALHO, 2018; NEELY, 2005; PRASAD; TATA, 2005). O crescimento cada vez maior de pesquisas e publicações acadêmicas estimulou o interesse por revisões de literatura e o reconhecimento da relevância de tais estudos (IKPAAHINDI, 1985; LIAO *et al.*, 2017; LIÑAN; FAYOLE, 2015).

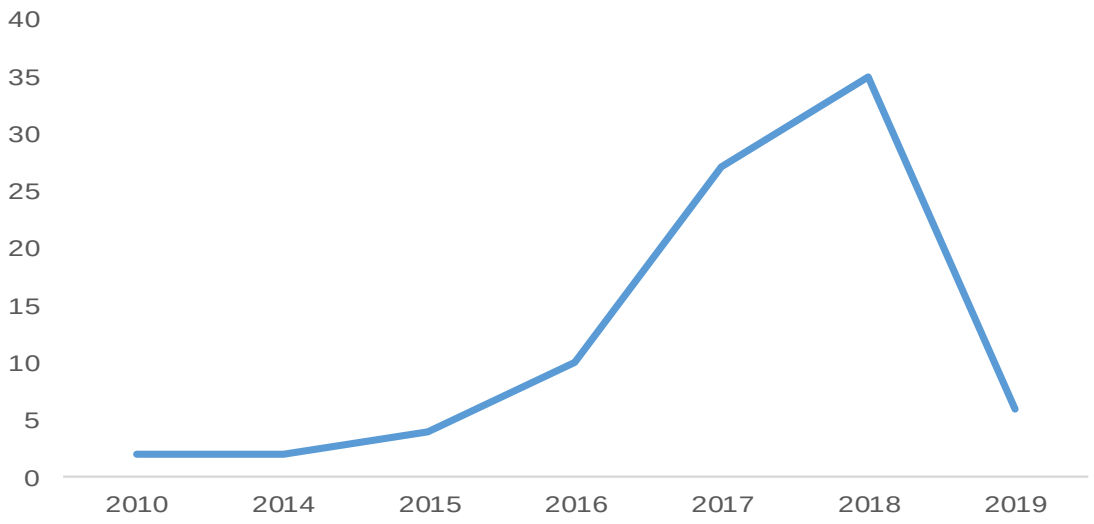
O método de revisão sistemática de literatura forneceu um conhecimento importante sobre a teoria, permitindo analisar a evolução do tema, identificar algumas correntes de pesquisa, bem como lacunas que surgem como oportunidades de pesquisa.

A bibliometria utilizada nos artigos desta tese partiu de uma busca na base de dados *Web of Science*. Optou-se sempre pela utilização da mesma base de dados por se tratar de uma base de dados internacional, com periódicos indexados e com um fator de impacto calculado pelo JCR (*Journal Citation Report*). A busca foi realizada em 8 de março de 2019 com os termos: Título: ("*circular economy*" or "*circular business model*" *or* "*green economy*") e como Tópico: ("*manufacture*" *or* "*remanufacture" or* "*manufacturing*" *or* "*remanufacturing*"). Utilizou-se apenas o filtro por tipo de documento, considerando-se apenas os 86 artigos, pois estes contêm as informações necessárias a utilização do *software Vosviewer*®.

3.2 ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES

A primeira análise foi a publicações por ano, que mostra um aumento significativo das publicações ao longo dos anos, conforme demonstrado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Análise das publicações por ano



Fonte: Autora

A segunda análise foi a de periódicos por ano, a qual permitiu identificar os periódicos que mais publicaram, bem como a evolução destas publicações ao longo dos anos, conforme Tabela 1. Nota-se que apenas nove periódicos publicaram ao menos dois artigos. Os dois periódicos com mais de 10 publicações são: *Journal of Cleaner Production* (JCR = 5.651) e *Resources Conservation and Recycling* (JCR = 5.120). A maioria dos artigos publicados no *Journal of Cleaner Production* abordaram o conceito economia circular no que se refere aos aspectos de implementação do modelo. Os artigos publicados no *Resources Conservation and Recycling* trataram principalmente dos principais aspectos relacionados ao ciclo de vida do produto.

Tabela 1 - Publicações por periódico e ano

Periódicos	Ano							
	2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Journal of Cleaner Production				1	6	8	2	17
Resources Conservation and Recycling		1			1	9	1	12
Sustainability					2	4	1	7
Journal of Industrial Ecology				1	3			4
California Management Review						2	1	3
Business Strategy and the Environment					2			2
Energy						1	1	2
Technological Forecasting and Social Change					2			2
Vestnik					1	1		2

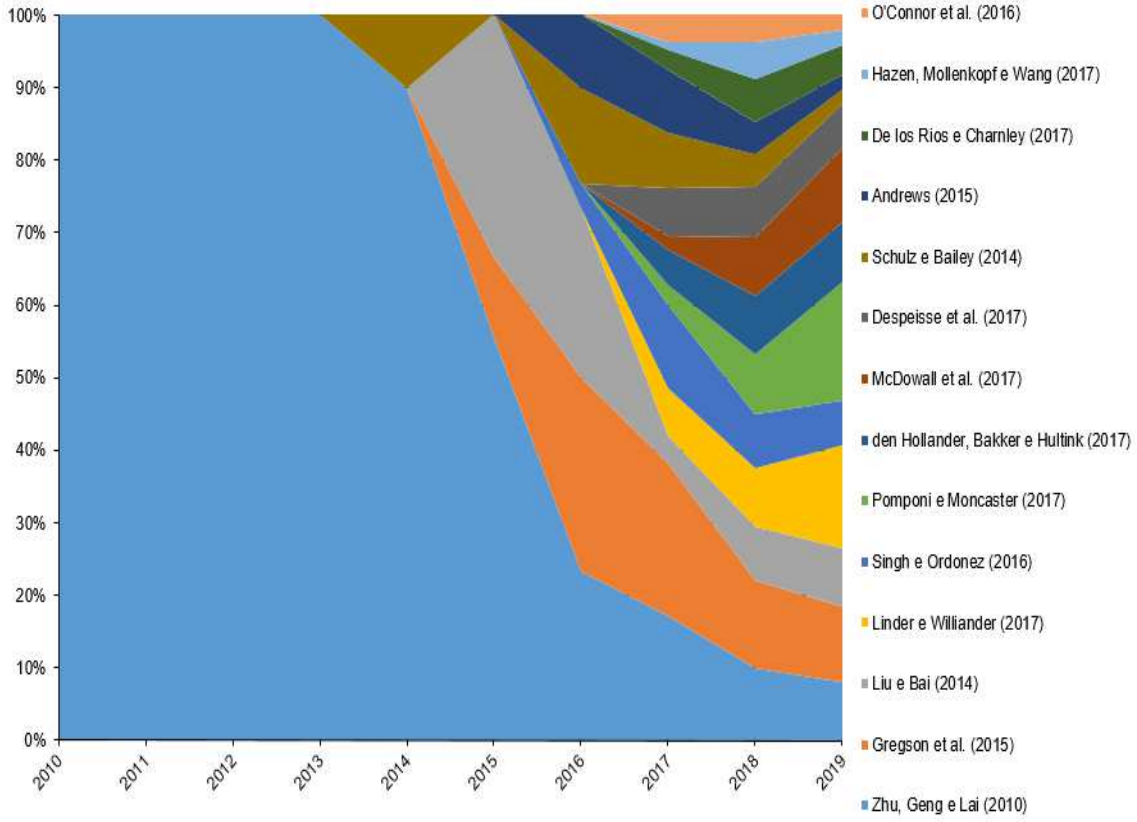
Fonte: Autora

3.3 ANÁLISE DAS CITAÇÕES

O quadro 6 apresenta a relação de artigos mais citados. Foram considerados os artigos que receberam ao menos 15 citações (14 artigos). Este grupo de 14 artigos recebeu aproximadamente sessenta e cinco por cento (65%) do total de 749 citações dos 86 artigos. Nota-se que não houve concentração dos artigos mais citados em um grupo específico de autores ou áreas. Isso reforça que o tema “economia circular” é multidisciplinar e pode ser aplicado em diferentes áreas. É possível observar que os artigos mais citados se concentram em estudos empíricos, o que mostra uma lacuna quanto uma análise mais exploratória.

O gráfico 2 é possível visualizar a evolução das citações destes 14 artigos entre os anos de 2010 e 2019.

Gráfico 2 – Evolução das citações dos 14 artigos mais citados



Fonte: Autora

Entre os de 2010 e 2013 apenas o artigo Zhu, Geng e Lai (2010) recebeu citação, sendo que o mesmo permanece bem citado até hoje. Este artigo abordou as implicações de desempenho das práticas da economia circular considerando a cooperação da cadeia de suprimentos.

Quadro 6 – Artigos mais citados

Artigo	Título	Periódico	Citações
Zhu, Geng e Lai (2010)	*Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications*	*Journal of Environmental Management*	86
Gregson et al. (2015)	*Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU*	*Economy and Society*	69
Liu e Bai (2014)	*An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China*	*Resources Conservation and Recycling*	38
Linder e Williander (2017)	*Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties*	*Business Strategy and the Environment*	36
Singh e Ordonez (2016)	*Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy*	*Journal of Cleaner Production*	36
Pomponi e Moncaster (2017)	*Circular economy for the built environment: A research framework*	*Journal of Cleaner Production*	33
den Hollander, Bakker e Hultink (2017)	*Product Design in a Circular Economy Development of a Typology of Key Concepts and Terms*	*Journal of Industrial Ecology*	31
McDowall et al. (2017)	*Circular Economy Policies in China and Europe*	*Journal of Industrial Ecology*	29
Despeisse et al. (2017)	*Unlocking value for a circular economy through 3D printing: A research agenda*	*Technological Forecasting and Social Change*	29
Schulz e Bailey (2014)	*The green economy and post-growth regimes: opportunities and challenges for economic geography*	*Geografiska Annaler Series B*	26
Andrews (2015)	*The circular economy, design thinking and education for sustainability*	*Local Economy*	25
De los Rios e Charnley (2017)	*Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design*	*Journal of Cleaner Production*	21
Hazen, Mollenkopf e Wang (2017)	*Remanufacturing for the Circular Economy: An Examination of Consumer Switching Behavior*	*Business Strategy and the Environment*	16
O'Connor et al. (2016)	*A Strategy for Material Supply Chain Sustainability: Enabling a Circular Economy in the Electronics Industry through Green Engineering*	*ACS Sustainable Chemistry & Engineering*	15

Fonte: Autora

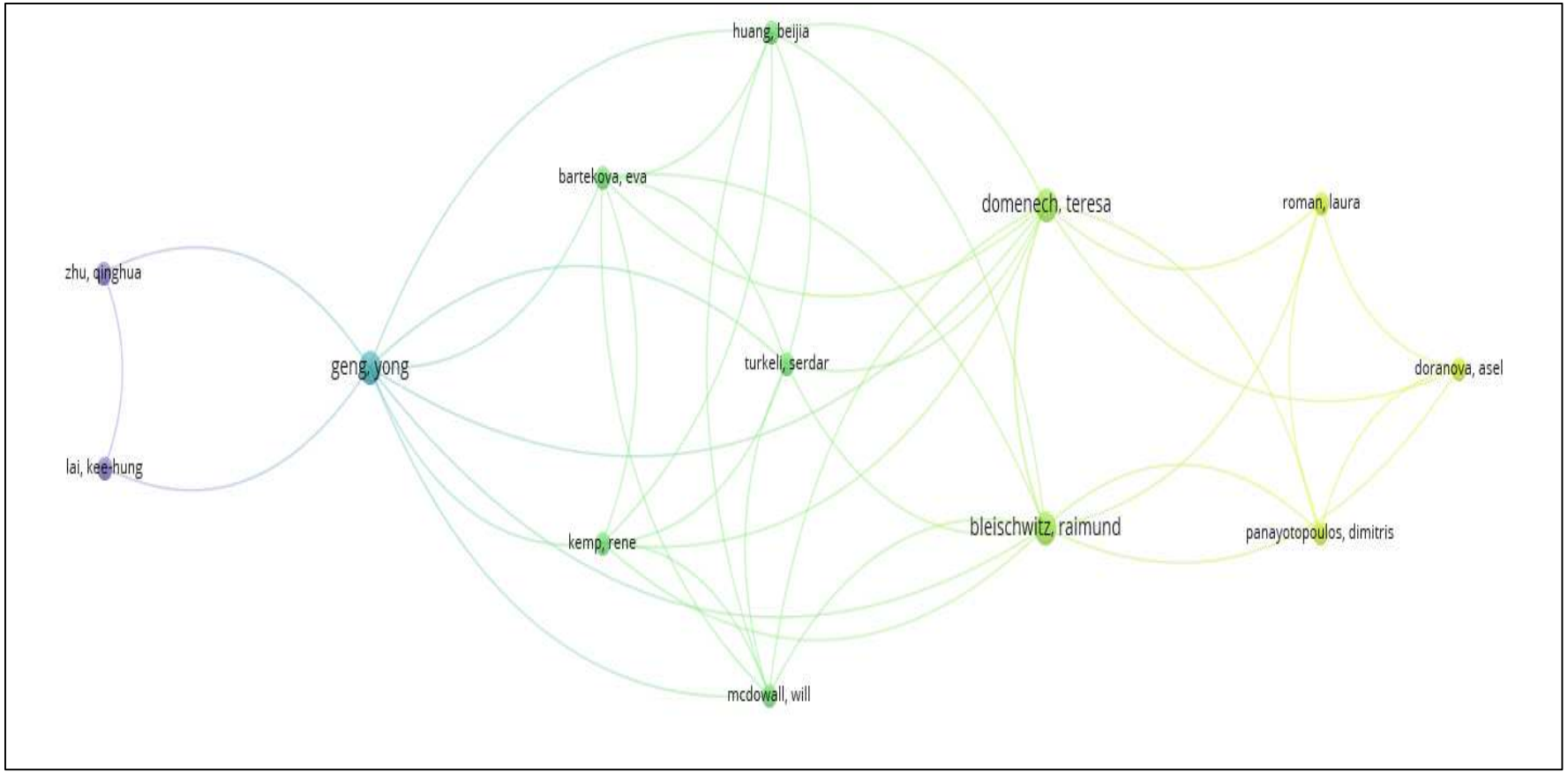
Entre os anos de 2014 e 2016 outros quatro artigos também começaram a receber citações, sendo eles: Gregson *et al*. (2015), que analisaram os principais desafios da

implementação da economia circular em duas empresas do Reino Unido; Liu e Bai (2014), que realizaram uma pesquisa quantitativa com empresas chinesas para analisar o comportamento das empresas no desenvolvimento da economia circular; Singh e Ordoñez (2016), que analisaram os principais aspectos relacionados com produtos desenvolvidos por meio de reutilização de materiais descartados; Schulz e Baley (2014), que exploraram aspectos relacionados com economia verde e crescimento inteligente das cidades; Andrews (2015) que analisou a importância de trabalhar questões relacionadas à economia circular e sustentabilidade como um processo de educação e conscientização.

Entre 2017 e 2019 mais oito artigos começaram a receber citações, sendo eles: Linder e Williander (2017), que pesquisaram as principais incertezas relacionadas com o paradigma da economia circular; Pomponi e Moncaster (2017), que realizaram uma vasta revisão de literatura para explorar os principais conceitos da economia circular; den Hollander, Bakker e Hultink (2017), que analisaram aspectos relacionados ao desenvolvimento de produto considerando as diferenças entre desenvolvimento ecológico e desenvolvimento circular de produto; McDowall *et al*. (2017), que focaram na identificação das principais diferenças entre as iniciativas da economia circular na China e na Europa; Despeisse *et al*. (2017), que buscaram compreender quais são os principais motivadores e as principais barreiras da utilização de impressão 3D no contexto de economia circular; De los Rios e Charnley (2017), que identificaram as práticas de sucesso relacionadas ao paradigma da economia circular; Hazen, Mollenkopf e Wang (2017), que buscaram compreender a opinião de consumidores com relação à produtos remanufaturados, fortemente presentes no contexto da economia circular; O'Connor *et al*. (2016), que pesquisaram a engenharia verde, ou seja, a economia circular na indústria de eletrônicos.

As informações da amostra de 86 artigos foram exportadas da *Web of Science* para o *software Vosviewer*®. A primeira rede analisada foi a de publicações em coautoria (autores), conforme demonstrado na Figura 4. Pode-se observar nesta rede 3 grupos de pesquisa e alguns autores que fazem a ligação entre os grupos, como por exemplo Teresa Domenech, YongGeng e Raimund Bleischwitz. Esses 3 grupos foram identificados através do tamanho do diâmetro das circunferências as quais os autores estão sendo representados.

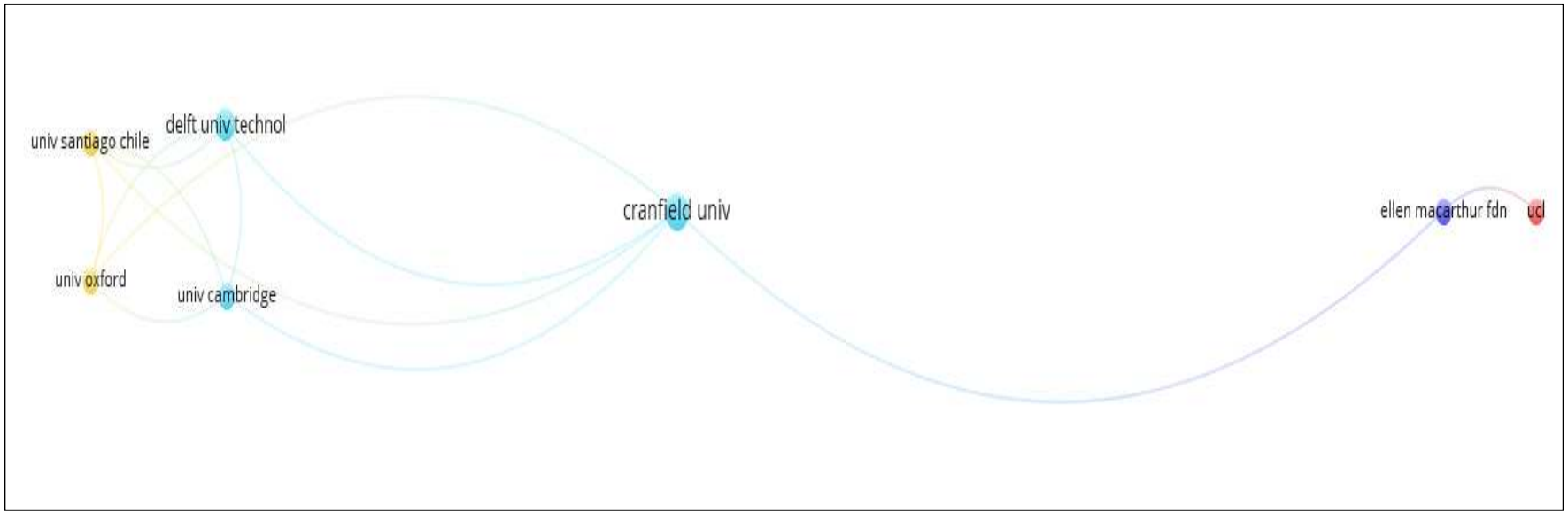
Figura 4 - Rede de publicações em coautoria



Fonte: Autora

A Figura 5 mostra a rede de publicações em coautoria (organizações). Existem apenas dois grupos de organizações conectados pela Universidade de *Cranfied* (Inglaterra). Do lado esquerdo, quatro Instituições de ensino, sendo elas: Universidade de Santiago do Chile (Chile), Universidade de *Oxford* (Inglaterra), Universidade de *Cambridge* (Inglaterra) e Universidade Técnica de *Delft* (Holanda). Do lado esquerdo apenas a Fundação *Ellen Mac Arthur* e a UCL (*University College London*), ambas localizadas na Inglaterra.

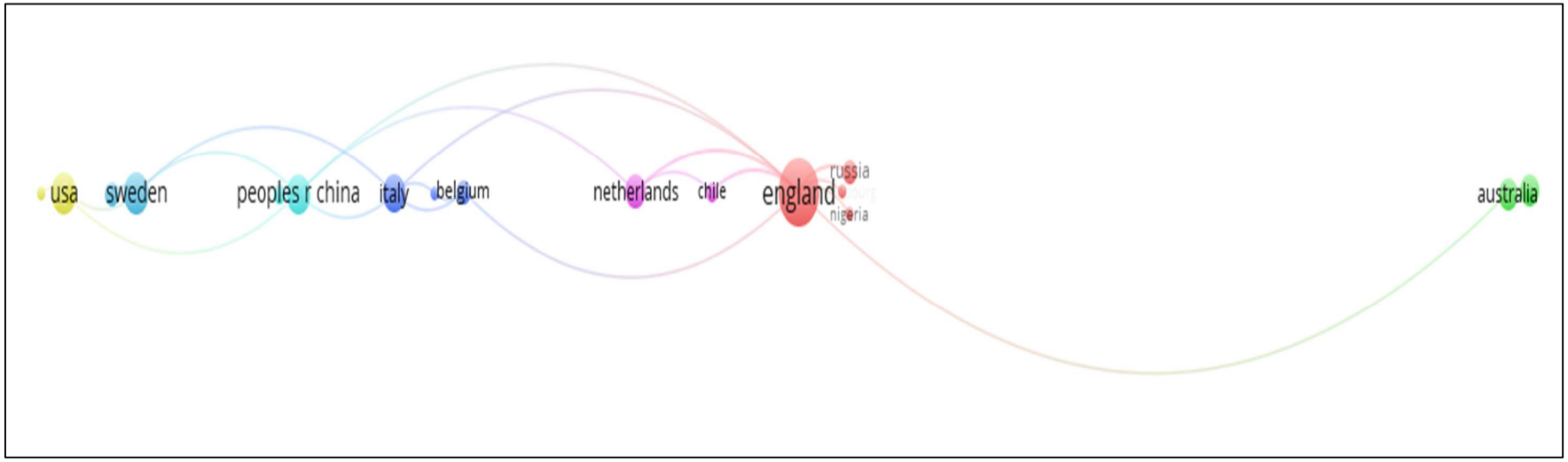
Figura 5 – Publicações em coautoria



Fonte: Autora

A Figura 6 apresenta a rede de publicações em coautoria (países). Esta rede reforça a influência da Inglaterra no tema, como pode ser observado no tamanho da circunferência a qual o país está destacado, sendo que seus principais parceiros de pesquisas são: Austrália, Bélgica, Chile, China, Holanda, Itália, Nigéria e Rússia.

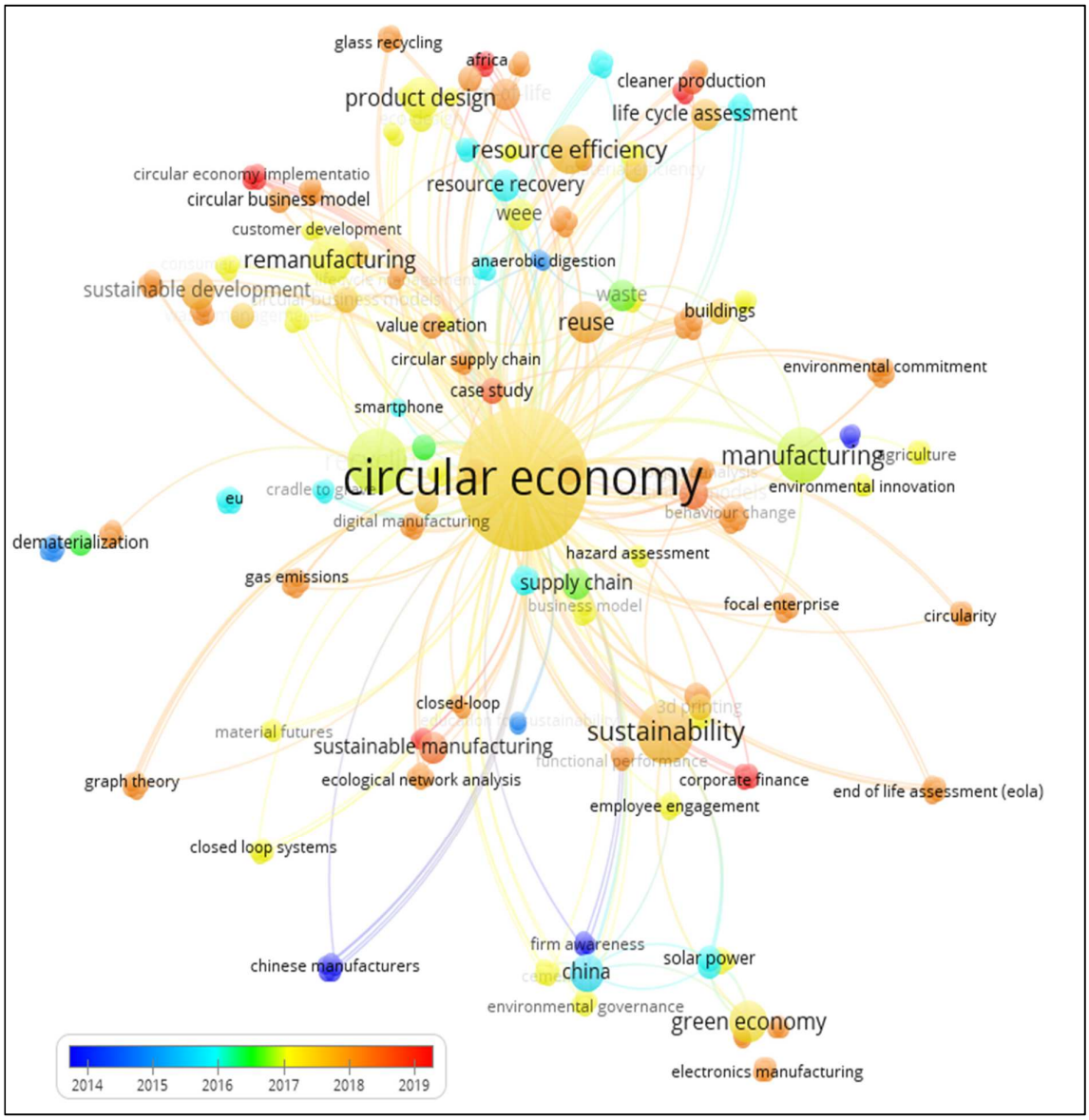
Figura 6 - Publicações em coautoria (países).



Fonte: Autora

A Figura 7 apresenta a rede de palavras-chave com pelo menos 4 citações. Os principais termos que aparecem na rede para abordar economia circular são: *circular economy, circular business model, circular supplychain* e *circularity*. Três palavras-chave distintas também aparecem para abordar sustentabilidade, sendo elas: *sustainable development, sustainability* e *sustainable manufacturing*. Este tipo de análise auxilia o pesquisador na identificação de termos similares ou até mesmo de novas palavras-chave que possam ser relevantes no contexto da pesquisa. É possível acompanhar também a evolução das palavras-chave ao longo dos anos através dos padrões de cores os tons avermelhados indicação as palavras chaves que foram mencionadas mais recentemente.

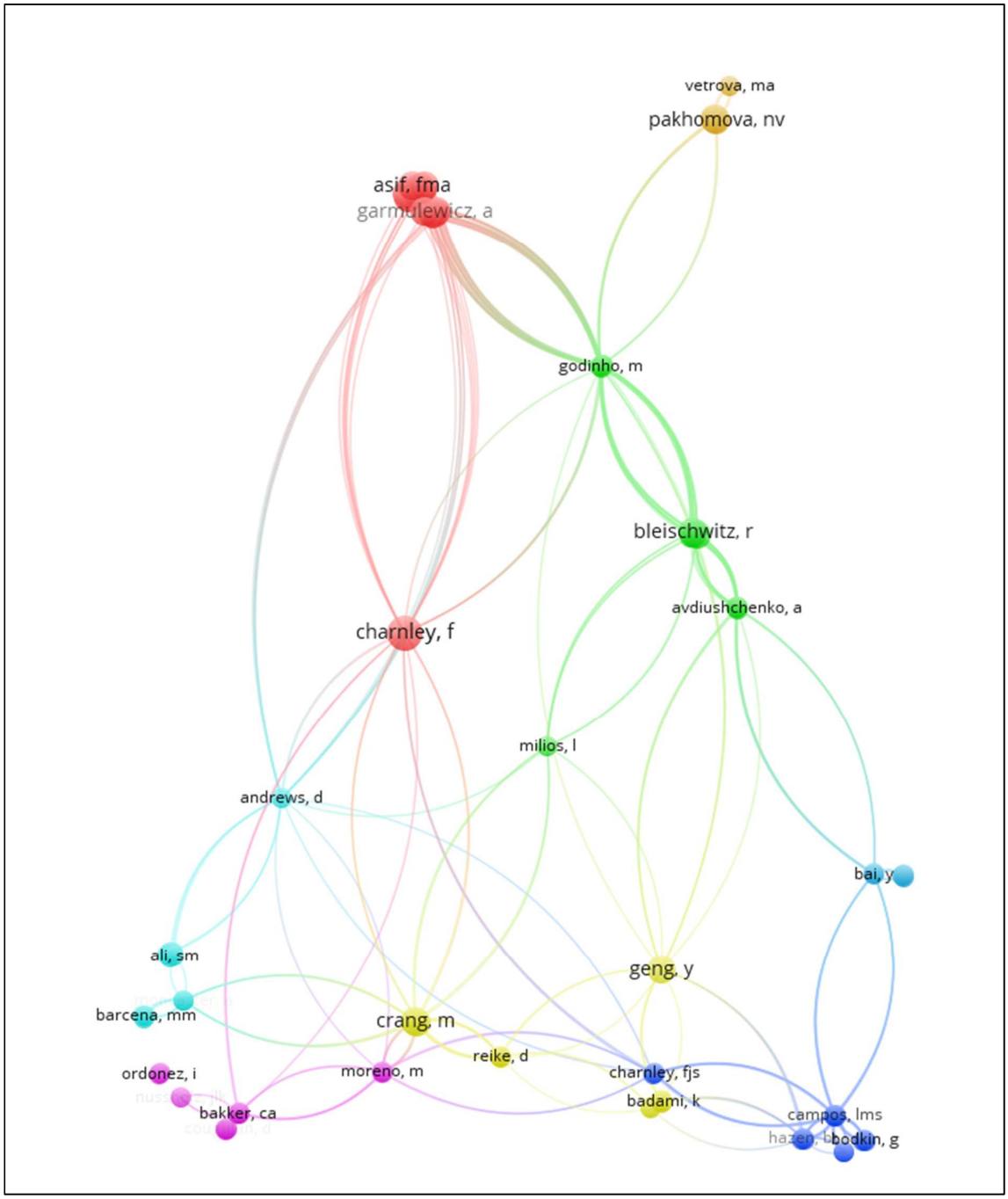
Figura 7 – Rede de palavras-chave



Fonte: Autora

Outra análise é a rede de citação de autores, conforme demonstrado na Figura 8. Os autores mais citados desta rede são Alysia Garmulewicz (Universidade de Santiago do Chile), Farazee Asif (*The Royal Instituteof Technology*), Nadezhda Pakhomova (*Saint Petersburg State University*) e Raimundo Bleischwitz (*University College London*). A Professora Fiona Charnley (*Cranfield University*) é a autora com maior intermediação na rede, ou seja, está conectada com praticamente todos os clusters de autores.

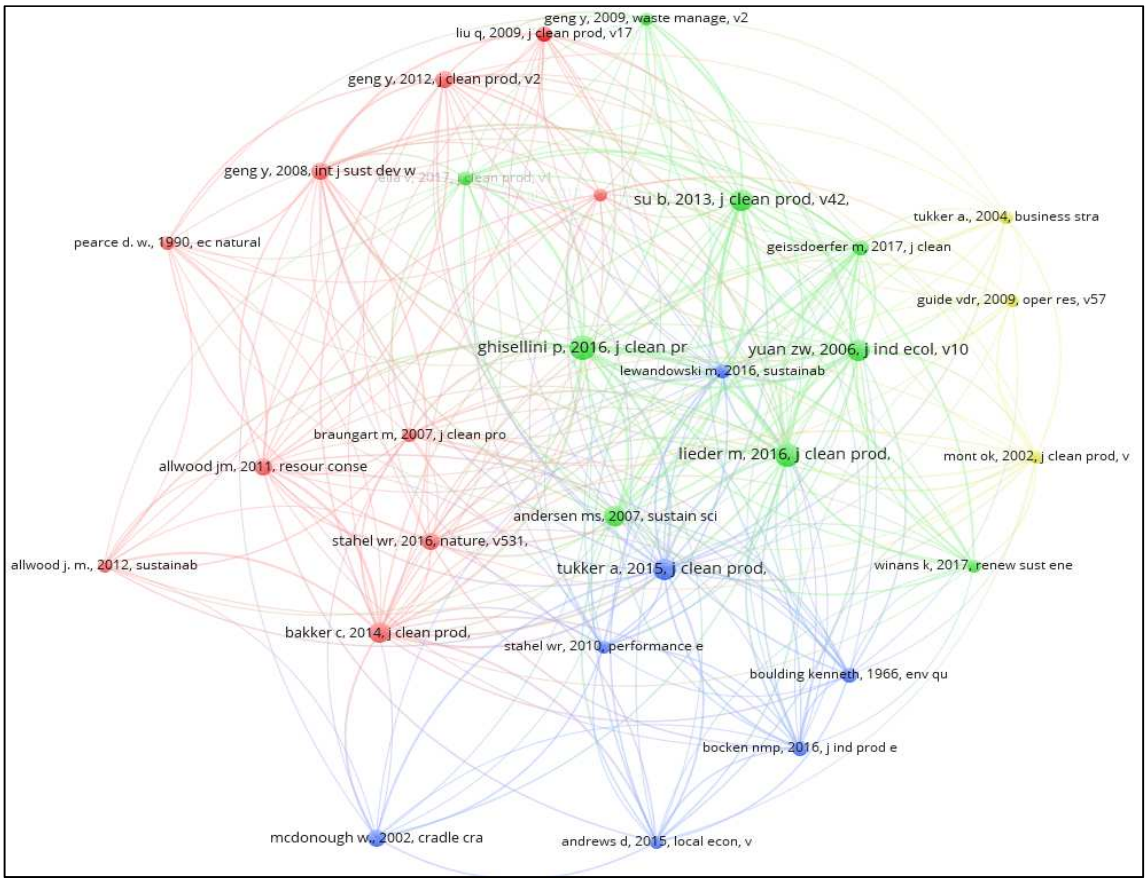
Figura 8 – Rede de citações de autores.



Fonte: Autora

A Figura 9 apresenta a rede de co-citação de artigos para referências. Esta rede considera não somente os 86 artigos resultantes da busca na base de dados, mas também todas as referências citadas nestes artigos.

Figura 9 - Rede de co-citação (referências)



Fonte: Autora

Esta rede foi muito relevante nesta pesquisa, uma vez que complementou a amostra com cinco livros, sendo eles: Boulding (1966) "E*nvironmental quality in a growing economy*", Pearce e Turner (1990) "*Economics of natural resources and the environment*", Mc Donough e Braoungart (2002) "*Cradle to cradle: remaking the way we make things*"; Stahel (2010) "*The performance economy*", All Wood e Cullen (2012) "*Sustainable materials: with both eyes open*" os quais fizeram parte da revisão de literatura desta pesquisa.

Além dos livros, que complementaram a amostra com uma abordagem mais conceitual do tema, várias referências também mais conceituais (revisões de literatura) foram muito importantes para a construção do modelo teórico-conceitual que levou à definição do objetivo desta pesquisa. Algumas destas referências são: Uan, Bi e Morighichi (2006), que focaram sua pesquisa nas ações chinesas de economia circular; Andersen (2007), que concluiu que para alcançar a economia circular de maneira sólida é necessário conhecer bem a economia ambiental; Alwood *et al*. (2011), que se aprofundaram na pesquisa de uma gama de aspectos relacionados à implementação da economia circular; Su *et el*. (2013), que buscou compreender

como a estratégia de economia circular começou a ser implementada nas empresas; Bocken *et al.* (2016), que identificaram as estratégias das empresas que buscam migrar para um modelo de economia circular; Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016), que apresentaram as principais perspectivas da teoria de economia circular; Lewandowski (2016), que focou na economia circular como modelo de negócio; Lieder e Rashid (2016), que exploraram a literatura de economia circular de uma maneira mais abrangente buscando compreender os diferentes contextos; Geissdoerfer *et al.* (2017), que buscaram sintetizar os diferentes termos utilizados nas pesquisas de economia circular; Winans, Kendall e Deng (2017), que apresentou um panorama histórico do tema economia circular.

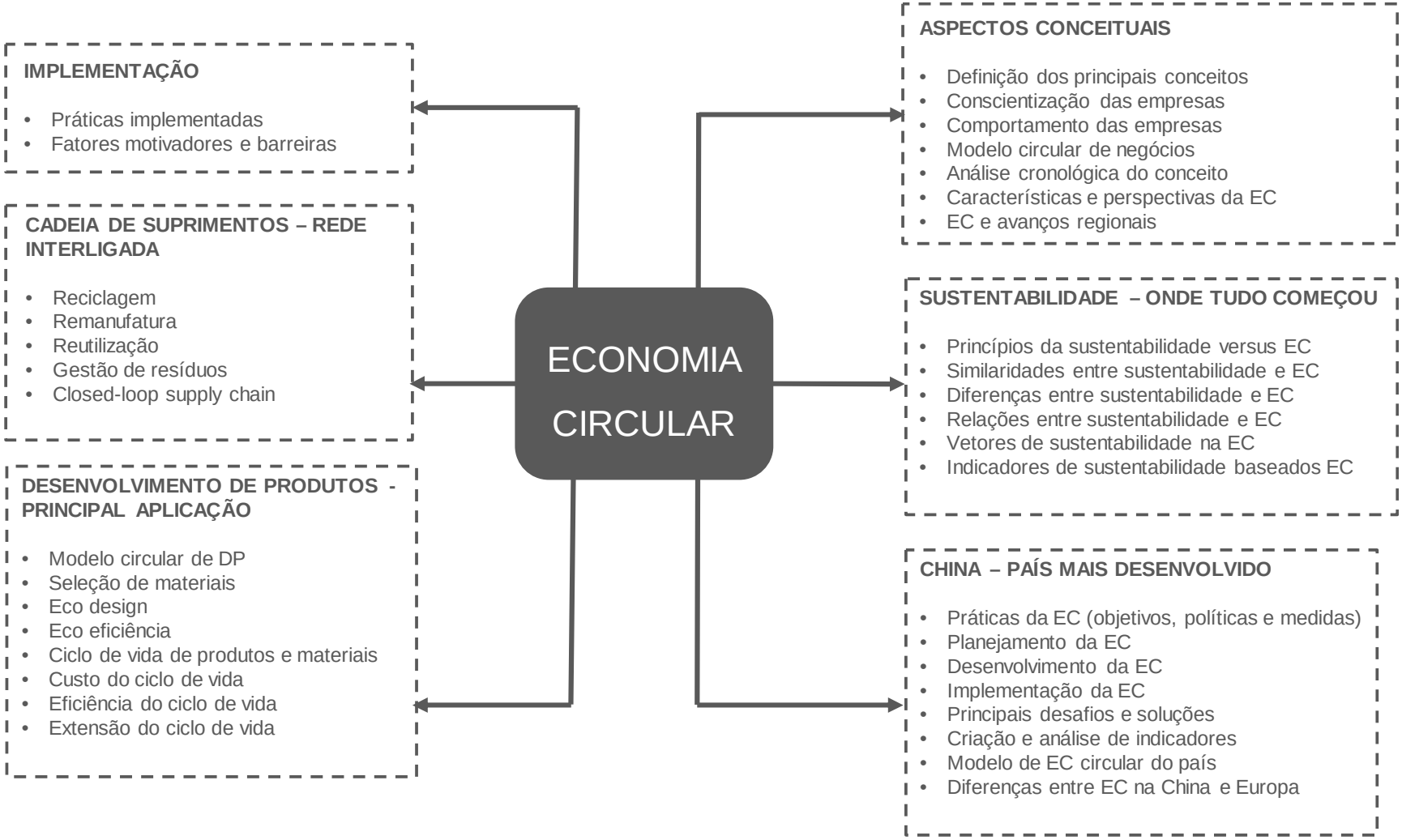
Com base na análise de todo o material resultante da revisão sistemática, a Figura 10 apresenta um panorama do que foi pesquisado, o qual motivou a questão e o objetivo desta pesquisa.

Este panorama traz os principais pilares teóricos identificados na literatura, bem como o estágio da pesquisa no Brasil. As referências e livros citados anteriores permitiram a construção do pilar aspectos conceituais, que mostra a evolução da literatura. O pilar sustentabilidade reforça que as pesquisas em economia circular se basearam nos conceitos já difundidos na literatura de sustentabilidade. O pilar China apresenta cronologicamente como o país se preparou para a economia circular e como se tornou referência de desenvolvimento no mundo.

O pilar desenvolvimento de produto concentra boa parte das pesquisas que aplicaram a economia circular. O pilar cadeia de suprimentos têm pesquisas diversas ao longo de uma rede interligada e por fim, o pilar implementação mostra a realidade das pesquisas brasileiras atualmente, ou seja, o Brasil encontra-se no estágio de compreender os principais fatores motivadores das empresas para a implementação, as principais barreiras, os benefícios, as principais partes envolvidas, etc.

Esta análise foi muito importante para a definição do foco desta pesquisa, com o objetivo de aprofundar este estudo nos tópicos relativos as práticas de implementação. Esta análise também auxiliou para encontrar a lacuna de pesquisa e para a definição dos conceitos principais.

Figura 10 - Panorama do resultado da revisão sistemática da literatura



Fonte: Autora

3.4 ANÁLISE DOS ARTIGOS COM FOCO EM IMPLEMETAÇÃO

Conforme apresentado no item 3.1 desta pesquisa, a análise dos 86 artigos inicialmente pesquisados direcionou o estudo de modo a identificar a lacuna no tema implementação dos conceitos e práticas da economia circular. Uma nova pesquisa foi realizada, na qual optou-se pela utilização da mesma base de dados por se tratar de uma base de dados internacional, com periódicos indexados e com um fator de impacto calculado pelo JCR (*Journal Citation Report*). A nova busca foi realizada com os termos: Título: ("*circular economy*") e como Tópico: ("*implementation*"). Utilizou-se o filtro por tipo de documento, onde resultou em 64 artigos.

A análise considerou apenas os artigos relacionados a manufatura ou desenvolvimento de produtos, a revisão da literatura apresentada no capitulo 2, apresenta os autores relacionados aos aspectos da implementação e suas práticas e ferramentas, aos fatores motivadores e barreiras encontradas na implementação das práticas do EC.

O item 3.6 desta pesquisa, descreve como a revisão da literatura impactou na construção do instrumento de pesquisa utilizado na pesquisa de campo.

3.5 PESQUISA DE CAMPO

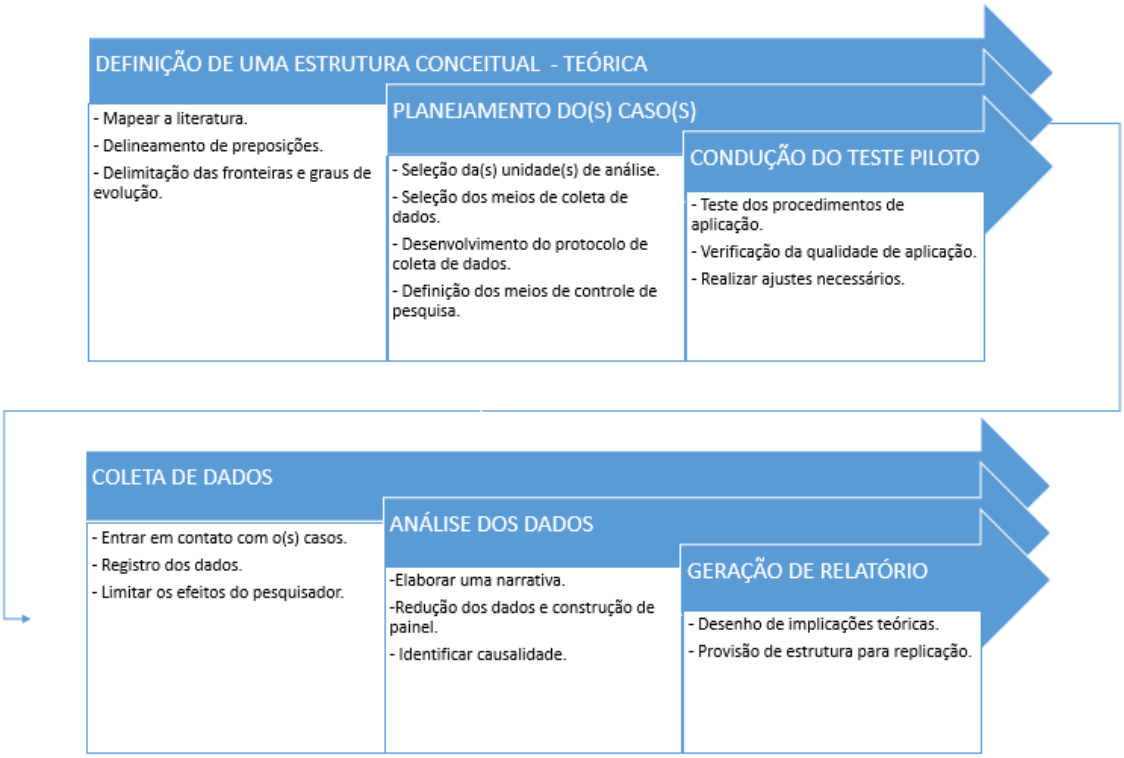
O processo de pesquisa envolve a transformação dos conhecimentos existentes de forma a avançá-lo, ou seja, aprimorar e enriquecer o conhecimento que já foi criado (MIGUEL, 2010). Para tanto é necessário escolher um método para a transformação dos conhecimentos existentes. De tal forma, os métodos de investigação (o que inclui, mas não se limita ao processo de coleta, análise e interpretação dos dados), são pilares essenciais dos pesquisadores na proposição de seus estudos (YIN, 2005).

A pesquisa empírica inicia com a revisão sistemática da literatura relacionada, onde se identifica uma lacuna de pesquisa e proposição de questões de pesquisa que abordem essa lacuna (EISENHARDT e GRAEBNER, 2017).

Por se tratar de um tema relativamente recente, o mapeamento da literatura identificou algumas lacunas, dentre as quais, identifica-se a carência estudos empíricos que analisem as práticas de implementação da economia circular. Este panorama levou ao seguinte objetivo de pesquisa: analisar as práticas da economia circular que estão sendo implementadas nas empresas brasileiras pesquisadas, bem como identificar os principais fatores motivadores e barreiras de implementação.

Para responder ao objetivo desta pesquisa, optou-se pelo método estudo de múltiplos casos, com abordagem qualitativa. Segundo Eisenhardt (1989), o estudo de caso é um método de pesquisa com ênfase no entendimento das dinâmicas em um determinado contexto. Miguel (2010) complementa afirmando que o estudo de caso é um estudo de natureza empírica, que investiga problemas inseridos em um contexto real.

Figura 11 - Etapas do desenvolvimento do estudo de caso



Fonte: Autora “adaptado de” Miguel, 2010, p. 221.

3.5.1 Seleção dos estudos de caso

Segundo Eisenhardt e Graebner (2007), a seleção dos casos é importante, pois deve ser adequado para estabelecer relacionamento com os conceitos da pesquisa. A escolha dos casos concentrou-se em empresas que possuíam alguma prática de caráter sustentável.

Uma das abordagens para escolha das empresas era a presença de componentes de circularidade em seus modelos de negócios. Por isso, a busca inicial se deu por meio da plataforma do Programa CE 100 da Fundação Ellen MacArthur no Brasil (EMF, 2013).

Outro critério adotado para escolha das empresas foi a participação em fórum de discussões e grupos específicos sobre economia circular no LinkedIn®. Esta abordagem gerou a oportunidade de criar contato com profissionais de empresas para discutir o tema EC.

Além disso, a disponibilidade de colaborar com a pesquisa, disponibilizando os colaboradores com o perfil necessário também foi levada em consideração. Optou-se também por selecionar empresas de setor e porte variados com o objetivo de criar uma amostra que pudesse fornecer um panorama mais abrangente.

A quantidade de casos considerada neste estudo, baseou-se na premissa de se observar o maior número de empresas de variados setores e portes, de modo que, fornecesse vários espectros de análise, porém mantendo-se gerenciáveis para a análise de dados qualitativos.

3.5.2 Estudo de caso piloto

Um teste piloto foi conduzido a partir de um roteiro de entrevista semiestruturado. Segundo Miguel (2010) a condução de um teste piloto é essencial para analisar principalmente se os dados obtidos estão associados aos conceitos, bem como ao objetivo da pesquisa. Os critérios considerados para seleção do caso piloto foram os mesmos dos demais casos.

Dentro deste cenário, o caso piloto foi conduzido entre abril e outubro de 2019 em uma empresa que desenvolve atividades de soluções ambientais, desde a década de 80. Para preservação da empresa e indivíduos, a empresa será denominada aqui como SOL. A coleta de dados se deu por meio de entrevista semiestruturada, assim como análise de dados secundários.

A entrevista foi conduzida com o Gerente Comercial da empresa, onde foram apresentados todos os serviços oferecidos pela empresa e as práticas adotadas para validação roteiro de entrevista semiestruturado proposto.

3.5.3 Estudo de casos exploratórios

A etapa de seleção de casos constitui a definição do conjunto das observações que irão compor a amostra da pesquisa, influenciando diretamente a análise dos resultados e as limitações da pesquisa (EISENHARDT, 1989).

Foram realizados estudos em empresas de perfis distintos, sendo que: duas delas destacam-se por oferecer produtos e serviços considerando o modelo de circularidade (SOL e GÁS); duas são do setor automotivo, que apesar de apresentarem modelos de manufatura mais conservadores, estão evoluindo com inovações mais sustentáveis (AUTO e REMAN); a última

foi escolhida pelo ciclo em que se insere, realizando remanufatura de produtos (CAM). Quadro 7 apresenta o perfil das empresas e dos entrevistados, bem como a descrição da coleta de dados.

Quadro 7 - Perfil das empresas e dos entrevistados

Casos	Setor de atuação	Entrevistado	Função	Coleta de dados
SOL	Serviços	1	Gerente Comercial	Vídeo conferência
		2	Diretor – Fundador	
AUTO	Automotivo	3	Eng. Planejamento de Planta	Visita à planta
		4	Líder de Produção	
GÁS	Energia	5	Analista de Sustentabilidade Senior	Vídeo conferência
REMAN	Autopeças	6	Coordenador de Remanufatura	Visita à planta
		7	Eng. de Pós Vendas	
CAM	Automotivo	8	Eng. de Manutenção	Visita à planta
		9	Eng. Marketing do Produto	

Fonte: Autora

3.6 INSTRUMENTO DE PESQUISA E COLETA DE DADOS

O roteiro de entrevista semiestruturado foi desenvolvido com base no objetivo específico da pesquisa e na revisão da literatura, e, posteriormente avaliada e finalizada com a condução o estudo de caso piloto. Conforme descrito na seção 3.1 desta pesquisa, a revisão da literatura foi baseada, principalmente na leitura dos artigos disponíveis na base de dados do *Web of Science*. Também foi realizada pesquisa em outras fontes, tais como Fundação Ellen MacArthur, documentos e órgãos governamentais.

Os principais conceitos orientadores desta pesquisa foram apresentados no capítulo 2 desta pesquisa. Outros resultados da revisão da literatura sobre implementação da EC e suas práticas relacionados foram relacionadas no Quadro 8, o qual apresenta os principais conceitos, divido em seis sessões: aspectos conceituais, benefícios da EC, desenvolvimento de produto, fatores motivadores da implementação, barreiras de implementação e os envolvidos na implementação. Estes conceitos permitiram a elaboração do roteiro de entrevista semiestruturado disponível no Apêndice A.

No processo de coleta de dados, foram obtidas informações de múltiplas fontes, de forma a garantir rigor de pesquisa (VOSS, TSIKRIKTSIS, FROHLICH, 2002). Os instrumentos de coleta de dados foram o roteiro de entrevista, análise de documentos e

observação. As entrevistas foram realizadas pessoalmente e/ou por teleconferência. O conteúdo foi gravado e transcrito para posterior análise dos dados.

O quadro 8 apresenta a síntese dos conceitos e a relação dos artigos que contribuíram para a construção do instrumento de pesquisa.

Quadro 8- Síntese dos conceitos

Fatores de pesquisa	**Referências**
Aspectos conceituais.	Helsmati (2015), Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2018), Kumar et al. (2019), Lieder et al. (2017);
Benefícios da Economia Circular.	Camacho-Otero, Boks e Pettersen (2018), Jesus e Mendonça (2018), Kumar et al. (2019);
Desenvolvimento de produto – práticas da economia circular.	Unal e Shao (2019), Kumar et al. (2019) e Pinheiro et al. (2019)
Fatores motivadores de implementação da economia circular.	Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2018), Kumar et al. (2019) e Pinheiro et al. (2019)
Barreiras de implementação da economia circular.	Agyemang et al. (2019), Geng e Doberstein (2008), Kumar et al. (2019),Su et al. (2013), Pinheiro et al. (2019) e Winasns, Kendall e Deng (2017);
Stakeholders envolvidos na interação entre desenvolvimento de produto e economia circular.	Agyemang et al. (2019), Jesus e Mendonça (2018), Pinheiro et al. (2019).

Fonte: Autora

3.7 ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Eisenhardt e Graebner (2007) cada caso analisado serve como um experimento único que se mantém como uma unidade analítica. Sendo assim, foi realizado um relatório de análise intra-caso abordando os principais tópicos do roteiro. Neste processo, levantou-se a necessidade de esclarecimentos e novas evidências junto aos entrevistados e documentos. Uma vez concluída a análise intra-caso, foi realizada uma análise cruzada entre os casos e posteriormente uma discussão destes resultados com a literatura.

4. APRESENTAÇÃO DOS CASOS

Esta pesquisa empírica envolveu cinco empresas, sendo uma delas utilizada como estudo de caso piloto e as demais para os estudos de caso exploratórios. As empresas estudas desenvolvem atividades em setores variados conforme apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Estudos de casos

Caso	SOL	AUTO	GÁS	REMAN	CAM
Setor de atuação	Serviços	Automotivo	Energia	Autopeças	Automotivo
Porte	Pequena	Grande	Grande	Grande	Grande
Nacionalidade	Brasileira	Americana	Brasileira	Americana	Alemã
N° de Funcionários	19	+ 5000	3500	3000	+ 3000
Ano de Fundação	1985	1925	1937	1959	1995
N° Entrevistados	2	2	1	2	2

Fonte: Autora

A seguir estão apresentados os resultados dos estudos de caso.

4.1 ESTUDO DE CASO PILOTO (SOL)

A empresa aqui apresenta como piloto, denominada SOL para efeito desta pesquisa, é de pequeno porte, de origem nacional e do segmento de serviços, a empresa atualmente possui dezenove funcionários e está situada na região de Campinas, no estado de São Paulo.

A empresa SOL está no mercado desde a década de 80, com o objetivo de prestar serviços para recuperação, proteção e conservação do meio ambiente, desenvolvendo e aplicando tecnologias para tratamento de águas, efluentes e resíduos industriais. Dentre os clientes da empresa SOL, destacam-se indústrias químicas, petroquímicas, têxteis, automotivos, farmacêuticas, máquinas e equipamentos, entre outros. Como compromisso, a empresa oferece a gestão global de resíduos industriais, seguindo normas e procedimentos conforme legislação vigente.

<u>Escopo das atividades</u>

A empresa surgiu com o ideal de auxiliar outras empresas com o cumprimento das leis e políticas, formando parcerias e criando novas oportunidades de serviços e produtos a partir

do ideal de circularidade, não optando apenas pela destinação ou descarte correto de produtos em fim de vida, mas também beneficiando e reprocessando esses produtos e resíduos.

Dentro do escopo de serviços prestados pela empresa, os principais são: tratamento de águas e efluentes industriais, coprocessamento e armazenamento temporário de resíduos, trituração de materiais e resíduos industriais e auxílio ao licenciamento ambiental.

Através de processos de logística reversa (LR), processamento e investimentos, o modelo cria um ecossistema sustentável para diversos tipos de produtos. A empresa atualmente trabalha com uma gama de produtos diversificadas tais como produtos à base de plásticos, borrachas, vidros, cosméticos, resíduos industriais e resíduos de obras civis.

A solução foi desenvolvida com base em parcerias onde as empresas produtoras contratam a empresa aqui analisada para a realização da logística reversa, a qual é realizada por transportadoras parceiras, permitindo uma abrangência maior em todo o território nacional. Além da coleta do produto ou resíduo, a empresa SOL destina os produtos em fim de vida, conforme a necessidade e particularidades de cada produto.

Práticas alinhadas do modelo de Economia Circular

O modelo de EC do estudo de caso utilizado como piloto para esta pesquisa, ocorre no contexto da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n°12.305, de 2 de agosto de 2010, combinada com leis de licenciamento ambiental que estão expressas na Lei 6.938/81, que implementa o conceito de responsabilidade compartilhada. Bem como nas Resoluções CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n° 140/2011 que visa a transparência ao cumprimento à Política Nacional do Meio Ambiente.

Para produtos à base de vidro, plástico e borracha, é realizada a logística reversa nos postos de vendas dos produtos que estão para vencer. A empresa SOL faz a coleta e a descaracterização desses produtos, e retorna os materiais como insumo para a empresa contratante.

Já com cosméticos, a empresa SOL faz a coleta nos postos de vendas, assim como no caso anterior, faz a descaracterização das embalagens e retorna-as para fornecedores destas embalagens. Já o conteúdo químico é armazenado e descartado em locais aprovados por leis ambientais, conforme a composição.

Além dos dois processos citados anteriormente, um dos principais nichos de mercado da empresa SOL é o coprocessamento de resíduos de obras civis e reprocessamento de resíduos industriais. No primeiro caso, os resíduos de obras civis, principalmente a base de cimento são coletados e é realizado o coprocessamento por meio do processo de clinquerização.

Segundo Costa *et al*. (2013) o clínquer é um material granular e rígido, considerado um pó homogêneo (farinha), de diferentes matérias-primas moídas e misturadas que, quando submetido a altíssimas temperaturas, se transforma em rocha. Esse material é, então, introduzido em um forno rotativo onde é aquecido até uma temperatura de 1450 °C, momento em que ocorre a clinquerização (COSTA et al., 2013).

É importante ressaltar que, durante as elevadas temperaturas alcançadas no interior dos fornos rotativos, ocorre a reação química de calcinação do calcário. Esse processo faz referência ao momento em que a rocha calcária (CaCO3) é transformada em cal virgem (CaO), liberando grandes quantidades do gás CO2 (COSTA et al., 2013).

Geralmente o combustível para alimentar esses fornos são de fontes não renováveis como o petróleo e o carvão devido ao elevado poder calorífico e o baixo custo de obtenção. Porém, a empresa SOL em parceria com outras empresas, faz a coleta de resíduos e rejeitos industriais, transformando-os em biomassa e utiliza-os como combustível aos fornos de coprocessamento e também fornecem não só clínquer mas também a biomassa para as indústria cimenteiras, reduzindo assim os impactos ambientais e gerando um grande ecossistema simbiótico.

Oportunidades e motivações na implementação de práticas circulares

Quando questionados sobre economia circular, os entrevistados 1 e 2, ambos entendem que ainda há pouca divulgação sobre o tema, apenas em alguns segmentos específicos como bateria, pneus, sucata metálica e embalagens o conceito está mais difundido.

Porém, até mesmo pelo proposito da empresa SOL, a divulgação comercial dos serviços prestados impulsiona às práticas alinhadas ao conceito de circularidade. Onde as empresas possuem obrigações com regulamentações e políticas de determinam responsabilidade com relação a resíduos e fim de vida de produtos, a empresa SOL auxilia as empresas no cumprimento destas obrigações.

Barreiras na implementação de práticas circulares

A principal barreira encontrada pela empresa na visão dos 2 está relacionada às práticas da EC, uma vez que ainda existem muitas dúvidas sobre como implementá-las. Segundo a empresa SOL há muitas empresas que oferecem o serviço de consultoria quanto ao conceito da EC, porém não apresentam as condições técnicas para implementação e realização do trabalho.

Os custos com inovação e tecnologias também foram apontados pelos 1 e 2. Novas tecnologias podem auxiliar na redução de resíduos e/ou na recuperação dos mesmos.

Regulamentações e políticas públicas são consideradas fatores motivadores e ao mesmo tempo barreiras. Muitas das políticas são precárias e para alguns setores distintos ainda são inexistentes.

Um exemplo citado pelos entrevistados 1 e 2 são os aterros sanitários, os quais apresentam diversos problemas operacionais e de gestão. O parque de incineração é bastante precário e incipiente, o que torna a necessidade da substituição da energia e mineral em fornos de cimento uma alternativa. Porém, no estado de São Paulo ainda há certa relutância em se autorizar e regulamentar a técnica.

Envolvidos na implementação das práticas circulares

Dentre os envolvidos junto a empresa SOL como impulsionadores para a implementação da economia circular, o principal deles são os clientes. Como o modelo de negócio da empresa SOL é prestar serviços quanto a destinação, reaproveitamento e logística reversa de produtos, os clientes acabam sendo os maiores parceiros para que as práticas sejam aplicadas.

Outros envolvidos podem ser citados:

a) Governo – uma vez que a empresa presta serviços para regulamentação quanto a leis e resoluções especificas para resíduos industriais;
b) Mercado – como mencionado acima, a empresa SOL é grande aliada de seus clientes para movimentar as práticas circulares;
c) Recicladores – parte dos produtos retornados são direcionados a reciclares regionais, o que impulsiona a economia regional.

Principais clientes

Os principais clientes da empresa SOL são empresas, de diversos segmentos que realizam a contratação da prestação de serviços conforme a necessidade do descarte de materiais e resíduos, seja pela LR, descaracterização e destinação dos resíduos ou apenas para assuntos regulatórios, ligados a consultoria para regularização de processos.

4.2 ESTUDOS DE CASOS EXPLORATÓRIOS

Esta seção apresenta os resultados da coleta de dados para os casos exploratórios estudados nesta pesquisa, permitindo uma visão geral das práticas alinhadas aos conceitos de

EC implementadas nas empresas, bem como as oportunidades, barreiras e parceiros envolvidos na implementação dessas práticas.

4.2.1 Empresa automotiva de veículos comerciais (AUTO)

A empresa aqui denominada como AUTO, é uma multinacional americana do setor automotivo (montadora). A empresa foi fundada no Brasil no ano de 1925 na cidade de São Paulo. Atualmente a empresa conta com mais de cinco mil funcionários divididos em quatro plantas fabris.

Escopo das atividades

Atualmente a empresa produz motores e transmissões para linha de veículos leves (motores a gasolina e álcool) e realiza a montagem dos veículos. O processo de manufatura é bastante tradicional, apenas parte de sua linha de montagem tem processos totalmente automatizados e robotizados. A manufatura de automóveis no Brasil ainda é bastante conservadora.

No mercado brasileiro a empresa auto foi responsável por aproximadamente quinze por cento (15%) das vendas de veículos leves, o que significa mais de um milhão de veículos produzidos e licenciados nos últimos 3 anos, o tornando-a líder no mercado brasileiro (ANFAVEA, 2018).

Práticas alinhadas do modelo de Economia Circular

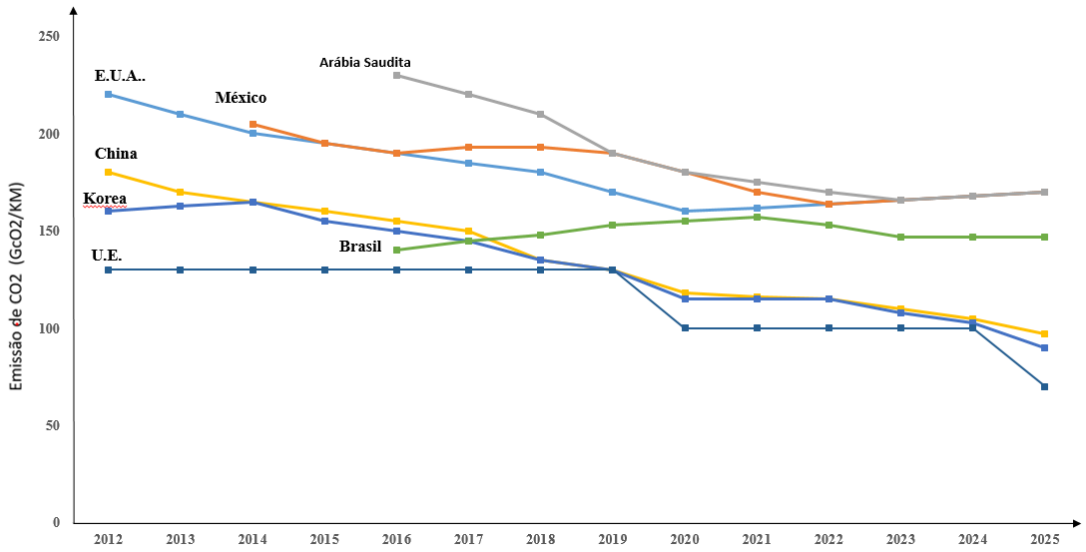
A empresa Auto possui quatro pilares institucionais os quais são: Segurança, Sustentabilidade, Voluntariado e Desenvolvimento de talentos em engenharia e matemática. No pilar sustentabilidade, a empresa tem como missão a interação com os pilares econômicos e sociais, vindo de encontro com o conceito da economia circular. Dentro desse pilar estão descritas as seguintes práticas:

a) Incentivar ações sustentáveis nos fornecedores, escritórios, fábricas e concessionários da marca;
b) Desenvolver produtos inovadores com menos impactos de poluentes no meio ambiente;
c) Estimular a sociedade a praticar ações sustentáveis nas suas comunidades.

Segundo observado na entrevista, as principais práticas adotadas pela empresa Auto correlaciona manufatura ao design do produto.

Segundo Relatório e Sustentabilidade 2018 da empresa AUTO, a companhia tem como objetivo reduzir mais de dois bilhões de toneladas métricas de dióxido de carbono através das emissões veiculares. Porém, esse relatório é de âmbito global, para o Brasil os valores não são tão expressivos como o demonstrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Emissões de CO2



Fonte: Autora “adaptado de” Relatório Global Empresa Auto (2018).

No Brasil, é estabelecido através da Lei n° 8723, de 28 de outubro 1993, como parte integrante da Política Nacional de Meio Ambiente que os fabricantes de motores e veículos automotores e os fabricantes de combustíveis são obrigados a tomar as providências necessárias para reduzir os níveis de emissão de monóxido de carbono, óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, fuligem, material particulado e outros compostos poluentes nos veículos comercializados (BRASIL, 1993).

Diante desta lei, várias portarias e resoluções vão alterando e reduzindo os níveis de emissões de gases poluentes, o que sugere a inovação tecnológica para combustíveis mais limpos, como as utilizadas em veículos híbridos e elétricos. Segundo o entrevistado 3 da empresa Auto, a viabilidade econômica de um veículo híbrido e/ou elétrico ainda é baixa. A demanda por este nicho de mercado no Brasil ainda é pequena, considerando o mercado de veículos leves a qual a empresa AUTO se enquadra.

No âmbito de manufatura, a empresa Auto pratica ações globais para a manutenção dos pilares de sustentabilidade. Em cada planta de manufatura há um ou mais engenheiros

ambientais, os quais reportam os incidentes, ações e benfeitorias para a matriz nos Estados Unidos.

As principais ações tomadas por todas as plantas da empresa Auto são, redução de resíduos, com projetos para reduzir desperdícios e poluentes, incentivando diariamente cada colaborador ligado direta ou indiretamente a manufatura e a conscientização quanto a reciclagem. Desde a etapa de embalagens de peças que alimentam a linha de montagem até os copos descartáveis utilizados nos escritórios são direcionados as associações de catadores e recicladores.

O uso racional da água também é uma ação atuante da empresa Auto, tendo em suas plantas um posto de tratamento de água e efluentes, bem como a utilização de água de reuso, principalmente para alimentar sanitários.

Oportunidades e motivações na implementação de práticas circulares

Durante a entrevista, foram levantadas como principais motivadores para implementação da EC o fortalecimento da comunicação entre a sociedade e a indústria, uma vez que para a empresa AUTO, a sociedade sempre demonstrará interesse pelas políticas ambientais das indústrias.

Outra questão abordada pelo entrevistado 3 foi quanto a criação de novos empregos dentro das comunidades próximas as unidades fabris. O descarte de resíduos recicláveis possibilita a geração de cooperativas de catadores. Essa ação não só movimenta a economia da região como também assegura as práticas para eliminação dos impactos ambientais.

Além dos fatores sociais e ambientais, a questão econômica é um grande motivador para a empresa Auto, onde a competitividade cada vez maior no setor e a necessidade de redução de custos estruturais são vistos a cada dia como os principais pilares para a viabilidade de futuros negócios.

Segundo os entrevistados 3 e 4, empresas com políticas e práticas circulares são bem vistas pela sociedade e governo, a imagem da empresa é o maior motivador interno para alavancar as práticas sustentáveis dentro da empresa AUTO.

Barreiras na implementação de práticas circulares

Durante a entrevista, alguns pontos foram levantados sobre as barreiras encontradas para a implementação de práticas alinhadas ao conceito de Economia Circular. Os entrevistados 3 e 4 apontaram as seguintes barreiras:

a) Alto custo com a implementação: atualizar processos internos de montagem, com novas tecnologias mais limpas é muito oneroso para a empresa, o que dificulta a tomada de ações mais assertivas quanto às práticas mais circulares;
b) Falta de apoio de órgãos governamentais para o esclarecimento de dúvidas e práticas, ou falta de portarias que assegurem a confiabilidade das práticas;
c) Falta de conhecimento e conscientização de consumidores finais e de integrantes da cadeia de suprimentos.

Este último é o grande impactante para a aceitação de produtos remanufaturados, a falta de conhecimento e consciência dos consumidores finais inibem a abertura de mercado para produtos de reposição remanufaturados, o que desestimula a cadeia de suprimentos a operar de maneira reversa, fazendo a coleta dos produtos substituídos, explica o entrevistado 3.

Há barreiras também quanto aos aspectos de produtos mais alinhados às práticas circulares, custos altos de novas tecnologias para aplicação de novos materiais menos agressivos ao ambiente, sendo pelo ciclo de vida ou emissões de gases poluentes.

Segundo o entrevistado 4, no Brasil os aspectos institucionais e culturais ainda são uma barreira a ser vencida, a formação de parcerias e as incertezas de mercado para produtos mais sustentáveis ainda é um impasse no mercado automotivo, pois o valor de aquisição se torna muito alto para a demanda de mercado existente para este nicho de produto.

Envolvidos na implementação das práticas circulares

Dentro do contexto da empresa AUTO, o principal envolvido nas práticas circulares, é o Governo, no qual a empresa busca apoio para desenvolvimento de produtos mais eficientes, com menor consumo de combustíveis fósseis e menor geração de poluentes.

Cadeia de suprimentos também está envolvida em parcerias, apesar de também ser uma barreira, os quais são poucos fornecedores envolvidos com práticas circulares, há a demanda para se atender as exigências políticas e de mercado, conta o entrevistado.

Principais clientes

O mercado da empresa Auto é misto, sendo uma fatia maior para a sociedade civil. Empresas e Governo também fazem aquisição de automóveis da marca.

4.2.2 Empresa distribuidora de GLP (GÁS)

Há mais de oitenta anos, a empresa estudada, denominada aqui como GÁS, atua no setor de energia, sendo a primeira empresa brasileira a trabalhar com o GLP – gás liquefeito de petróleo - engarrafado e vendido a granel no país. Atualmente a empresa possui dezoito bases de engarrafamento e outras vinte e cinco de estocagem e distribuição pelo território nacional.

A empresa GÁS possui mais de três mil funcionários e fornece mais de um milhão e setecentas toneladas de GLP para mais de onze milhões de domicílios e cerca de cinquenta e dois mil clientes empresariais.

Escopo das atividades

A empresa GÁS é responsável por engarrafar, distribuir e comercializar GLP a granel em todo o território nacional. Os botijões chegam as bases de produção, seja via do fornecedor novos ou retornados de campo, e passam por inspeção para verificar se estão aptos para o envase. Os que não estão, são enviados para manutenção ou sucateamento.

Os botijões aptos são enviados para um equipamento chamado carrossel eletrônico, onde o enchimento é feito com precisão e depois os botijões são pesados. Para segurança, todos os produtos passam por verificação automática de vazamento, onde são checados o anel de vedação da válvula e outros componentes. Após o processo de engarrafamento do GLP, os botijões são lavados e higienizados, na sequência pintados e etiquetados com a data e local do engarrafamento e lacrado. Depois são encaminhados para as bases de distribuição.

Além do fornecimento do GLP a empresa GÁS fornece consultoria energética, de negócio e engenharia, conforme apresentado:

a) Condomínios – utilização de tecnologia para que o cliente possa controlar o consumo por meio de smartphone;
b) Para comércio e serviços - fornecimento de fornos para uso em pizzarias, churrascarias, hotelaria, hospitais, lavanderias, padarias, etc. Os fornos são preparados para redução do consumo de oxigênio, redução e emissão de poluentes, aumento da vida útil do forno, entre outros benefícios;
c) Indústria – fornos e aquecedores de fluido térmico para usinas de asfalto, cervejarias e lavanderias industriais, os quais proporcionam uma queima mais limpa do combustível, melhorando a eficiência energética;

d) Agronegócios – utilização do GLP na torra do café, onde é possível controlar a caloria correta com ausência de contaminação e emissão de poluentes decorrente a queima da lenha.

Práticas alinhadas do modelo de Economia Circular

O GLP é obtido em duas formas: na primeira ocorre o refino do petróleo, quando a substância é obtida na parte alta da torre de destilação, após a retirada dos óleos combustíveis (GÁSolina, querosene, diesel e nafta); a segunda, em escala reduzida, acontece a partir do processamento do gás natural.

Embora proveniente de combustível fóssil, o GLP é uma energia mais limpa do que a lenha, carvão e diesel, constituindo uma excelente alternativa energética. Outra vantagem competitiva é que o produto não é tóxico ao meio ambiente (mananciais, água e solo).

Uma das preocupações apontadas pela empresa GÁS se refere os índices de emissões de gases de efeito estufa (CO2) através de suas unidades-base, lojas e veículos de transporte do GLP. Segundo a empresa, ações para reduções de emissão vêm sendo discutidas e aplicadas rigorosamente conforme dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Emissões diretas de CO2 – distribuição de GLP

Origem	2016	2017	2018
Emissões diretas das unidades-base e lojas próprias.	1.348	1.468	1.536
Frota de veículos próprios.	14.685	14.249	13.992
Total	16.033	15.717	15.528

Fonte: Autora “adaptado de” Relatório anual empresa GÁS (2018)

Uma das medidas que impactaram positivamente a redução das emissões foi a utilização de *software* de otimização da malha logística, recomendando as rotas mais eficientes entre as refinarias até as bases de envase. Outra solução foi a obrigatoriedade da utilização de dados de telemetria dos veículos terceirizados para que a empresa pudesse tomar decisões com maior agilidade, melhorando o desempenho das frotas e reduzindo o consumo de combustível.

Outro ponto relevante é o consumo de água e a geração e descarte de efluentes. Um dos processos que mais geram consumo de água e geração de resíduos é a lavagem dos botijões. Para tornar a atividade mais eficiente e ambientalmente responsável, a empresa investiu em

equipamentos que permitem o reaproveitamento da água utilizado no processo, tornando o circuito de lavagem praticamente fechado, como noventa por cento (90%) de eficiência.

Quanto a geração e resíduos reciclados, a empresa se compromete a fazer a separação dos resíduos, classificados quanto ao tipo de resíduos e disposição. São destinados à reciclagem os resíduos como papel, sucata, vidro, borracha, óleo vegetal e madeira. No âmbito de resíduos tóxicos e/ou perigosos estão EPIs – equipamentos de proteção individual contaminados e borras de tintas, os quais são encaminhados para o coprocessamento ou reprocessamento. Lâmpadas são descontaminadas e recicladas e materiais ambulatoriais são incinerados. Materiais orgânicos e de construção civil são enviados à aterros sanitários.

A empresa GÁS promove dois projetos importantes dentro das comunidades que estão inseridos, sendo o primeiro a Campanha junte óleo, implementado e 2014, é uma parceria entre a empresa GÁS, com a BUNGE e o instituto Triangulo, que a cada dois litros de óleo de cozinha usado, acondicionado em garrafas pet e entregue ao vendedor da empresa GÁS, o consumidor recebe duas pedras de sabão biodegradável. O projeto está atualmente presente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Ceará e Bahia.

O segundo projeto Pega pilhas, baterias e celulares, o qual a empresa GÁS faz a coleta do lixo eletrônico e destina-os corretamente, sendo para reciclagem ou reprocessamento. Em 2018, a empresa foi responsável por encaminhar aproximadamente mil e trezentos quilogramas de material eletrônico para reciclagem.

Oportunidades e motivações na implementação de práticas circulares

Um dos valores identificados na entrevista, foi o valor sócio ambiental, o qual a empresa adota dezessete objetivos alinhados ao Pacto Global das Nações Unidas desde 2009. O Pacto Global foi lançado no ano 2000, pelo então secretário-geral das Nações Unidas, Kofi Annan, o qual descreve que as empresas devem alinhar suas estratégias e operações com os princípios universais nas áreas de Direitos Humanos, Trabalho, Meio Ambiente e Anticorrupção. O pacto ainda prevê que as empresas desenvolvam ações que contribuam para o enfrentamento dos desafios da sociedade (PACTO GLOBAL, 2019).

O compromisso da empresa com o desenvolvimento sócio econômico das comunidades ao entorno das unidades tem três fontes prioritárias:

a) Educação e cultura para crianças, jovens e adultos de classes menos favorecidas;
b) Apoio ao desenvolvimento sociocultural das comunidades;
c) Campanhas educativas sobre saúde, bem-estar e preservação ambiental.

Segundo o entrevistado 5, além dos benefícios sociais, há redução de custos envolvidos nas práticas circulares, criando uma cadeia de suprimentos mais sustentável, reduzido os preços dos insumos e minimizando os custos com multas por geração de resíduos. As práticas mais sustentáveis baseadas em inovação tecnológica refletem uma grande oportunidade para a abertura de novos mercados, os quais proporcionam vantagens competitivas e aumentam a receita da empresa.

Barreiras na implementação de práticas circulares

Segundo o entrevistado 5, os processos de produção do setor tradicional ainda são a grande barreira para implementação das práticas circulares, uma vez que existe uma dificuldade de inovar no setor e os custos com investimentos são muito altos.

Falta de incentivos por parte do governo para o setor também foi apontada como uma barreira para o desenvolvimento e implementação da economia circular no setor ao qual a empresa GÁS se aplica.

Envolvidos na implementação das práticas circulares

A empresa GÁS conta com o seguinte apoio:

a) Governamental: apesar de não haver muitos incentivos quanto a novas práticas, políticas e regulamentações, existe uma pressão para que a cadeia de suprimentos mantenha práticas circulares;
b) Engenharia de produtos: novos materiais e processos mais eficientes contribuem com a prática;
c) Parceiros distribuidores: estes contribuem com a conversação dos botijões, bem como são responsáveis diretos pela logística reversa.

Principais clientes

A empresa GÁS, assim como a empresa AUTO faz a distribuição de gás GLP para a sociedade civil, direcionada às residências no geral. Comércios e indústrias de segmentos e porte variados também fazem parte do escopo de distribuição da empresa GÁS.

4.2.3 Empresa de autopeças (REMAN)

A empresa Reman é uma multinacional fundada nos Estados Unidos com sede em Dublin na Irlanda. No Brasil a empresa possui sete unidades industriais destinadas a atender o

setor automotivo. O estudo foi realizado na unidade de fabricação de transmissões e embreagens para veículos automotores, situada no interior do Estado de São Paulo. Atualmente a empresa trabalha com dois produtos remanufaturados, carcaças de transmissões e embreagens automotivas.

Escopo das atividades

Dentro do mercado atual, a empresa comercializa peças remanufaturadas apenas para o segmento de veículos pesados (caminhões e ônibus). Segundo o entrevistado 6, de todas as embreagens ofertadas para este segmento, apenas vinte e dois por cento (22%) são itens remanufaturados.

O processo de remanufatura acontece a partir de uma demanda de peça remanufaturada pelo concessionário ou loja autorizada a comercializar os produtos da empresa REMAN. A partir do pedido colocado, seja de uma transmissão ou de uma embreagem, a empresa envia a peça remanufaturada e no ato da entrega recolhe o item com fim de vida, no qual para o processo de remanufatura, o item em fim de vida denomina-se núcleo.

Este núcleo pode demorar de sessenta a cento e vinte dias para chegar até a empresa REMAN. Quando chega, são realizadas uma limpeza minuciosa e a desmontagem, sendo que essas etapas são realizadas por empresa terceira na região. Após a desmontagem as peças são enviadas para a empresa REMAN que faz uma análise completa nos componentes, verificando a viabilidade do reprocesso e uso. São separadas as que irão ser reprocessadas, as que irão ser reutilizadas e as descartadas.

A partir deste ponto, é levantada a necessidade de fabricação de componentes novos para completar a montagem do conjunto, ou identificar em outro conjunto de núcleos a possibilidade de intercambiar os componentes. Após a montagem são realizados testes, os mesmos utilizados na linha de produção dos produtos “novos” e separados para embalagem e preparados para envio para de novos pedidos.

Práticas alinhadas do modelo de Economia Circular

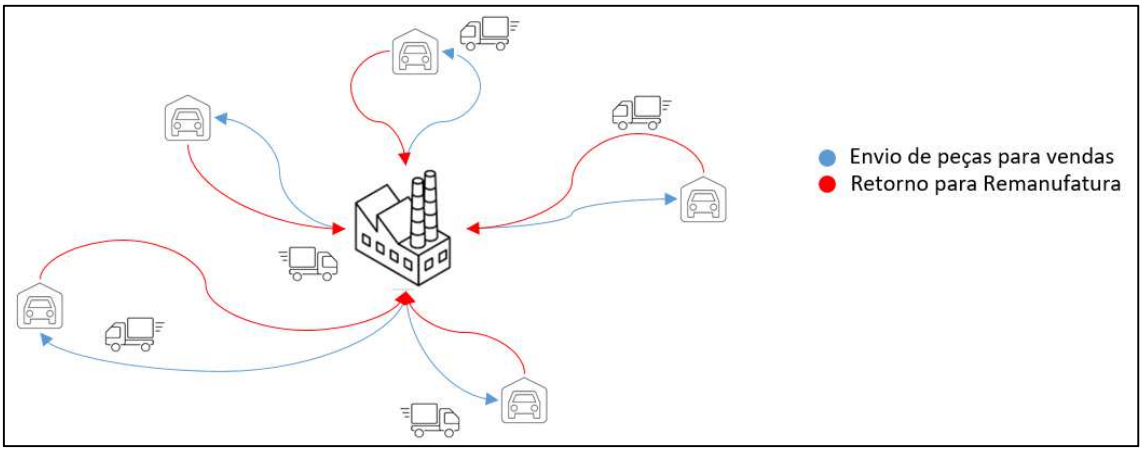
A empresa REMAN acompanhou de perto o aumento do mercado para a demanda de produtos com maior ciclo de vida. Atualmente a empresa está trabalhando com duas linhas de produtos remanufaturados e desenvolvendo um terceiro.

As etapas da operação de remanufatura são: limpeza, desmontagem, análise de componentes danificados, montagem, teste e embalagem final. O processo de limpeza de desmontagem é realizado por empresa terceira. A análise dos componentes danificados é a mais

complexa de todo o processo, pois todos os componentes devem ter condições de funcionamento. Neste processo é identificada a necessidade de componentes novos para completar a montagem da embreagem. Segundo a Empresa REMAN, o suporte técnico e a garantia do produto remanufaturado é a mesma oferecida ao produto novo.

O processo de LR é efetuado por transportadora contratada, sendo os custos inerentes do processo de responsabilidade da Empresa REMAN. O processo se inicia a partir de um pedido de embreagem pelas lojas autorizadas ou concessionárias credenciadas às montadoras. No momento que a transportadora faz a entrega do produto "novo", realiza a coleta do núcleo para a remanufatura, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 12 - Modelo de logística reversa



Fonte: Autora

Além do processo de remanufatura, a planta de manufatura que fica alocada na mesma unidade fabril possui soluções energéticas. Por exemplo, desde 2013, o consumo de água caiu em torno de quinze por cento (15%) ao implementar ações como torneiras automáticas nos sanitários e a troca do sistema de refrigeração do maquinário industrial, que era feita com água passou a ser realizada com ar.

O consumo de energia também diminuiu, conforme exposto, certa de vinte e oito por cento (28%) desde 2014, onde a capacidade dos fornos é verificada continuamente e, se não estiver em cem por cento (100%) da capacidade o produto aguarda um novo lote ou é direcionado para outra unidade da empresa. Esta medida não reduz apenas a energia, mas também a emissão de CO2 que reduziu cinco por cento (5%) desde 2013.

Oportunidades e motivação na implementação de práticas circulares

Quando questionado sobre as oportunidades encontradas e os fatores que motivaram a empresa Reman quanto as práticas circulares, especialmente ao processo de remanufatura, o entrevistado 6 apontou para os seguintes pontos:

a) Pressão do Mercado: Concorrentes e remanufaturadores independentes ganhando mercado;
b) Expansão do intervalo de mercado: Como os produtos remanufaturados são mais baratos que os novos, abre a oportunidade para outros nichos de mercado da empresa, especialmente a linha pesada, ou seja, frotas de ônibus e caminhões;
c) Proteção da marca: uso do produto por remanufaturados independentes reutilizando-os, resultando em produtos de baixa qualidade;
d) Preocupações ambientais: Utilização de matérias primas para fabricação de novos produtos e responsabilidade pelo descarte correto de materiais sucateados.

Barreiras na implementação de práticas circulares

Segundo o entrevistado 7, ser sustentável no Brasil custa muito caro, pois nem todas as tecnologias estão disponíveis em larga escala. O desafio é fazer os clientes compreenderem a importância de pensar no longo prazo, ao invés de adorar soluções ambientalmente corretas apenas para cumprir a legislação.

Além do custo de novas tecnologias, outros pontos foram levantados pelo entrevistado 7. Quando questionado sobre as barreiras nos negócios, foram elencados os seguintes pontos:

a) Mercado proliferado – principalmente por empresas terceiras (não fabricantes originais);
b) Padronização dos processos – o processo de remanufatua necessita de uma análise a cada item retornado, o que dificulta a padronização e quantidade de insumos para montagem;
c) Pessoal capacitado: o entrevistado 6 demonstrou preocupação com a capacitação das pessoas, pois a análise dos produtos retornados deve ser muito criteriosa, para manter a qualidade do produto remanufaturado;
d) Questões ambientais;
e) Alto custo de processamento;

Quando questionado sobre o produto remanufaturado, outras barreiras foram levantadas pelo entrevistado 6:

a) Qualidade do núcleo retornado: segundo o entrevistado, as peças retornadas pós fim de vida, muitas vezes não seguem os padrões mínimos de qualidade para que sejam

remanufaturados, tendo todo o custo da logística reversa, limpeza e inspeção, porém sem serem aproveitados para remanufatura, tendo que ser descartados;

b) Quantidade do núcleo retornado: de todos os produtos passiveis de remanufatura comercializados pela empresa, apenas cerca de vinte e dois por cento (22%) retornam para que sejam reprocessados. Muitas peças são encaminhadas para empresas de remanufatura ou recondicionamento terceiros, perdendo a confiabilidade do produto;

c) Tempo de retorno dos núcleos: devido ao aproveitamento do frete para entrega dos produtos novos para realização da logística reversa, o processo de recebimento dos núcleos demora cerca de sessenta a cento e vinte dias após a solicitação de coleta por parte da revenda;

d) Produto retornado não original: cerca de cinco por cento (5%) dos núcleos retornados para remanufatura não são originais, ou são de outros fabricantes.

Outro fator apontado pelo entrevistado 6 é a legislação para retorno dos núcleos de países estrangeiros. Uma grande parcela dos produtos comercializados vai para o mercado Sul Americano. E apesar da empresa querer reaver esses núcleos, há uma barreira fiscal, a qual impede retorna-los para o Brasil. Segundo o entrevistado 6, o núcleo é caracterizado como "produto sem condição de uso – lixo", e o Brasil não possui uma lei clara a qual libera a entrada desse produto para ser remanufaturado por seu produtor original.

Barreiras tributárias também foram elencadas pelos entrevistados 6 e 7. Como a comercialização do produto novo abrange todo o território nacional, realizar a logística reversa é oneroso devido a tributação de cada Estado para retornar o produto novamente para o Estado de São Paulo. O processo de remanufatura ainda não se mantém por si só dentro da empresa REMAN, o que impede investimentos para melhoria de processos.

Envolvidos na implementação das práticas circulares

A parceria necessária para que o processo de remanufatura desponte é a aceitação do mercado. Apesar da empresa REMAN manter a linha apenas para veículos pesados e ônibus, os quais possuem uma agressividade de operação, que demanda a troca desses produtos num espaço de tempo inferior à de um automóvel de passeio, ainda há a necessidade de os clientes solicitarem esse tipo de produto.

Além dos clientes o governo pode ser apontado com um parceiro, por meio da lei de responsabilidade do produtor, o qual estimula que a empresa repense sobre as estratégias mais eficientes de se retornar o núcleo através da logística reversa, diz o entrevistado 6.

O distribuidor, sendo autorizado ou de uma concessionária, também é o parceiro, pois é o responsável em fazer o elo com o cliente final, ofertando o produto remanufaturado, mostrando as vantagens não só econômicas, mais os benefícios de se obter um produto com preço diferenciado e com a mesma qualidade de um produto novo.

Principais clientes

De modo geral os principais clientes da empresa Reman são clientes finais de concessionários e lojas autorizadas para a troca dos componentes. Esses clientes finais podem ser motoristas autônomos ou frotistas (empresas transportadoras ou que possuem veículos de distribuição e serviços).

Empresas de aviação rodoviário ou urbanas também são consumidores de itens remanufaturados, uma vez que a durabilidade é semelhante a peça original e a necessidade de reparação desses itens se torna mais vantajosa para grandes frotas.

4.2.4 Empresa automotiva veículos pesados (CAM)

A empresa CAM foi criada oficialmente no Brasil após ser adquirida por uma multinacional alemã, sendo sua fábrica instalada no interior Estado do Rio de Janeiro, com capacidade de fornecer mais de quarenta modelos de veículos para trinta países da América Latina, África e Oriente Médio.

Escopo das atividades

O processo de manufatura da empresa CAM é por meio do consócio modular. Trata-se de um modelo onde 8 parceiros fazem a montagem de conjuntos completos dentro da linha de produção dos veículos, sendo esses:

a) Montagem de chassis;
b) Montagem de eixos e suspensão;
c) Conjunto de rodas e pneus;
d) Pintura;
e) Armação da cabine;
f) Motor;
g) Transmissão;
h) Acabamento da cabine.

O modelo busca a redução nos custos de produção, investimentos, estoques, tempo de produção e principalmente, agilidade na produção de veículos especiais (fora de catálogo).

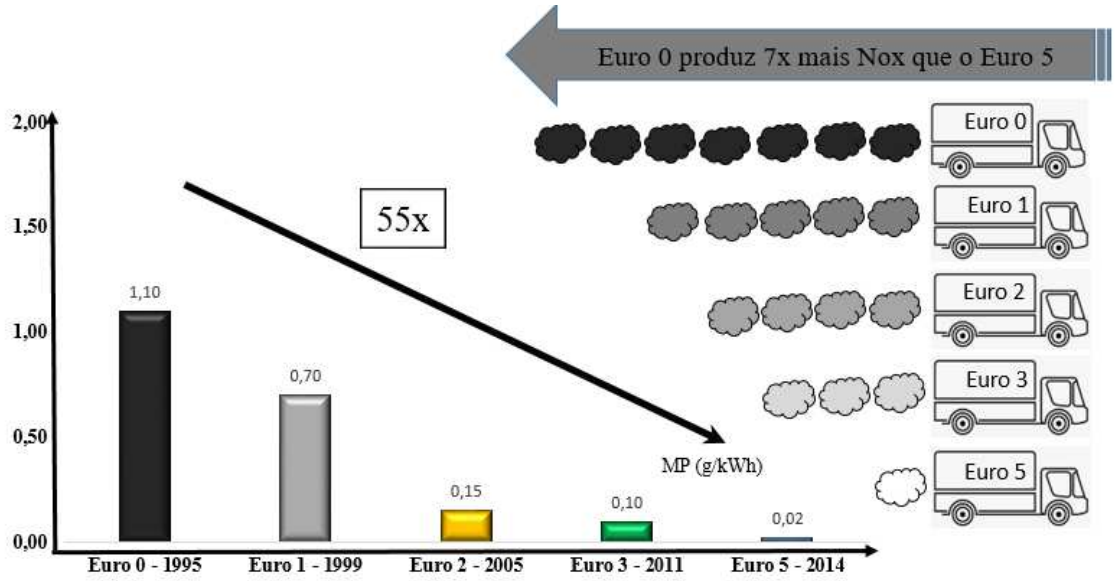
A empresa CAM é responsável por dezoito por cento (18%) da produção e licenciamento de caminhões e ônibus no Brasil, o que representa ser a segunda mais montadora de veículos pesados no mercado Brasileiro (ANFAVEA, 2018).

Práticas alinhadas do modelo de Economia Circular

Criado em 1986 pela CONAMA, o PROCONVE – Programa de controle de poluição do ar por veículo automotores é um programa que reduzir o nível de poluentes emitido por veículos novos. Essa redução é progressiva conforme Gráfico 4. O programa visa cinco objetivos:

a) Reduzir a emissão de poluentes dos veículos automotores;
b) Promover o desenvolvimento tecnológico e a melhoria dos combustíveis;
c) Criar programas de inspeção quanto à poluição veicular;
d) Estabelecer condições para avaliação os resultados alcançados.

Gráfico 4 - Níveis de emissões e poluentes de veículos automotores



Fonte: Autora "adaptado de" portal da montadora CAM – Disponível em: https://www.vwco.com.br/responsabilidade-socio-ambiental/biodiesel

Como estratégia de soluções sustentáveis para atendimento às normas de emissão de poluentes veiculares, a empresa CAM atua em projetos que visam redução de CO2, tais como

veículos híbridos, utilizando o diesel- hidráulico em uma linha de caminhão médio. Veículos preparados para a utilização de biocombustível a base de cana-de-açúcar, também fazem parte do portfólio da empresa, assim como veículos aptos a receber uma mistura de até cinco por cento (5%) de biodiesel (B5) ao óleo diesel convencional.

No último ano houve o lançamento do veículo completamente elétrico, já sendo comercializado. O veículo é totalmente livre de emissões de gases poluentes e possui uma autonomia de aproximadamente duzentos quilômetros. Devido a aspectos construtivos, o projeto do veículo ainda elimina a necessidade das trocas preventivas de óleos lubrificantes, o que é ecologicamente amigável, pois não há necessidade de desgaste.

Outros componentes que são substituídos de maneira preventiva, possuem ciclos de vida mais prolongados no projeto. O veículo protótipo já está rodando a mais de dozes meses sem intervenções preventivas e corretivas.

Já as práticas sustentáveis aplicadas na planta e manufatura estão relacionadas à geração de resíduos reciclados. A empresa realiza a separação consciente de resíduos e sua disposição conforme classificação: vidro, papel, lata e não recicláveis, onde este último é encaminhado à aterros sanitários. Os demais são enviados a cooperativas de reciclagem da comunidade.

Todas as peças trocadas em concessionários dentro do período de garantia, são enviados via logística reversa para a base da empresa, exceto lubrificantes, que são descartados de maneira apropriada por cada concessionário. As peças retornadas são de responsabilidade de seus fornecedores, os quais fazem a coleta no centro de peças retornadas. As peças são encaminhadas para análise e ou remanufatura (dependendo do tipo de peça e fornecedor). Dentre as peças que são descartadas após análise, estas são encaminhadas para empresas cooperativas de sucata, as quais são reprocessadas conforme tipo de material.

A empresa CAM também estimula a venda de peças remanufaturadas nos atendimentos pós vendas de seus concessionários autorizados. Em parceria com fornecedores há uma variedade de itens remanufaturados para reparos em freios, embreagens, motores e transmissões. Toda a linha de produtos remanufaturados possui a mesma garantia da montadora que as peças não remanufaturadas

Oportunidades e motivações na implementação de práticas circulares

Para a venda de produtos, há uma intenção de mercado crescente para o veículo totalmente livre de emissões de CO2, porém essa intenção está concentrada em empresas as quais já possuem modelos de economia circular eficientes, como exemplo empresas de bebidas,

onde em uma empresa em especifico, o volume de veículos de distribuição chega a cinco mil unidades.

Leis e portarias regulatórias tanto para emissões de gases poluentes, falando em produto, mas também para redução de resíduos, são motivadores para que a empresa CAM alinhe suas atividades dentro de práticas circulares.

Outra atividade praticada pela empresa CAM, a qual faz parte do escopo apresentado na pesquisa de Kalmukova, Sadagopan e Rosado (2018), é a prática de recompra dos veículos como base de troca para venda de veículos novos e a revenda dos veículos usados como oferta de mercado mais competitivo. Para que o processo seja efetuado sem a necessidade de processos de remanufatura ou reparação, a recompra dos veículos é baseada no acompanhamento do ciclo de vida produto.

A empresa possui diretrizes as quais se torna responsável pela manutenção preventiva e corretiva dos veículos comercializados, mediante contrato prévio a qual o cliente paga uma mensalidade à montadora. No término desse contrato, e na necessidade de troca do veículo por novo, a recompra do veículo pela montadora é viabilizada.

Barreiras na implementação de práticas circulares

A barreira cultural foi a principal levantada pelo entrevistado 8, tanto cultura coorporativa com medidas internas para desenvolver processos e procedimentos voltados a economia circular, como também do mercado em geral, para aquisição do veículo elétrico em massa e a aceitação de produtos remanufaturados no atendimento em pós vendas nos concessionários.

Apesar dos estímulos para a comercialização e oferta de peças de reposição remanufaturados, o volume ainda é baixo comparado as peças novas. Ainda falta o entendimento do mercado quanto a qualidade e garantia do produto remanufaturado. Outro fator inibidor muitas vezes é o próprio concessionário, que trabalha com margem de lucro na venda de peças. Ao ofertar uma peça remanufaturada, a margem de lucro é menor, devido ao preço da peça ser inferior do que uma nova, diz o entrevistado 9.

Envolvidos na implementação das práticas circulares

Para a empresa CAM o principal envolvido é a cadeia de fornecimento, pois o modelo do consórcio modular já propicia o envolvimento de novos projetos de produtos mais sustentáveis.

Para o veículo elétrico, houve a parceria direta do fornecedor das tecnologias para a montagem do veículo, com todo o conhecimento e fornecimento dos materiais e produtos, segundo o entrevistado 9. O governo também é um grande envolvido, devido as políticas de emissões de gases poluentes veiculares cada vez mais rígidas, o que estimula as empresas adotarem estratégias de engenharia mais eficientes e sustentáveis.

Principais clientes

A empresa CAM possui como seus principais clientes grandes frotistas de segmentos variados. Autônomos também fazem parte de sua carteira de clientes, porém apenas para alguns modelos de veículos específicos. Para o veículo elétrico, a demanda vem a partir de grandes clientes, os quais já possuem de forma racional a consciência de se utilizar veículos com combustíveis alternativos para minimizar os impactos com a emissão de gases poluentes, principalmente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta sessão apresenta a análise cruzadas entre o estudo de caso piloto e os quatro casos exploratórios, além da análise comparativa de seus resultados com a literatura apresentada no capítulo dois deste estudo.

De modo a estruturar os dados coletados e discutir as principais semelhanças e diferenças entre os casos, as análises foram divididas em quatro tópicos principais: práticas circulares apresentadas, aspectos conceituais sobre EC, benefícios da implementação, desenvolvimento de produtos e serviços, fatores motivadores de implementação, barreiras de implementação e envolvidos na implementação das práticas circulares conforme exposto na tabela 8, síntese dos conceitos.

Retomando as práticas descritas no Quadro 2 - Práticas de implementação da economia circular, apresentado na seção 2 deste trabalho, podemos observar no Quadro 10 a contribuição de cada caso para práticas associadas aos conceitos de economia circular, conforme evidências observadas.

Podendo observar no Quadro 10 que pelo menos uma empresa está inserida numa prática de conceito de EC, concentrando as atividades principalmente nas práticas relacionadas com a manufatura, uso e consumo e coleta e disposição as informações apontadas nos quadros e discussões baseiam-se nos dados coletados junto às empresas estudadas.

A empresa SOL, devido ao seu modelo de negócio ser focado em soluções para resíduos e normas ambientais, o seu perfil se enquadra em praticamente todas as práticas sugeridas na pesquisa de Kalmukova, Sadagopan e Rosado (2018), exceto nas relacionadas com design, manufatura e distribuição e venda.

As empresas CAM e REMAN, na observação dos dados, foram as únicas que praticam o design de produtos focados em EC. Sendo a primeira o estudo voltando a produto ecologicamente correto, com redução de emissão e gases poluentes em seu ciclo de vida, reduzindo a necessidade de reparações preventivas com trocas de óleos e aditivos com necessidade de descarte. Já na segunda o design do produto é voltando para a facilidade de desmontagem e adaptabilidade de componentes para remanufatura total ou parcial de peças.

Um fator relevante para análise é a prática de redistribuição e revenda, a qual não implica na necessidade de nenhum processo de manufatura, reparação ou reciclagem para voltar o produto para o mercado. Neste ponto a empresa apenas repassa o produto para outro cliente que o queira, num valor de mercado mais competitivo e atraente para a oferta.

Quadro 10 – Evidências das práticas de economia circular aplicadas pelos casos

Práticas		Evidências coletadas	Casos
Matéria Prima	**Aquisição ecológica**	Utilização de resíduos industriais de outras empresas como biomassa utilizada como combustível para fornos.	SOL
Design	**Projeto para desmontagem/ reciclagem**	Projeto de produtos que possam ser demonstrados para remanufatura.	REMAN
	Design ecológico	Projeto de veículo elétrico com zero emissões de CO2 e com redução de consumo de resíduos (lubrificantes de manutenção preventiva).	CAM
Manufatura	**Eficiência Energética**	Reutilização de água no processo de lavagem dos botijões.	GAS
		Reutilização de água nos processos de resfriamento dos equipamentos.	REMAM
		Reutilização de água nos processos em geral.	CAM/ AUTO
	Produção reproduzível e adaptável	Processo de manufatura modular trás o benefício de se adaptar a novos processos e produtos.	CAM
Distribuição e Venda	**Redistribuir, Revender**	Recompra dos veículos na troca pelo novo, revendendo o usado para em novo mercado.	CAM
	Envolvimento da comunidade.	Projetos sociais que visam o retorno de produtos recicláveis para destinação correta.	GAS
Uso e Consumo	**Produto como um serviço ou um PSS.**	Consultoria para adequação de normas ambientais e coleta de resíduos para destinação correta, transformando-os em subprodutos.	SOL
	Reutilização	Botijões retornáveis sendo reprocessados para consumo.	GAS
	Consumo socialmente responsável.	Consultoria para redução do consumo de GLP.	GAS
		Veículos projetados para Redução de combustíveis fósseis e emissão de CO2.	CAM/ AUTO
	Desmaterialização	Descaracterização de embalagens, reprocessamento de resíduos industriais e insumos químicos.	SOL
Coleta e Disposição	**Responsabilidade Estendida do Produtor.**	LR das embreagens e transmissão para remanufatura.	REMAN
		Retorno dos botijões para reuso.	GAS
	Reciclagem incentivada.	No processo de LR para empresas diversas embalagens são descaracterizadas e encaminhadas para associações de recicladores.	SOL
	Instalações de Logistica/ Infraestrutura.	Local reservado para descarecterização e armazenamento de produtos.	SOL
	Separação	Separação e destinação de materiais reciclados conforme tipo de material.	TODAS

Quadro 10 - Evidências das práticas de economia circular aplicadas pelos casos (continuação)

Práticas		Evidências coletadas	Casos
Coleta e Disposição	**Sistemas de devolução e troca.**	Processo de LR dos produtos remanufaturados. Gás GLP.	REMAN GAS
Recuperação e Reciclagem	**Recuperação de elementos/substancias** **Recuperação de energia**	Transformação de resíduos químicos em biomassa para utilização como combustível para fornos.	SOL
Fontes de Materiais	**Simbiose industrial**	Resíduos industriais transformados em biomassa. Realização de LR e descaracterização de materiais.	SOL
Remanufatura	**Remanufatura**	Processo de remanufatura.	REMAN
Inputs Circulares	**Materiais de base biológica**	Biomassa a base de resíduos industriais.	SOL

Fonte: Autora

Correlacionando as práticas de EC apresentadas nos casos com o diagrama de borboleta citado por EMF (2015) descrito na seção 2 deste trabalho, apenas a empresa SOL se configura dentro do primeiro princípio, o qual faz o gerenciamento do fluxo de energia renováveis e, com a utilização e comercialização de biomassa, processada a partir de resíduos industriais utilizado como fonte de combustível para fornos de altas temperaturas.

De modo geral, todas os casos aqui analisados estão inseridos dentro do contexto do princípio 2, onde a intenção é manter os produtos dentro do ciclo fechado, sendo por processos inseridos ao conceito do 3Rs, como na coleta e disposição do mesmos ou até mesmo, evitando a extração de matérias primas, contribuindo a regeneração do meio ambiente.

Do ponto de vista do princípio 3, assim como no princípio 2, todos os casos estão inseridos. Com as regulamentações sobre destinação de resíduos, emissão e gases poluentes e PNRS, minimizar a geração de resíduos e poluentes já virou prática em muitas indústrias, de um ponto de vista mais ambiental do que econômico.

5.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS CONCEITUAIS

Segundo estudo de Camacho-Otero, Boks e Pettersen (2018), as barreiras culturais são um importante fator que inibi as práticas da EC e seu desenvolvimento. Além deste fator, a lacuna no entendimento do conceito da EC configura-se em barreira para o desenvolvimento das práticas em empresas, organizações e sociedade (KUMAR *et al.*, 2019).

Dentro deste panorama, foi avaliando o nível de conhecimento sobre EC dos entrevistados. Conforme roteiro de entrevista apresentado no Apêndice A, perguntas abertas foram realizadas para investigar o nível de conhecimento sobre o conceito de EC e dos 3Rs, qual a definição sugerida para que melhor descrevesse a EC no contexto de cada caso.

Quando questionados sobre se já ouviram falar sobre EC, de um modo geral todos os entrevistados já ouviram falar sobre o tema. Porém, os entrevistados 1 E 2 da empresa SOL foram os que mais se mostraram confortáveis ao discutir sobre o assunto, além do entrevistado 6 da empresa Reman.

Durante as entrevistas, também foi sugerido aos entrevistados que descrevessem qual a definição de EC no entendimento de cada um deles, pois conforme pesquisa de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), o significado de EC pode ser variado podendo significar coisas diferentes para pessoas diferentes.

Alinhando as definições de EC com as escolas de pensamentos apresentados na seção 2 deste trabalho, pode-se observar através do Quadro 11, que de forma geral, todos os casos definem a economia circular como princípio dos 3Rs, que segundo Kumar *et al*., (2019), os 3Rs serve para definir um direcional de ações para as empresas na fase de implementação da EC, fornecendo um fluxo circular de materiais e energias.

Quadro 11 - Análise dos aspectos conceituais - escolas de pensamentos

Casos	Entrevistados	Escola de Pensamento	Referência
SOL	1	Ecologia Industrial.	Geissdoerfer, et al., 2017.
	2	3Rs	Stahel, 2013; METI, 2003.
AUTO	3	Design Regenerativo.	Lyle, 1996.
	4	3Rs	Stahel, 2013; METI, 2003.
GAS	5	3Rs	Stahel, 2013; METI, 2003.
REMAN	6	Design Regenerativo.	Lyle, 1996.
	7	3Rs	Stahel, 2013; METI, 2003.
CAM	8	Performance Econômica.	Stahel, 2010.
	9	3Rs	Stahel, 2013; METI, 2003.

Fonte: Autora

Nos casos AUTO e REMAN, os entrevistados 3 e 6 definiram a EC de forma semelhante ao pensamento do Design Regenerativo, abordada na pesquisa de Lyle (1996), a qual se refere a substituição do fluxo linear por fluxos de transferência cíclicos de consumo, ou seja, deixar o conceito de linearidade do produzir, consumir e descartar e para o conceito de múltiplos ciclos

de vida de produtos, definição também abordada pela Fundação Ellen McArthur a qual difundiu o conceito entre acadêmicos e profissionais.

Já em uma das respostas elaboradas pela empresa SOL, o entrevistado 1 abordou o tema de forma que viesse ao encontro com o pensamento com valor mais sustentável, alinhado à pesquisa de Geissdoerfer *et al*., (2017) que aborda o tema de forma a observar o ecossistema e seus padrões cíclicos e projetando-os em ecossistemas indústrias e Ghiselline e Ulgiati (2019) que discutem estratégias de cooperação entre empresas.

No caso da empresa CAM, talvez até mesmo pelo modelo de manufatura apresentado pela empresa, o do consorcio modular, a resposta do entrevistado 8 está diretamente alinhada ao pensamento da Performance Econômica, a qual sugere que alcançar a competitividade de recursos, reduzindo o consumo sem externalizar os desperdícios (STAHEL, 2010).

5.2 ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DAS PRÁTICAS DA IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Um dos principais benefícios das práticas da implementação do EC é a existência das sociopolíticas, que possibilitam a oportunidade para abertura de novos canais de emprego, reforçam a relação entre a sociedade e a indústria para redução do impacto ambiental (KUMAR, *et al*. (2019).

Nesta seção serão apontados os benefícios analisados nos casos estudados, separando-os entre benefícios políticos e sociais, econômicos e ambientais. Durante as entrevistas, o nível de conscientização sobre os benefícios da economia circular foi questionado. Para melhor descrever aqui neste trabalho, as respostas foram traduzidas e pontuadas em uma escada de 1 a 5, sendo 1, não possui consciência dos benefícios e 5 possui muita consciência, o resultado está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Nível de consciência quanto aos benefícios da economia circular

Empresa	**SOL**		**AUTO**		**GÁS**	**REMAN**		**CAM**	
Entrevistado	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Pontuação	3	4	3	3	3	2	3	3	2
Média	3,5		3		3	2,5		2,5	

Fonte: Autora

De modo geral, o resultado quanto ao nível de conscientização é bem similar entre os casos, destacando o caso SOL, onde o entrevistado 2 soube descrever de forma simples e direta os benefícios da EC, coincidindo com o que foi apresentado na revisão da literatura. Os demais entrevistados de forma geral focaram suas respostas apenas no conceito dos 3Rs.

As tabelas apresentadas na sequência representam as respostas assinaladas pelos entrevistados quanto aos benefícios da EC. A Tabela 4 representa os benefícios políticos e sociais levantados pela revisão de literatura apresentada na seção 2 deste trabalho correlacionada com as respostas dos entrevistados, separados por entrevistados.

Tabela 4 - Benefícios políticos e sociais

Políticos e Sociais	**SOL**		**AUTO**		**GAS**	**REMAN**		**CAM**	
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Fortalecer a comunicação entre a sociedade e indústria.	x		x	x				x	x
Melhor alinhamento entre empresa e clientes.	x	x	x		x	x	x		x
Criação de novas oportunidades de emprego.	x		x	x		x	x		
Melhoria da saúde pública e consciência ambiental.	x		x		x			x	
De acordo com regulações ambientais.	x			x	x	x	x	x	
Outros									

Fonte: Autora

Pela análise das respostas quando aos benefícios sociais, é praticamente unânime para todos os casos que o maior benefício é o melhor alinhamento entre a empresa e clientes, onde segundo EMF (2013), entender a necessidade e expectativas dos clientes gera a oportunidade de se produzir de maneira mais eficiente, sem desperdícios. Seguindo na análise, as regulamentações ambientais também se mostraram relevantes para o atendimento das normas ambientais e descarte de resíduos.

Questões como fortalecimento da comunicação com a sociedade, novas oportunidades de empregos e melhoria da saúde pública e consciência ambiental também foram apontadas como benefícios. Isso demonstra, porém que as empresas estudas ainda não correlacionam a economia circular com o pilar social.

Já a Tabela 5 indica os benefícios econômicos das práticas circulares. Observando e comparando as repostas entre os casos, apesar das diferenças entre os segmentos de indústria e

serviços, todos os casos apontam como benefício econômico a redução de custos por meio de cadeia de suprimentos e também a oportunidade de se gerar mais receita para a companhia através da EC, podendo vender seus resíduos ao invés de descarta-los, obtendo lucros adicionais (KUMAR *et al*. 2018).

Tabela 5 - Benefícios econômicos

Econômicos	**SOL**		**AUTO**		**GAS**	**REMAN**		**CAM**	
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Redução de custos por meio de cadeia de suprimentos.	X		X	X	X		X	X	X
Abertura de novos mercados - Reciclagem/ Remanufatura.	X	X	X	X		X	X	X	X
Novos canais de geração de receita.	X		X	X	X	X	X		X
Governos locais.	X		X	X				X	X
Outros									

Fonte: Autora

Os benefícios ambientais estão demonstrados na Tabela 6, onde se observa que a consciência ambiental tem maior visibilidade para todos os casos aqui estudados.

Aspectos como redução de emissão de poluentes e produtos ecologicamente corretos foram os mais apontados entre os entrevistados, seguidos pelo benefício encontrado através do desenvolvimento de tecnologias a favor das questões ambientais, assim como já previsto na pesquisa de Geng e Doberstein (2008) da necessidade da evolução das ciências e tecnologias ambientais tais como design ecológico, produção limpa e produtos com efeitos nulos ou mínimos ao ambiente durante o seu ciclo de vida.

Tabela 6 - Benefícios ambientais

Ambientais	SOL		AUTO		GAS	REMAN		CAM	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Produtos ecologicamente corretos.	X		x	x	x		x		x
Práticas de gerenciamento ambiental.			x	x	x	x	x	x	
Redução de consumo de combustíveis fósseis, emissões de gases e substâncias tóxicas.	x	x	x	x		x	x	x	x
Desenvolvimento de ciências e tecnologias ambientais	X	x	x	x	x	x	x		x
Outros									

Fonte: Autora

5.3 ANÁLISE DAS PRÁTICAS DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EM ECONOMIA CIRCULAR

A recente atenção a EC levou pesquisadores de design a desenvolverem métodos e ferramentas para a aplicação do *ecodesign*. Pinheiro *et al.*, (2019) apontaram algumas metodologias para desenvolvimento de produto em EC conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Práticas de desenvolvimento de produto em economia circular

Desenvolvimento de Produto	SOL		AUTO		GAS	REMAN		CAM	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Circular Design				X			X		
Cradle to Cradle									
Design for X	X								X
Eco Design					X				X
End to Line							X	X	
LCA – Life Cycle Assessment			X			X	X	X	X
PLM – Product Lifecycle Management			X	X			X		
PSS – Product Service System	X	X							
Sustainable Design			X	X				X	

Fonte: Autora

Para efeito de comparação entre os casos, a metodologia como LCA e o PLM foram apontadas pelos casos AUTO, REMAN e CAM, uma explicação pelo usa das mesmas

metodologias pelo ramo de atividade similar entre as empresas. Outro ponto de observação é o caso SOL, devido a sua atividade não ser manufatureira, a principal metodologia descrita pelo caso foi PSS que pode ser definido como uma mistura de produtos e serviços para atender, em conjunto, as necessidades dos clientes (PINHEIRO *et. al*., 2019).

5.4 ANÁLISE DOS FATORES MOTIVADORES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Os fatores motivadores para a implementação da EC variam de acordo um amplo conjunto de outros fatores sociais, econômicos e de mercado (KUMAR *et al*., 2019). A Tabela 8 apresenta os fatores motivadores para que as empresas pesquisadas invistam na implementação da EC.

O principal fator motivador apontado pelas empresas foi a imagem e a reputação da marca, seguido por fatores competitivos e de legislação e regulamentação. Diferente do encontrado na literatura, o qual os fatores de legislação e regulamentação são os mais discutidos (LIEDER *et. al*., 2017; PINHEIRO *et. al*., 2019), nas empresas pesquisadas a imagem da empresa aparece como principal motivador.

Tabela 8 - Fatores motivadores

Motivadores	**SOL**		**AUTO**		**GAS**	**REMAN**		**CAM**	
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Antecipação de pressões futuras e riscos		X			X	X	X		
Fatores competitivos	X	X	X	X	X	X	X		X
Economia de custo	X	X	X	X	X			X	
Apoio governamental									
Imagem e reputação	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Estratégias e características internas da empresa.	X	X	X	X				X	
Legislação e Regulamentações	X		X	X	X	X	X	X	X
Padrões obrigatórios de projetos/ requisitos obrigatórios.			X	X		X	X	X	X
Parcerias – *stakeholders*/ *benchmarking*	X	X			X				X
Potencial para novos produtos/ negócios	X	X			X	X	X		X
Pressão das partes interessadas				X		X	X	X	X
Necessidades e restrições produtivas			X	X				X	

Fonte: Autora

Fatores como economia de custos, estratégias e características internas da empresa, padrões obrigatórios de projetos, potencial para novos produtos ou negócios e pressão por partes interessadas, foram apontadas como fatores motivadores, porém não de forma coletiva. Por exemplo, pressão das partes interessadas está concentrada nos casos AUTO, REMAN e CAM os quais compartilham do ramo de atuação (automotivo/ autopeças).

Outro fator que merece destaque e que foi unanime é que o apoio governamental não é um fator motivador que impulsiona a implementação do EC no Brasil. Este fator é notado também na pesquisa de Pinheiro *et. al.*, (2019) que encontrou apenas uma pesquisa que apontasse esse fator como motivador para implementação do EC.

Analisando de forma isolada o caso REMAN, os fatores motivadores podem ser descritos como parte da estratégia da empresa, o que corrobora com a pesquisa de Wei, Cheg, Sundin e Tang (2015), que indica que os três principais motivadores na China são: ambientais e éticos, orientação ao cliente e vantagem estratégica. Segundo o entrevistado 6, há uma grande pressão do mercado quanto a produtos remanufaturados por OEM, o que impulsiona a abertura para novos produtos e negócios. Além destes fatores, a PNRS pode ser caracterizado como requisito obrigatório para comercialização de produtos.

5.5 ANÁLISE DAS BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

A implementação de práticas voltadas ao conceito de EC oferece uma variedade de oportunidades, sociais, políticas, econômicas e ambientais. No entanto, o nível de conscientização tanto das empresas quanto dos consumidores ainda é grande (SU *et al*., 2013; WINANS *et al*., 2017; KUMAR *et al*., 2019). Na Tabela 9 estão representados os apontamentos sobre os questionamentos das barreiras políticas e sociais enfrentadas pelas empresas pesquisadas.

Tabela 9 - Barreiras políticas e sociais

Políticas e Sociais	SOL		AUTO		GAS	REMAN		CAM	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Baixo nível de conscientização.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Falta de conhecimento dos princípios da EC.	X	X	X	X	X			X	X
Falta de pessoal qualificado.	X			X		X	X		
Baixo nível de demanda e aceitação de produtos remanufaturados.	X		X	X		X	X		
Relutância em substituir produtos ao término do ciclo de vida.	X	X	X	X					X
Baixa responsabilização dos governos locais.	X		X	X		X		X	X
Outros									

Fonte: Autora

Outros dois fatores apontados como barreiras foram a falta de conhecimento dos princípios da EC e a baixa responsabilização dos governos locais, que segundo Geng e Dobersteins (2008), para o sucesso da EC é necessário o engajamento da sociedade e o envolvimento do poder público com responsabilidades claras quanto a implementação das práticas.

No caso REMAN, além da baixa aceitação de mercado, há dificuldade quanto a qualidade e quantidade de material recuperado para a realização de remanufatura, obrigando a empresa a utilizar materiais novos para atender a demanda, fato que implica no alto custo do processo.

Barreiras econômicas também foram discutidas durante a condução das entrevistas, os quais apontam como principais barreiras a necessidade de investimentos e a falta de parceiros, conforme apresentado na Tabela 10. Esses fatores também foram levados em consideração nas pesquisas de Geng e Doberstein (2008), Su *et al*. (2013), Kumar *et al*. (2019) e Pinheiro *et al*. (2019).

Tabela 10 - Barreiras econômicas

Econômicas	SOL		AUTO		GAS	REMAN		CAM	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Necessidade de investimentos.	X	X	X	X		X	X		X
Falta de parceiros.	X		X	X	X	X	X		X
Alto custo de estabelecimento de cadeias eco industriais.	X	X	X		X			X	X
Processo de reciclagem do setor informal.	X	X		X		X	X	X	
Necessidade de tecnologia avançada.	X	X						X	X
Outros									

Fonte: Autora

A criação de cadeias eco industriais também foi apontada como fator inibidor devido ao seu alto custo e a morosidade para se adaptar aos processos para que sejam mais eco eficientes, utilizando tecnologias ultrapassadas com alto consumo de energia e geração de resíduos poluentes. Segundo pesquisa de Liu e Bai (2014), as empresas tomam decisões inadequadas que resultam em baixa lucratividade.

Na Tabela 11 são apresentadas as principais barreiras ambientais que inibem as práticas circulares de acordo com as empresas pesquisadas. A principal delas é a falta de incentivos disponíveis, o que está diretamente ligado as barreiras políticas e econômicas. Em sua pesquisa Kumar *et al.* (2019) afirma que muitos governos não fornecem subsídios para promover a recuperação de resíduos.

Este fator inibe a promoção da remanufatura, como já discutido anteriormente, pois há necessidade da utilização de produtos virgens para compor a demanda, além de resíduos industriais que poderiam ser reaproveitados e reprocessados acabam sendo levados para aterros sanitários junto aos demais resíduos.

Tabela 11 - Barreiras ambientais

Ambientais	SOL		AUTO		GAS	REMAN		CAM	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Falta de gestão ambiental.	X			X				X	
Falta de incentivos disponíveis.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Falta de tecnologia em aterros ou incineradores.		X	X	X					
Falta de capacidade e recursos para catadores e decompositor.	X			X		X		X	
Falta de sistema de gestão de resíduos.	X	X	X	X			X	X	
Desperdício gerando perdas irrevogáveis no meio ambiente.			X	X				X	

Fonte: Autora

Aspectos relacionados a falta de gestão ambiental, podem ser respondidas pela falta de conscientização das empresas e da sociedade. Uma vez que há falhas na promoção de políticas, fica a critério da sociedade e indústrias partirem com inciativas e modelos de negócios que promovam responsabilidade com o meio ambiente.

Barreiras no desenvolvimento de produtos alinhados aos conceitos de EC foram apontados na Tabela 12. Os aspectos institucionais e culturais foram os mais apontados pelos entrevistados, indiferentemente do ramo de atuação da empresa. Barreiras relacionadas com parceiros também foi um fator relevante nas entrevistas, parcerias com fornecedores, clientes ou governo para incentivar o desenvolvimento de práticas circulares é essencial para o desenvolvimento de produtos mais eco eficientes.

A falta de parcerias pode acarretar barreiras econômicas, pois o desenvolvimento de tecnologias, fator também apontado aqui, requer um investimento muitas vezes elevado (SOUZA-ZOMER *et al.*, 2018).

Independente das barreiras aqui encontradas, muitos aspectos se correlacionam entre sim: não há desenvolvimento de tecnologias sem parcerias e incentivos econômicos, bem como não há a promoção de práticas sustentáveis sem conscientização e regulamentação (GHISELLINI *et al.*, 2018).

Tabela 12 - Barreiras no desenvolvimento de produtos

Desenvolvimento de Produtos	SOL		AUTO		GAS	REMAN		CAM	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Consumidor e sociedade.	X			X					X
Aspectos financeiros.	X	X	X	X	X				X
Aspectos institucionais e culturais.	X		X	X	X	X	X	X	X
Aspectos legais.	X						X	X	X
Métricas e quantificação.	X			X					
Parceiros.	X		X	X	X	X	X		X
Logística Reversa.	X			X		X	X		
Aspectos tecnológicos.	X	X	X	X				X	X
Incerteza e aspectos informais.	X				X		X		

Fonte: Autora

5.6 ANÁLISE DOS PARCEIROS ENVOLVIDOS COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

O processo de desenvolvimento de produtos e serviços necessita do envolvimento e participação de várias partes interessadas (PINHEIRO *et al.*, 2019). O principal parceiro apontado é o governo, devido pesquisas refletirem a implementação da EC na China (PINHEIRO *et al.*, 2019; BRESSANELLI *et al.*, 2018).

A Tabela 13 demonstra o apontamento relacionado aos envolvidos na implementação do EC, que a cada caso aqui analisado.

Apesar de o governo não ser considerado um motivador para a implementação da EC, conforme resultado das entrevistas, mesmo assim os casos estudados apontaram o Governo como o principal parceiro para o desenvolvimento de produtos e serviços circulares, o que demonstra alinhamento com a pesquisa de Kumar *et al*. (2019).

Tabela 13 - Análise dos parceiros envolvidos na implementação da economia circular

Parceiros	SOL		AUTO		GAS	REMAN		CAM	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Clientes	X	X		X	X	X	X		X
Governo	X		X	X	X	X	X	X	X
Designer/ Engenharia				X	X	X			X
Fornecerdores				X	X			X	X
ONG									
Mercado			X		X	X	X		X
Academia									
Distribuidor					X	X	X		
Reciclador	X						X	X	
Outros		X							
Não especificado									

Fonte: Autora

Aqui também clientes foram apontados como parceiros em alto grau. O que pode ser explicado através do benefício do alinhamento entre as empresas e os clientes (BRESSANELLI *et al*., 2018). Fator que merece destaque aqui nesta pesquisa, segundo os entrevistados em geral é o relacionamento com ONGs e Academia não possuir papel relevante no desenvolvimento da EC, apensar da pesquisa de Pinheiro *et al.* (2019) afirmar como os principais envolvidos os clientes e o governo.

6. CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo analisar as práticas da economia circular que estão sendo implementadas nas empresas brasileiras pesquisadas, bem como identificar os principais fatores motivadores e barreiras de implementação. Para o cumprimento deste objetivo optou-se por uma pesquisa com abordagem qualitativa, considerando o método estudo de múltiplos casos.

Os principais aspectos apresentados quanto as práticas utilizadas apontam para a proximidade com o conceito dos 3Rs, onde as cinco empresas promovem alguma prática alinha ao conceito dos 3Rs, sendo ela reduzir emissões de poluentes e desperdício de água, como na empresa GÁS; promoção da separação de resíduos para reciclagem, prática adotada por todas os casos analisados e reutilização de resíduos através de reprocessamento praticado pelo caso SOL.

Quando analisadas as principais motivações para implementação das práticas de EC, foi apontado como imagem e reputação a marca, visto que uma marca que não se preocupa com questões ambientais e sociais não é bem vista pela comunidade em que se insere nem por seus consumidores. Antecipação de mercado, alinhamento do com fornecedores ainda é algo que não vem sendo percebido na maioria dos casos, bem como as relações governamentais. O que vem na contramão da literatura, o qual segundo pesquisa de Pinheiro *et al*. (2019) é o fato de a principal motivação ter relação com as leis e regulamentações. Este fator pode ser explicado pelos inúmeros artigos publicados na China, onde o maior incentivador para as práticas circulares é o governo.

Em contrapartida, a imagem da empresa pode estar associada aos benefícios que envolvem a empresa e a sociedade e a empresa e seus clientes (EMF, 2013). Promovendo o cooperativismo nas regiões próximas as bases da empresa (EMF, 2013) com abertura de novos mercados para reciclagem e remanufaturados (PARK *et al*., 2010). Além da redução da geração de poluentes e resíduos (LIU e BAI, 2014).

Dentre as barreiras apontadas pelos estudos de casos analisados, as principais são: o baixo nível de conscientização, falta de conhecimento dos princípios, falta de parceiros e incentivos. De modo geral, todos esses fatores se complementam, pois a falta de conhecimento resulta na falta de conscientização e assim o tema não é relevante o suficiente para que se haja parceiros ou incentivos para a promoção do conceito circular.

Durante a condução das entrevistas foram analisadas as práticas adotadas para o desenvolvimento de novos produtos, de modo geral, as metodologias aplicadas vão ao encontro com as tecnologias disponível para cada setor analisado. Mas o que foi apontado como barreira para o desenvolvimento foi também apontado como aspectos institucionais e culturais e a falta de parceiros. Fatores estes que também foram apontados na pesquisa de Abadia (2019).

Dos casos analisados apenas a SOL reconhece o valor na reutilização e reprocessamento de resíduos e reaproveitamento de insumos. Talvez seja a empresa desta amostra que possui mais consciência dos conceitos de econômica circular e os praticam de forma não apenas para atender regulamentos, mas também como oportunidade de abertura de mercado visando lucratividade para a empresa.

Em geral, apesar de as empresas apresentarem práticas alinhadas aos conceitos de EC, o conceito ainda é muito recente no mercado brasileiro. As empresas se preocupam num primeiro momento com os aspectos ambientais devido as regulamentações, ao invés de utilizarem metodologias sustentáveis e acabam deixando de ser lucrativas para se adequarem às regulamentações.

Esta pesquisa apresenta uma importante contribuição, uma vez que apresenta de forma estruturada, importantes reflexões sobre a evolução e relevância do tema de pesquisa, bem como responde a uma importante lacuna da literatura ao investigar as práticas de economia circular implementadas na amostra de empresas selecionada.

Os instrumentos utilizados para orientar a coleta de dados desta pesquisa e discussões, baseiam-se principalmente nos conceitos encontrados na literatura atual sobre áreas de economia circular, modelos de negócios circulares e economia verde. Por não se tratar de uma literatura amplamente estabelecida, outros conceitos não foram aqui abordados e poderão ser considerados em pesquisas futuras. O número de casos e os setores de mercados dos casos analisados também foram fatores limitantes que influenciaram nos resultados deste estudo.

Além das questões apontadas, trabalhos futuros poderiam analisar de forma mais aprofundada uma amostra maior de empresas brasileiras a fim de mapear e certificar o estágio real da implementação da EC, suas práticas e modelos de negócios.

REFERÊNCIAS

ABADIA, L. G. Modelos de negócios alinhados aos princípios da economia circular e sustentabilidade: estudos de múltiplos casos. Dissertação de Mestrado. **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. 2019. DOI: https://doi.org/10.11606/D.3.2019.tde-21082019-143152. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-21082019-143152/en.php. Acessado em: 22 dezembro 2019.

AGYEMANG, M. et al. Drivers and barriers to circular economy implementation. An explorative study in Pakistan's automotive industry. **Emerald**. 2018. DOI: https://doi.org/10.1108/MD-11-2018-1178. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MD-11-2018-1178/full/html. Acessado em: 24 abril 2019.

ALLWOOD, J.; CULLEN, J.. Sustainable materials: with both eyes open. **UIT Cambridge Ltd**, 2012. Disponível em: http://www.withbotheyesopen.com/read.php. Acessado em: 08 março 2019.

ALLWOOD, J. M. et al. **Material Efficiency: A white paper**. Resources, Conservation and Recycling, v. 55, n. 3, p. 362-381, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.002. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344910002405. Acessado em: 8 março 2019.

ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. **Sustainability Science**, v. 2, n. 1, p. 133-140, 2007. DOI: https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-006-0013-6. Acessado em: 8 março 2019.

ANDREWS, D. The circular economy, design thinking and education for sustainability. **Local Economy**, v. 30, n. 3, p. 305-315, 2015. DOI: https://doi.org/10.1177/0269094215578226. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0269094215578226. Acessado em: 8 março 2019.

ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: http://www.anfavea.com.br/estatisticas-copiar.html. Acessado em: 15 novembro 2019.

AYRES, R. U. Industrial Metabolism. In: AUSUBEL, Jesse H.; SLADOVICH, Hedy E. **Technology and Environment.** Washington: National Academy Press, 1989.

BASTEIN, Ton et al. Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. **TNO – The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research**. 2013.

BENYUS, J. M. Biomimicry: Innovation Inspired by design. William Morrow & Company, 2002.

BLOMSMA, F. et al. Developing a circular strategies framework for manufacturing companies to support circular economy-oriented innovation. **Journal of Cleaner Production**. v. 241, 2019.DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118271. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619331415. Acessado em: 22 dezembro 2019.

BOCKEN, N.MP et al. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 5, p. 308-320, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21681015.2016.1172124. Acessado em: 8 março 2019.

BOCKEN, N.M.P.; SCHUIT, C.S.C.; KRAAIJENHAGEN, C. Experimenting with a circular business model: Lessons from eight cases. **Environmental Innovation and Societal Transitions**. v. 28, p. 79-95, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.02.001. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042241730134X. Acessado em: 26 dezembro 2018.

BOULDING, K. E. The Economics of the Coming Spaceship Earth. In: MARKANDYA, Anil; RICHARDSON, Julie. **The earth scan reader in environmental economics**, 1966.

BRASIL, Lei n. 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2. ed. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm, Acessado em 20 abril 2019.

BRESSANELLI, G. et al. The role of digital Technologies to overcome Circular Economy challenges in PSS Business Models: an exploratory case study. **Procedia CIRP**. V. 73, p. 216-221, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.322. Disponível em : https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118305031, Acessado em: 25 outubro 2018.

CAO, J. et al. ERP regulation and reverse supply chain strategy on remanufacturing. **Computers & Industrial Engineering**. v. 125, p. 279-297, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.08.034. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835218304145. Acessado em: 4 agosto 2019.

CAMACHO-OTERO, J.; BOKS, C.; PETTERSEN, I. N. Consumption in the Circular Economy. **Sustainability.** v.10, p. 1-25, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/su10082758. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2758. Acessado em: 23 outubro 2018.

CARVALHO, M. M.; FLEURY, A.; LOPES, A. P. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 7, p. 1418-1437, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.11.008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162512002934. Acessado em: 15 março 2019.

CHIAPPETTA JABBOUR, C. J. et al. Who is in charge? A review and a research agenda on the “human side” of the circular economy. **Journal of Cleaner Production**. v. 222, p. 793-801, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.038. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619307279. Acessado em: 23 dezembro 2019.

CHRISTIS, M.; ATHANASSIADIS, A.; VERCALSTEREN, A. Implementation ant a city level of circular economy strategies and climate change mitigation – the case of Brussels. **Journal of Cleaner Production**. v. 218, p. 511-520, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.180. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619301994. Acessado em: 24 abril 2019.

CNI – Confederação Nacional da Industria. Circular Economy – Opportunities and Challenges for the Brazilian industry. **CNL the strength of the Brazilian Industry**. Brasilia, 2018. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/4/economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-industria-brasileira/#circular-economy-opportunities-and-challenges-for-the-brazilian-industry. Acessado em: 29 junho 2019.

COMMONER, B. **The closing circle**. Nature man & technology. Random HouseInc, 1971.

COSTA, E. B. et al. Clínquer Portland com reduzido impacto ambiental. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. v. 13, n. 2, p. 75-86, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212013000200007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212013000200007&script=sci_arttext. Acessado em: 14 novembro 2019.

DE LOS RIOS, I. C.; CHARNLEY, F. J.S. Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design**. Journal of Cleaner Production**, v. 160, p. 109-122, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.130. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616317619. Acessado em: 8 março 2019.

DEMAJOROVIC, J.; MIGLIANO, J. E. B. Política Nacional de Resíduos Sólidos e suas implicações na cadeia logística reversa de microcomputadores no Brasil. **Gestão&Regionalidade**. n. 87, v. 29, p. 64-80, 2013. Disponível em: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133429359006. Acessado em: 5 maio de 2019.

DEN HOLLANDER, M. C.; BAKKER, C. A.; HULTINK, E. J. Product design in a circular economy: development of a typology of key concepts and terms. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 2, p. 517-525, 2017. DOI: https://doi.org/10.1111/jiec.12610. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12610. Acessado em: 8 abril 2019.

DESPEISSE, M. et al. Unlocking value for a circular economy through 3D printing: A research agenda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 115, p. 75-84, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516303341. Acessado em: 8 março 2019.

DIODATO, V. P. **Dictionary of bibliometrics**. New York: The Haworth Press, 1994.

DONG, H. et al. A review on eco-city evaluation methods and highlights for integration. **Ecological Indicators.** v. 60, p. 1184-1191, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.044. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X15004768. Acessado em: 21 junho 2019.

EHRENFELD, J.; GERTLER, N. Industrial Ecology in Practice: The evolution of interdependence at Kalundborg. **Journal of Industrial Ecology**, v. 1, n. 1, p. 67-79, 1997. DOI: https://doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.67. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/jiec.1997.1.1.67. Acessado em: 1 julho 2019.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989. DOI: https://doi.org/10.5465/amr.1989.4308385. Disponível em: https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/AMR.1989.4308385. Acessado em: 12 setembro 2019.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory building from cases: opportunities and challenges. **Academy of management Journal**. v.50, n. 1, p. 25-32. 2007. DOI: https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888. Disponível em: https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/AMJ.2007.24160888. Acessado em: 12 setembro 2019.

EMF-Ellen MacArthur Foundation. Towards the circular economy − Economic and business rationale for an accelerated transition, 2013. Disponível em: www.ellenmacarthurfoundation.org › assets › downloads › publications. Acessado em: 01 julho 2019.

EMF-Ellen MacArthur Foundation. Priority Research Agenda, 2017. Disponível em: https:// www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/higher-education/EMF_ Priority-Research-Agenda-copy.pdf.

ERKMAN, S. Industrial ecology: an historical view. **Journal of Cleaner Production**, n. 1-2, v. 5, p. 1-10, 1997. DOI: https://doi.org/10.1016/S0959-6526(97)00003-6. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652697000036. Acessado em: 01 julho 2019.

FROSCH, R. A. Industrial ecology: a philosophical introduction. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 89, n. 3, p. 800-803, 1992. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.89.3.800. Disponível em: https://www.pnas.org/content/89/3/800.short. Acessado em: 01 julho 2019.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, Nicholas E. Strategies for Manufacturing. **Scientific American**, v. 189, n. 3, p. 144-152, 1989. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/24987406?seq=1. Acessado em: 01 julho 2019.

GEISSDOERFER, M. al. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**. v. 143, p. 757-768, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616321023. Acessado em: 11 março 2019.

GENG. Y. et al. Implementing China's circular economy concept at the regional level: A review of progress in Dalian, China. **Waste Management**, v. 29, n. 2, p. 996-1002, 2009. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.036. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X08002432. Acessado em: 8 março 2019.

GENG, Y.; COTÉ, R. P. Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v.9, n. 4, p. 333-340, 2002. DOI: https://doi.org/10.1080/13504500209470128. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504500209470128. Acessado em: 8 março 2019.

GENG, Y; DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving "leapfrog development". **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 15, p. 231-239, 2008. DOI: https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3843/SusDev.15.3:6. Acessado em: 8 março 2019.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S.. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11-32, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615012287. Acessado em: 11 março 2019.

GHISELLINI, P.; ULGIATI, S.. Circular economy transition in Italy. Achievements, perspectives and constraints. **Journal of Cleaner Production**. v. 243, p. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118360. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619332305. Acessado em: 20 dezembro 2019.

GPRC, Government of People's Republic of China. Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China. Adopted at the fourth session of the Standing Committee of the 11th National People's Congress on August 29, 2008. Disponível em: http://english.mep.gov.cn/Resources/laws/envir_elatedlaws/201712/t20171212_427823.shtml . Acessado em: 03 agosto 2019.

GREGSON, N. et al. Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. **Economy and Society**, v. 44, n. 2, p. 218-243, 2015. DOI: https://doi.org/10.1080/03085147.2015.1013353. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03085147.2015.1013353. Acessado em: 8 março 2019

HAZEN, B. T.; MOLLENKOPF, D. A.; WANG, Y.. Remanufacturing for the circular economy: An examination of consumer switching behavior. **Business Strategy and the Environment**, v. 26, n. 4, p. 451-464, 2017. DOI: https://doi.org/10.1002/bse.1929. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bse.1929. Acessado em: 8 março 2019.

HELSMATI, A. A review of Circular Economy and its implementation. **The institute for the Study of Labor (IZA),** Germany, 2015. Disponível em: https://www.iza.org/publications/dp/9611/a-review-of-the-circular-economy-and-its-implementation. Acessado em: 24 abril 2019.

HOLMRICH, A. S. et al. The circular economy umbrella: Trends and gap on integrating pathways. **Journal of Cleaner Production**. v. 175, p. 525-543, 2018. DOI:

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617327221. Acessado em: 11 março 2019.

HU, J. et al. Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model. **Journal of Cleaner Production.** v. 19, p. 221-228, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652610003744. Acessado em: 21 junho 2019.

IKPAAHINDI, L. An overview of bibliometrics - Its measurements, laws and their applications. **Libri**, v. 35, n. 2, p. 163-177, 1985. Disponível em: https://search.proquest.com/openview/24d60229b8fa113585ba9a6820914992/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1818712. Acessado em: 01 julho 2019,

JESUS, A.; MENDONÇA, S. Lost in Transition? Drivers and Barriers in the Eco innovation Road to the Circular Economy. **Ecological Economics**. v. 145, p. 75-89, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.001. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800916316597. Acessado em: 12 novembro 2019.

JONKER, J. et al. Organizing, for the Circular Economy – A workbook for developing Circular Business Models. **European Commission**, 2018. Disponível em: www.newbusinessmodels.info. Acessado em: 5 junho 2019.

KALMYKOVA, Y.; SADAGOPAN, M.; ROSADO, L. Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, Conservation & Recycling**. v. 135, p. 190-201, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917303701. Acessado em: 24 abril 2019.

KARVANEN, I. et al. Enhancing remanufacturinge studying networks and sustainability to support Finnish industry. **Journal of Remanufacturing**. v. 5, p. 1-16, 2015. Dísponível em: https://rd.springer.com/article/10.1186/s13243-015-0015-6. Acessado em: 20 dezembro 2019.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M.. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation & Recycling**. v.127, p. 221-232, 2017.DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302835. Acessado em: 20 novembro 2018.

KIRCHHERR, J. et al. Barriers to the Circular Economy: Evidence from the European Union (EU). **Ecological Economics.** v. 150, p. 264-272, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800917317573. Acessado em: 12 novembro 2018.

KUMAR, V. et al. Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. **Emerald Insight**. n.4, v. 57, p. 1067-186, 2019. DOI: https://doi.org/10.1108/MD-09-

2018-1070. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MD-09-2018-1070/full/html. Acessado em: 27 junho 2019.

KURILOVA-PALISAITIENE, J.; SUNDIN, E.; POKSINSKA, B. Remanufacturing challenges and possible lean improvements. **Journal of Cleaner Production**. v. 172, p. 3225-3236, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617326744. Acessado em: 23 novembro 2018.

LEWANDOWSKI, M. Designing the Business Models for Circular Economy – Towards the Conceptual Framework. **Sustainability**. n.8, v. 43, p. 1-28, 2016. DOI: https://doi.org/10.3390/su8010043. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/43. Acessado em: 11 março 2019.

LIAO, Y. et al. Past, present and future of industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3609-3629, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2017.1308576. Acessado em: 23 março 2019.

LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 115, p. 36-51, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615018661. Acessado em: 24 abril 2019.

LIEDER, M.; ASIF, F. M.A.; RASHID, A. Towards Circular Economy implementation: an agent-based simulation approach for business model changes. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**. n. 6, v. 31, p. 1377-1402, 2017. DOI: 10.1007/s10458-017-9365-9 Disponível em: https://rd.springer.com/article/10.1007/s10458-017-9365-9. Acessado em: 24 abril 2019.

LIENING, J; BRUEMMER, H. Fundamentals of Electronic Systems Design. **Springer International PublishingAG**. p. 194-197, 2017. Disponível em: https://rd.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-55840-0. Acessado em: 4 junho 2019.

LIÑAN, F.; FAYOLLE, A. A systematic literature review on entrepreneurial intentions: citations, thematic analyses, and research agenda. **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 11, n. 4, p. 907-933, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/s11365-015-0356-5. Disponível em: https://rd.springer.com/article/10.1007/s11365-015-0356-5. Acessado em: 24 abril 2019.

LINDER, M.; WILLIANDER, M. Circular business model innovation: inherent uncertainties. **Business Strategy and the Environment**, v. 26, n. 2, p. 182-196, 2017. DOI: https://doi.org/10.1002/bse.1906. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bse.1906 . Acessado em: 24 abril 2019.

LIU, Y.; BAI, Y. An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China**. Resources, Conservation and Recycling**. v. 87, p. 142-152, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.04.002. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344914000883. Acessado em: 08 março 2019.

LOPES, A. P.; CARVALHO, M. M. Evolution of the open innovation paradigm: Towards a contingent conceptual model. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 284-298, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518302786. Acessado em: 20 março 2019.

LOVINS, Amory B.; LOVINS, L. Hunter; HAWKEN, Paul. A road map for natural capitalism. 1999. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=nO9MMxTtaeMC&oi=fnd&pg=PA250&dq=A+road+map+for+natural+capitalism&ots=KyDMo1X-mD&sig=5DYNkrcChDQT5CC3r6TysEUh3To#v=onepage&q=A%20road%20map%20for%20natural%20capitalism&f=false. Acessado em: 4 junho 2019.

LYLE, John Tillman. Regenerative design for sustainable development. John Wiley & Sons. 1996. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=qB3v3gYofSUC&oi=fnd&pg=PP13&dq=Regenerative+design+for+sustainable+development&ots=DcgfilbPgd&sig=-BG-CwNpvYyT9pK9vPqVHWbRkho#v=onepage&q=Regenerative%20design%20for%20sustainable%20development&f=false. Acessado em: 5 maio 2019.

MATHEWS, J. A.; TAN, H. Process Toward a circular Economy in China. The Drivers (and Inhibitors) of Eco-Industrial Initiative. Journal of Industrial Ecology. n. 3, v. 15, p.435-457, 2011. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x. Acessado em: 01 julho 2019.

McDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to Cradle**: Remaking the way we make things. **North Point Press**, New York. 2002. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=KFX5RprPGQ0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cradle+to+Cradle:+Remaking+the+way+we+make+things&ots=irKju_xdMj&sig=sJetijyf6Svv-6e58hgVl7wkSY4#v=onepage&q=Cradle%20to%20Cradle%3A%20Remaking%20the%20way%20we%20make%20things&f=false. Acessado em: 8 março 2019.

MCDOWALL, W. et al. Circular economy policies in China and Europe. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 651-661, 2017. DOI: https://doi.org/10.1111/jiec.12597. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12597. Acessado em: 08 março 2019.

METI, Ministry of Economy, Trade and Industry. Handbook on Resource Recycling Legislation and 3R Trends in 2003. Japão, 2003. Disponível em: www.meti.go.jp/pamphlet/pdf/cRecycle3R. Acessado em: 8 março 2019.

MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. São Paulo: Elsevier, 2010.

HOLMGREM, D. Permaculture: principles & Path ways beyond sustainability. 1978.

NEELY, A. The evolution of performance measurement research: Developments in the last decade and a research agenda for the next. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 12, p. 1264-1277, 2005. DOI: 08/01443570510633648. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443570510633648/full/html. Acessado em: 20 março 2019.

NUßHOLZ, J. L. A circular business model mapping tool for creating value from prolonged product lifetime and closed material loops. **Journal of Cleaner Production**. v. 197, p. 185-194, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.112. Disponivel em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618317621. Acessado em: 08 março 2019.

O'CONNOR, M. P. et al. A strategy for material supply chain sustainability: enabling a circular economy in the electronics industry through green engineering. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 4, n. 11, p. 5879-5888, 2016. DOI: https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b01954. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acssuschemeng.6b01954. Acessado em: 20 março 2019.

OECD, Business Models for the Circular Economy – Opportunities and Challenges from a Policy Perspective. Re-Circle – **Resource Efficiency & Circular Economy Project**. Paris, 2018. Disponível em: www.oecd.org-ilibrary.org. Acessado em: 24 março 2019.

PACE, The Plataform for Accelaratuing the Circular Economy. **Circle Economy.** v. 1, 2019. Disponível em: https://pacecircular.org/. Acessado em: 24 março 2019.

PACTO GLOBAL, https://www.pactoglobal.org.br/10-principios. Acessado em: 15/11/2019.

PAULI, Gunter. The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs. **Paradigm Publications.** Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=The+blue+economy%3A+10+years%2C+100+innovations%2C+100+million+jobs&btnG=. Acessado em 8 março 2019.

PEARCE, David W.; TURNER, R. Kerry. **Economics of natural resources and the environment**. Johns Hopkins University Press, 1990. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/31662420_Economics_of_natural_resources_and_the_environment_DW_Pearce_RK_Turner. Acessado em: 8 março 2019.

PIALOT, O.; MILLET, D.; BISIAUX, J. "Upgradable PSS": Clarifying a new concept of sustainable consumption/production based on upgradability. **Journal of Cleaner Production**. v. 141, p. 538-550, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.161. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616313257. Acessado em: 27 junho 2019.

PINHEIRO, M. A. et al. The role of new product development in underpinning the circular economy. A systematic review and integrative framework. **Esmerald**,n. 4, v. 57, p. 840-862, 2018. DOI: https://doi.org/10.1108/MD-07-2018-078. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MD-07-2018-0782/full/html. Acessado em: 27 junho 2019.

POMPONI, F.; MONCASTER, A.. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 710-718, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616321102. Acessado em: 08 março 2019.

PORTAL MONTADORA CAM: https://www.vwco.com.br/responsabilidade-socio-ambiental/proconve-p7 . Acessado em: 27 setembro 2019.

PRASAD, S; TATA, J.. Publication patterns concerning the role of teams/groups in the information systems literature from 1990 to 1999. **Information & Management**, v. 42, n. 8, p. 1137-1148, 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.im.2005.01.003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378720605000133. Acessado em: 20 março 2019.

PRESTON, F. **A global redesign? Shaping the circular economy**. London: Chatham House, 2012. Disponível em: www.chathamhouse.org. Acessado em 24 março 2019.

RANTA, V. et al. Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 70-82, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.017. Disponível em https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302653. Acessado em: 04 junho 2019.

REN, Y. The Circular economy in China. **Journal of Material Cycles and Waste Management**. v. 9, n. 2, p. 121-129, 2007.Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-007-0183-z. Acessado em: 24 março 2019.

RENNER, G. T. Geography of industrial localization. **Economic Geography**, v. 23, n. 3, p. 167-189, 1947. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2307/141510?journalCode=recg20. Acessado em: 24 abril 2019.

RIZOS, V. et al. Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. **Sustainability**, v. 8, n. 1212, p. 1-18, 2016. DOI: https://doi.org/10.3390/su8111212. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/8/11/1212. Acessado em: 24 abril 2019.

SAAVEDRA, Y. M. Remanufacturing in Brazil: case studies on the automotive sector. **Journal of Cleaner Production**. v. 53, p. 267-276, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.038. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613001765. Acessado em: 11 novembro 2011.

SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. Environental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**. v. 17, p. 48-56, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464515300099. Acessado em: 23 dezembro 2019.

SCHULZ, C.; BAILEY, I. The green economy and post-growth regimes: opportunities and challenges for economic geography. **Geografiska Annaler**: Series B, Human Geography, v. 96, n. 3, p. 277-291, 2014. DOI: https://doi.org/10.1111/geob.12051. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/geob.12051. Acessado em: 08 março 2019.

SINGH, J.; ORDOÑEZ, I. Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 342-353, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615018442. Acessado em: 08 março 2019.

SOUZA-ZOMER, T. et al. Cleaner production as an antecedent for circular economy paradigm shift at the micro-level: Evidence from a home appliance manufacturer. **Journal of Cleaner Production**. v. 185, p. 740-748, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.006. Disponível em https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618306553. Acessado em: 08 março 2019.

STAHEL, W. R. **The performance economy**. Palgrave Macmillan, 2010.

STAHEL, W. R. Policy for material efficiency – sustainable taxation as a departure from the throwaway society. **Philosophical Transactions of the Royal Society**. Switizerland, 2013.

STAHEL, W. R. The Circular Economy. **Nature.** v. 531, p. 435-438, 2016.

SU, B. et al. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p. 215-227, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020. Disponível em https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612006117. Acessado em: 30 novembro 2019.

TUKKER, A. Product service for a resource-efficient and circular economy – a review. **Journal of Cleaner Production**. v. 97, p. 76-91, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.049. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613008135. Acessado em: 08 março 2019.

ÜNAL, E.; SHAO, J. A taxonomy of circular economy implementation strategies for manufacturing firms: Analysis of 391 cradle-to-cradle products. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 754-765, 2019. DOI: /doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.291. Disponível em https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618336941. Acessado em: 08 março 2019.

VENCE, X.; PEREIRA, Á. Eco-innovation and Circular Business Models as drives for a circular economy. **Contaduría y Administración**. v. 64, n. 1, p. 1-19, 2019. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6898770. Acessado em: 24 novembro 2019.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219,

2002. DOI: https://doi.org/10.1108/01443570210414329. Disponível em: http://www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm. Acessado em: 24 novembro 2019.

WARP. WRAP and the circular economy http://www.wrap.org.uk/about-us/about/wrap-and-circular-economy. Acessado em: 14 Julho, 2019.

WEI, S. et al. Motives and Barriers of Remanufacturing industry in China. **Journal of Cleaner Production.** v.94, p. 340-351, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615001183. Acessado em: 26 junho 2019.

WINANS, K.; KENDALL, A.; DENG, H. The history and current applications of the circular economy concept. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, p. 825-833, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116306323. Acessado em: 21 junho 2019.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: Planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y. The Circular Economy. A new development strategy in China. **Journal of Industrial Ecology**, v. 10, n. 1-2, p. 4-8, 2006. DOI: https://doi.org/10.1162/108819806775545321. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/10881980677554532. Acessado em: 08 março 2019.

ZHU, Q.; GENG, Y.; LAI, K. Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 6, p. 1324-1331, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.02.013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479710000411. Acessado em: 08 março 2019.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS

BLOCO I - CARACTERIZAÇÃO DO RESPONDENTE E DA EMPRESA

Entrevistado

1. Nome:
2. E-mail:
3. Função:
4. Tempo de experiência na função:

Empresa

5. Nome da empresa:
6. Setor de atuação da empresa:

    Alimentício

    Automotivo

    Bancário / Financeiro

    Biotecnologia

    Borracha

    Construção civil

    Cerâmica

    Consultoria

    Cosmético / Farmacêutico

    Distribuição de energia elétrica, água e gás

    Healthcare

    Madeira / Móveis

    Metalúrgico

    Mineração

    Projetos

    Petróleo e gás

7. Número de funcionários:

    Menos do que 10

    Entre 10 e 50

Entre 51 e 500

Mais do que 500

BLOCO II - ECONOMIA CIRCULAR

Aspectos conceituais

1. Você já ouviu falar de economia circular?
2. Qual a definição de economia circular na sua opinião?
3. Quais são os 3Rs da economia circular?

Benefícios da economia circular

4. Qual é o seu nível de conscientização sobre os benefícios da economia circular?

5. Quais dos seguintes benefícios sua empresa espera alcançar ou já alcançou com a implementação da economia circular? Explique cada um deles:

<u>Benefícios político-sociais:</u>

☐ Economia circular fortalece a comunicação entre a sociedade e a indústria;

☐ Melhor alinhamento entre a empresa e seus clientes;

☐ Criação de novas oportunidades de emprego para as comunidades locais;

☐ Melhoria da saúde pública e consciência ambiental;

☐ A economia circular permite que as empresas operem de acordo com as regulações ambientais;

☐ Outros.

<u>Benefícios econômicos</u>

☐ Redução dos custos por meio de cadeia de suprimentos sustentável, menor preço de insumos e minimização de multas ambientais e geração de resíduos;

☐ Abertura de novos mercados para reciclagem e remanufatura;

☐ Novos mercados e novos canais de receita aumentam os lucros da empresa e proporcionam vantagem competitiva em relação aos concorrentes;

☐ Os governos locais lucram mais com a quantidade de lixo coletado, vendendo-os para empresas de reciclagem;

☐ Outros

Benefícios ambientais

☐ Produtos ecologicamente corretos economizam energia e recursos naturais e reduzem a geração de poluição;

☐ Práticas de gerenciamento ambientalmente corretas fornecem resiliência organizacional e de cadeia de suprimentos;

☐ Redução do consumo de combustíveis fósseis, emissão de gases de efeito estufa e substâncias tóxicas;

☐ Desenvolvimentos em ciências e tecnologias ambientais e surgimento de novos conceitos como eco design, rótulo ecológico, produção mais limpa;

☐ Outros.

Desenvolvimento de produto – práticas da economia circular

6. Quais das seguintes práticas da economia circular sua empresa adota no desenvolvimento de novos produtos?

   Circular design

   Cradle-to-cradle

   Design for X

   Eco design

   End of life

   LCA - Life Cycle Assessment

   PLM - Product Lifecycle Management

   PSS - Product Service System

   Sustainable design

Fatores motivadores de implementação da economia circular

7. Você está familiarizado com a ideia da economia circular na sustentabilidade?

8. O que você acha que vem impulsionando a implementação da economia circular no setor em que sua empresa está inserida?

9. De que maneira você acha que sua empresa é direcionada para a implementação da economia circular?

10. Quais são os principais fatores que motivam a sua empresa a implementar a economia circular:

Antecipação de pressões futuras e riscos;

Fatores competitivos (pressão do mercado; ferramenta de marketing);

Economia de custo;

Apoio governamental;

Imagem e reputação;

Estratégias e características internas da empresa (Estratégias ambientais internas, meta, governança, cultura ou políticas);

Legislação e Regulamentações;

Padrões obrigatórios de projeto / requisitos obrigatórios;

Parcerias (com *stakeholders*) e / ou *benchmarking;*

Potencial para novos produtos / negócios;

Pressão das partes interessadas;

Necessidades e restrições produtivas (características de projeto de componentes críticos de produtos; escassez de recursos; tamanho e volume de novas linhas de produtos; eficiência do material).

Barreiras de implementação da economia circular

11. Quais são as principais barreiras de implementação da economia circular no setor em que sua empresa está inserida?

12. Quais das seguintes barreiras sua empresa vem enfrentando ou enfrentou na implementação da economia circular? Explique cada uma delas

<u>Barreiras político-sociais:</u>

Baixo nível de conscientização;

Falta de conhecimento dos princípios da economia circular;

Falta de pessoal qualificado;

Baixo nível de demanda e aceitação de produtos remanufaturados;

Relutância em substituir produtos ao término do ciclo de vida;

Baixa responsabilização dos governos locais;

Outras.

Barreiras econômicas:

A necessidade de uma quantidade considerável de investimento inicial que tenha retorno econômico a longo prazo;

Falta de parceiros apropriados nas cadeias de suprimentos;

Falta de pessoal qualificado;

Alto custo de estabelecimento de cadeias eco industriais;

Processos de reciclagem do setor informal;

A necessidade de um investimento notável para tecnologia avançada e atualização de instalações e equipamentos;

Outras.

Barreiras ambientais:

Falta de disponibilidade de programas e instalações de gestão ambiental, tanto em órgãos governamentais como em instituições acadêmicas;

Falta de incentivos disponíveis para promover atividades mais ecológicas e economizar água, energia e materiais;

Muitas das áreas que realizam atividades de aterro e incineração têm falta de tecnologias adequadas;

Empresas de catadores e decompositores têm falta de capacidade para criar novos campos;

Os sistemas de gestão de recursos residuais são geralmente de baixa tecnologia e limitam a utilização máxima de materiais recuperados;

A falta de tecnologias adequadas usadas nas atividades de aterro e incineração causam enormes perdas irrevogáveis no meio ambiente;

Outras.

Barreiras de desenvolvimento de produto:

Consumidor e sociedade;

Aspectos financeiros;

Aspectos institucionais e culturais das organizações;

Aspectos legais;

Métricas e quantificação;

Parceiros;

Lógica reversa;

Aspectos tecnológicos;

Incerteza e aspectos informais;

Outras.

Envolvidos na interação entre desenvolvimento de produto e economia circular

13. Quais dos seguintes stakeholders foram envolvidos na implementação da economia circular? Explique cada um deles

Governo;

Engenharia;

Fornecedor;

ONG;

Mercado;

Academia;

Distribuidor;

Reciclador;

Outras;

Não especificado