

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
GESTÃO ORGANIZACIONAL E REGIONALIDADE

LUCAS CONDE STOCCO

**FRAMEWORK DE ECONOMIA CIRCULAR 4.0 PARA O SETOR ATACADO
DISTRIBUIDOR: PERSPECTIVAS A PARTIR DA REGIONALIDADE**

UBERLÂNDIA

2020

LUCAS CONDE STOCCO

**FRAMEWORK DE ECONOMIA CIRCULAR 4.0 PARA O SETOR ATACADO
DISTRIBUIDOR: PERSPECTIVAS A PARTIR DA REGIONALIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de Concentração: Gestão Organizacional e Regionalidade

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciana Oranges Cezarino

UBERLÂNDIA

2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S864
2020

Stocco, Lucas Conde, 1989-
Framework de Economia Circular 4.0 para o Setor Atacado
Distribuidor: perspectivas a partir da regionalidade [recurso
eletrônico] / Lucas Conde Stocco. - 2020.

Orientadora: Luciana Oranges Cezarino.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Administração.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.58>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Administração. I. Cezarino, Luciana Oranges, 1980-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em
Administração. III. Título.

CDU: 658

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração

Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 5M, Sala 109 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4525 - www.fagen.ufu.br - ppgaadm@fagen.ufu.br


ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Administração				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico PPGAdm - Número 229				
Data:	17 de fevereiro de 2020	Hora de início:	13:00	Hora de encerramento:	15:00
Matrícula do Discente:	11812ADM013				
Nome do Discente:	Lucas Conde Stocco				
Título do Trabalho:	FRAMEWORK DE ECONOMIA CIRCULAR 4.0 PARA O SETOR ATACADO DISTRIBUIDOR				
Área de concentração:	Regionalidade e Gestão				
Linha de pesquisa:	Gestão Organizacional e Regionalidade				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Bloco 1F, sala 223, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Administração, assim composta: Professores Doutores: Márcio Lopes Pimenta (FAGEN/UFU), Lara Bartocci Liboni (FEA-USP/RP) e Luciana Oranges Cezarino orientador(a) do(a) candidato(a). Ressalta-se que o(a) Prof(a) Dr(a). Lara Bartocci Liboni participou da defesa por meio de webconferência e os demais membros da banca e o(a) aluno(a) participaram in loco.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, a Prof(a). Dr(a). Luciana Oranges Cezarino, apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao(a) Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Luciana Oranges Cezarino, Professor(a) do Magistério**



Superior, em 17/02/2020, às 14:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Márcio Lopes Pimenta, Professor(a) do Magistério Superior**, em 17/02/2020, às 14:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lara Bartocci Liboni, Usuário Externo**, em 18/02/2020, às 12:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1864710** e o código CRC **9C380EC1**.

AGRADECIMENTOS

No início me disseram que cursar o mestrado seria difícil, estressante e cansativo, porém muito gratificante e uma etapa de grande aprendizado. Esse processo se tornou mais leve graças ao suporte das seguintes pessoas/seres a quem deixo os meus agradecimentos.

Agradeço inicialmente a minha orientadora e professora Dra. Luciana Oranges Cezarino por me ensinar os caminhos necessários para que eu me tornasse um pesquisador, pelas oportunidades que me foram dadas, pelos puxões de orelha e por compartilhar comigo as alegrias e dores desse processo.

À minha mãe Nilva e ao meu pai João Thiago que mesmo sem entenderem muito bem esse universo acadêmico sempre me forneceram as bases para que eu pudesse me dedicar aos estudos, apoiando minhas decisões e comemorando cada etapa conquistada com orgulho e amor incondicionais.

Ao meu namorado Marcus Berigo por respeitar e entender os momentos de ausência, por comemorar as conquistas e me oferecer o suporte que eu precisava para continuar essa caminhada com amor e compreensão.

Agradeço aos meus amigos e familiares que ouviram pacientemente as reclamações, sofrimentos com artigos e seus prazos e compartilharam comigo as vitórias desse processo especialmente, Cleufa Conde, Camila Parachini, Carol Mantoan, Gabriel Machiaveli, Lucas Santos e Rodrigo Denubila.

Ao meu professor e amigo Renato Moraes que sempre esteve disponível nos meus momentos de indecisão, nas inseguranças, me ouvindo e guiando nesse trajeto desde a graduação na UFSJ.

Agradeço aos professores Dra. Lara Bartocci Liboni e Dr. Márcio Lopes Pimenta pelas ideias e propostas de melhorias do trabalho apontadas na qualificação e por poderem participar na defesa desta dissertação.

À minha psicóloga Letícia Rodrigues por me auxiliar nesse processo e contribuir para que eu me entendesse melhor.

Aos amigos que o mestrado me trouxe, especialmente à Nathalia Franqueiro, pessoa que deixou esse processo mais feliz ao entender a necessidade de cada café e conversa para desabafo, por celebrar as publicações e compartilhar a experiência da tutoria mesmo me irritando ao chegar atrasada e contribuir para que eu me tornasse uma pessoa e um acadêmico melhor.

Às empresas que aceitaram participar dessa pesquisa e me forneceram as informações necessárias para a conclusão deste estudo.

Ao meu cachorro Caju, que entrou em minha vida em um momento conturbado na pós-graduação, por ficar ao meu lado nas madrugadas enquanto eu escrevia e por esperar pacientemente o horário de cada passeio e pausa para brincar que me deram o fôlego necessário.

À Universidade Federal de Uberlândia por ter me oferecido um ensino de qualidade e fornecido as bases para tornar tudo isso possível.

RESUMO

O contexto do atual cenário produtivo tem apresentado relevantes mudanças. O desenvolvimento de uma Economia Circular (EC), torna possível a assimilação de um modelo de desenvolvimento econômico sustentável e nos permite a elaboração de sistemas de produção e distribuição mais limpos e sustentáveis. Outra destas mudanças diz respeito ao fenômeno da Indústria 4.0, que traz às organizações novas formas de digitalização de seus processos de produção. Essas tecnologias contribuem para a eficiência produtiva e energética, maior compartilhamento de informações e integração entre os *stakeholders* em uma cadeia de suprimentos. Para concretizar a EC é necessário que haja a modernização tecnológica nos diferentes setores. Assim, a Indústria 4.0 é fator determinante para a maturidade, de fato, da EC, permitindo que as empresas possam incorporar recursos modernos de tecnologia e dados para formação de Cadeias de Suprimentos Circulares. Alguns setores são *players* importantes no desenvolvimento da EC. Este é o caso do Setor Atacado Distribuidor que detém papel de destaque na cidade de Uberlândia - MG o que permite analisar a relação entre esses *stakeholders* sob a perspectiva da regionalidade. Há muitos estudos sobre a EC e a Indústria 4.0 no setor de manufatura, mas ainda pouco se sabe sobre como os outros membros da cadeia de suprimentos tem reagido. Desta forma, surge a seguinte pergunta de pesquisa: Como é possível estruturar a Economia Circular dentro de um contexto de digitalização no Setor Atacado Distribuidor? Assim, o objetivo deste trabalho é identificar a relação entre os conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular em atacado distribuidores, propor e validar um *framework* de distribuição 4.0. Para alcance dos resultados foi conduzida uma revisão sistemática de literatura para estruturação do *framework* assim como entrevistas semiestruturadas com representantes de empresas da cidade de Uberlândia - MG, que integram a cadeia de suprimentos de atacado distribuidores para validação do *framework*. Posteriormente aplicou-se a *Soft System Methodology (SSM)* para avaliar a capacidade do setor em viabilizar a integração com os demais membros da cadeia de suprimentos para formação de uma Cadeia de Suprimentos Circular. Como resultado do trabalho propôs-se um *framework* de distribuição circular para distribuição 4.0. A aplicação da *Soft System Methodology (SSM)* permitiu uma análise sistêmica do setor e das relações que os *stakeholders* devem manter para estruturação de uma Cadeia de Suprimentos Circular, fato que contribuiu para o aperfeiçoamento do *framework* proposto.

Palavras-chave: Distribuição 4.0; Economia Circular; Indústria 4.0; Logística Reversa; *Sustainable Supply Chain Management*; *Closed-loop Supply Chain*.

ABSTRACT

The current productive scenario has presented relevant changes. The development of a Circular Economy (CE), makes possible the assimilation of a sustainable economic development model and allows us to develop cleaner and more sustainable production and distribution systems. Another of these changes concerns the phenomenon of Industry 4.0, which brings to organizations new forms of digitalization of their production processes. These technologies contribute to production and energy efficiency, greater information sharing and integration among stakeholders in a supply chain. In order to achieve the CE, technological modernization is necessary for the different sectors. Thus, Industry 4.0 is a determining factor for the maturity, in fact, of the CE, allowing companies to incorporate modern resources of technology and data for the formation of Circular Supply Chains. Some sectors are important players in the development of the CE. This is the case of the Wholesale Distributor Sector which has a prominent role in the city of Uberlândia - MG, which allows the analysis of the relationship between these stakeholders' through the regional perspective. There are many studies about the CE and Industry 4.0 in the manufacturing sector, but little is known about how the other members of the supply chain have reacted. Thus, the following research question arises: How is it possible to structure the Circular Economy within the context of digitalization in the Wholesale and Distribution Sector? Thus, the objective of this work is to identify the relationship between the concepts of Industry 4.0 and Circular Economy in wholesale distributors and to propose and validate a 4.0 distribution framework. To achieve the results, a systematic literature review was conducted to structure the framework, as well as semi-structured interviews with representatives of companies in the city of Uberlândia - MG, which integrate the wholesale distributors' supply chain to validate the framework. Later, Soft System Methodology (SSM) was applied to assess the sector's ability to enable integration with other supply chain members to form a Circular Supply Chain. As a result of this work, a circular distribution framework was proposed for distribution 4.0. The application of Soft System Methodology (SSM) allowed a systemic analysis of the sector and the relationships that the stakeholders must maintain to structure a Circular Supply Chain, which contributed to the improvement of the proposed framework.

Keywords: Distribution 4.0; Circular Economy; Reverse Logistics; Sustainable Supply Chain Management; Closed-loop Supply Chain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Objetivos do Trabalho	17
Figura 2 - Estrutura Geral do Trabalho	18
Figura 3 - Trajeto Metodológico	26
Figura 4 - Relação estabelecida entre os <i>stakeholders</i>	31
Figura 5 - Fluxo de materiais a partir da <i>Smart Industry</i>	37
Figura 6 - Esboço de uma Economia Circular.....	40
Figura 7 - Rede de co-ocorrência de palavras-chave.....	44
Figura 8 - Rede de co-ocorrência de palavras-chave.....	45
Figura 9 - <i>Framework</i> para <i>Sustainable Supply Chain Management (SSCM)</i>	49
Figura 10 - <i>Framework</i> de Distribuição Circular	51
Figura 11 - Fluxo de resíduos destacado pelos entrevistados.....	64
Figura 12 - Cadeia de Suprimentos Circular em um Contexto de Digitalização	72
Figura 13 - Relação Entre Membros da Cadeia de Suprimentos.....	75
Figura 14 - Cadeia de Suprimentos Circular para Atacado Distribuidor	79

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Estrutura do levantamento bibliográfico	20
Quadro 2 - Participantes das entrevistas.....	23
Quadro 3 - Estrutura da Análise de Conteúdo	24
Quadro 4 - Matriz de amarração metodológica	27
Quadro 5 - Etapas da revisão sistemática	30
Quadro 6 - Implicações da Indústria 4.0 para a sustentabilidade propostas pela literatura.....	33
Quadro 7 - Oportunidades da manufatura nos níveis macro e micro	35
Quadro 8 - Relação de artigos utilizados na revisão sistemática.....	41
 Tabela 1 - Definições de Economia Circular.....	 39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAD – Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores de Produtos Industrializado

ADEMIG – Associação dos Atacadistas Distribuidores do Estado de Minas Gerais

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

CPS – *Cyber Physical Spaces*

CSC – *Closed-loop Supply Chain*

EDI – *Electronic Data Interchange*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEDI – Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial

IoT – *Internet of Things*

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PIB – Produto Interno Bruto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RFID – *Radio-Frequency Identification*

SSC – *Sustainable Supply Chain*

WCS – *Warehouse Control System*

WMS – *Warehouse Management System*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	11
1.1 Contextualização do tema da pesquisa	11
1.2 Justificativa	14
1.3 Objetivos	16
1.4 Estrutura da dissertação	17
CAPÍTULO 2: MÉTODO E ESTRUTURA GERAL DO TRABALHO	19
2.1 Matriz de amarração metodológica	26
CAPÍTULO 3: <i>FRAMEWORK</i> DE ECONOMIA CIRCULAR PARA DISTRIBUIÇÃO 4.0	28
3.1 Introdução	28
3.2 Método da revisão sistemática	30
3.3 Referencial Teórico	31
3.3.1 Teoria dos <i>Stakeholders</i>	31
3.3.2 Indústria 4.0 e sustentabilidade	33
3.3.3 Economia Circular	38
3.4 Resultado	51
3.5 Considerações finais	53
CAPÍTULO 4: DISTRIBUIÇÃO CIRCULAR 4.0: UMA ABORDAGEM SISTÊMICA	55
4.1 Introdução	55
4.2 Referencial Teórico	56
4.3 <i>Soft System Methodology (SSM)</i>	57
4.4 Resultados	58
4.4.1 Análise das entrevistas	58
4.4.2 <i>Aplicação da Soft System Methodology (SSM)</i>	64
4.5 Considerações finais	79
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES	81
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA	92

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema da pesquisa

A economia como um sistema linear, baseado na tomada de decisão e disposição de recursos ao longo da cadeia produtiva não mais satisfaz as necessidades de alcançar o desenvolvimento econômico (NESS, 2008), uma vez que a exploração vertiginosa dos recursos gerou forte discussão quanto a possibilidade de manutenção dos níveis atuais de produção em face do esgotamento dos recursos naturais (HAAS et al., 2015). Esse sistema ignora os impactos ambientais decorrentes do uso de recursos e disposição de resíduos, ao contrário do que pode-se entender a partir da Economia Circular (EC), que, a partir dessa consideração, cria ciclos fechados em que os recursos produtivos estão em movimentos circulares, possibilitado a partir do seu uso e posterior reuso ao longo do ciclo de vida do produto (SAUVÉ et al., 2015).

Na perspectiva econômica, destaca-se essa nova abordagem que tem ganhado cada vez mais espaço tanto pelo universo acadêmico quanto pelo mercado. Observando-se a urgência em se pensar sistemas produtivos mais eficientes e com melhor utilização de recursos, o conceito de Economia Circular (EC) passou a ser amplamente discutido (GEISENDORF; PIETRULLA, 2018), pois o conceito possibilita a obtenção de um sistema no qual se mantém o valor de produtos e materiais ao final do ciclo de vida do produto, o que contribui para a redução de resíduos gerados (COMISSÃO DA UNIÃO EUROPEIA PARA ECONOMIA CIRCULAR, 2015), ou ainda, cria-se uma sistema industrial que é restaurativo ou regenerativo por princípio e *design* (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

O ciclo de materiais, produtos e resíduos ao longo da cadeia de suprimentos se torna importante objeto de pesquisa uma vez que esses processos impactam significativamente o ambiente no qual as organizações desenvolvem suas atividades, produzindo externalidades positivas e/ou negativas. Sabe-se que uma das abordagens mais citadas e sugeridas pela literatura atualmente para a adoção de cadeias de suprimentos sustentáveis (*Sustainable Supply Chains – SSC*) é o conceito de Economia Circular (EC) (GICQUEL; KEDAD-SIDHOUM; QUADRI, 2016; KALVERKAMP, 2018; BERNON; TIAHJONO; RIPANTI, 2018; GOVINDAN; HASANAGIC, 2018).

Para compreender melhor o fluxo que os materiais podem ter no interior de uma cadeia de suprimentos circular, destaca-se o conceito dos 5R, ou seja, os princípios de Redução, Reuso, Reciclagem, Recuperação e Regeneração (PAN et al., 2015), que ao serem

implementados nas práticas de gestão de cadeias circulares podem contribuir para redução de resíduos e trazer maior valor ao material que retornará a cadeia produtiva.

As novas tecnologias que vem sendo desenvolvidas contribuem para que o volume de informações produzidas e analisadas, os processos internos às organizações e o compartilhamento de informações e processos pelos *stakeholders* seja feita de maneira cada vez mais rápida e dinâmica. Isso torna possível a formação de Cadeias de Suprimentos Circulares, considerando-se a melhorias na comunicação e coordenação dos agentes para que se alcance maior sustentabilidade da cadeia (SEURING; MÜLLER, 2008). Com isso a digitalização das cadeias de suprimentos a partir da Indústria 4.0 traz desafios aos gestores e demais *stakeholders*, pois esta altera a forma como a Gestão da Cadeia de Suprimentos passa a ser realizada especialmente no que diz respeito quanto à mudança da velocidade dos processos (TROTТА; GARENGO, 2018).

A Indústria 4.0 (XU; XU; LI, 2018) tem contribuído para ampliação da fronteira tecnológica das organizações produtivas. As novas tecnologias conhecidas como *Cyber Physical Spaces* (CPS), *Big Data Analytics*, realidade aumentada, *cloud services*, *Internet of Things* (IoT), impressão 3D, integração vertical e horizontal de sistemas (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; XU; XU; LI, 2018), têm permitido que as organizações se tornem mais competitivas e sustentáveis (STOCK; SELIGER, 2016). Essas tecnologias ao operarem de maneira integrada tem modificado a forma como as organizações realizam suas operações, como também causado mudanças nos negócios e sistemas produtivos, por assegurarem algumas vantagens como maior precisão de processos e maior agilidade e eficiência produtiva no uso de recursos (STOCK; SELIGER, 2016; TROTТА; GARENGO, 2018; STOCK et al. 2018).

O período que o Brasil tem vivenciado para a indústria se mostra desfavorável se comparado com o cenário de investimento de outros países e a capacidade da indústria internacional em acompanhar essas novas demandas produtivas (IEDI, 2018). Essas novas tecnologias que têm sido desenvolvidas e melhoradas contribuem para ampliar a competitividade no comércio internacional e tem exigido que o setor de transformação acompanhe essa tendência (IEDI, 2018). Ao mesmo tempo em que a indústria brasileira atravessa um período difícil, acontece no mundo e principalmente nos países desenvolvidos o que se pode chamar de Quarta Revolução Industrial.

Um dos fatores que contribuem para o desempenho organizacional está ligado ao crescimento econômico e como esse cenário se torna favorável ao investimento e desenvolvimento do mercado. O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2016 fechou em

R\$ 6,266 trilhões, com queda relativa a 2015 de 3,3% do valor total. O cenário econômico brasileiro atual apresenta dificuldades para setores como a Indústria que tem sofrido perdas como pode ser observado pela redução de 4,6% do valor adicionado ao PIB por esse setor em 2016 totalizando um acúmulo de 10,1% nos anos de 2015 e 2016 (IBGE, 2018). A queda de participação de um setor importante como este, ao considerarmos a importância relativa de cada setor para o crescimento econômico, pode impactar as cadeias produtivas nacionais como um todo. Acompanhando a queda do PIB, o setor de serviços registrou em 2016 queda de 3,8% em relação a 2015 (IBGE, 2018). O resultado no agregado geral para esse setor não se mostrou favorável, assim como os demais setores, dado o cenário vivido pelo país.

O Setor Atacado Distribuidor é um dos relevantes membros das cadeias produtivas do Brasil e tem grande importância para o desenvolvimento econômico do país, uma vez que assegura capilaridade ao fornecimento de produtos essenciais para a população (HUERTAS, 2014; ABAD, 2017; ABAD, 2018a). A logística e o armazenamento são considerados fatores chave para que a movimentação de carga flua pelo território brasileiro, de maneira a possibilitar a chegada de produtos aos canais de distribuição e consequentemente aos seus consumidores finais. No contexto econômico atual, mediante as dificuldades pelas quais o Brasil tem passado, é preciso que esse setor possa obter resultados econômicos satisfatórios para sua continuidade e para contribuição com os resultados setoriais da economia brasileira. Neste ínterim, de acordo com a Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores de Produtos Industrializados (ABAD), 54% de tudo que é comercializado pelo varejo alimentar brasileiro, passa pelo canal indireto de distribuição (ABAD, 2017). No tocante a rendimentos o setor mostra resultado positivo frente ao contexto econômico vivido, tendo registrado em 2016, faturamento de R\$ 250,5 bilhões com crescimento de 0,6% em relação ao ano anterior (ABAD, 2017).

Neste trabalho, utilizou-se o conceito da Economia Circular (EC) de modo a contribuir para a análise do fluxo de materiais ao longo de uma *Sustainable Supply Chain* (SSC) assim como a chegada ao consumidor final, seu descarte e retorno ao processo produtivo (ELLEN MCARTHUR FOUNDATION, 2013) o que contribui diretamente para o alcance da sustentabilidade. A relação entre os conceitos de Economia Circular e Indústria 4.0 se apresenta como importante fator para alcance da digitalização de cadeias de suprimentos, possibilitando assim o maior compartilhamento de informações entre os *stakeholders* o que pode assegurar maior sustentabilidade dado a redução de resíduos gerados e maior qualidade dos produtos que retornarem aos processos produtivos. Dessa forma, o tema escolhido para esta pesquisa, é a relação entre os conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular em atacado

distribuidores sendo o problema-chave a ser debatido, a possibilidade em estruturar a Economia Circular (EC) em um contexto de digitalização do setor atacadista.

1.2 Justificativa

Se por um lado são observadas as transformações que têm sido causadas pela quarta revolução industrial no interior das indústrias que são os agentes responsáveis pela transformação de insumos em bens finais, na outra ponta da cadeia de suprimentos, definido aqui como foco de pesquisa, destaca-se a importância do Setor Atacado Distribuidor, especificamente os atacado distribuidores.

O município de Uberlândia por ser considerado um importante polo logístico nacional (HUERTAS, 2014), possui muitas empresas que desempenham atividades ligadas a distribuição de mercadorias para todas as regiões do país. São 2425 empresas ligadas ao comércio atacadista que desempenham atividade econômica no município (UBERLÂNDIA, 2018). Com isso, tem-se a importância do setor não apenas para a economia municipal, mas também regional e nacional. Isso mostra como se faz importante desenvolver pesquisas que busquem compreender esse setor e a relação entre os agentes que dele fazem parte. A cidade de Uberlândia se constituiu como importante espaço geográfico para o transporte de cargas, pois de acordo com Huertas (2014, p.453) o município é “beneficiado por um rosário de estradas federais em todas as direções que lhe garantem uma condição territorial bastante peculiar”. As rodovias BR-050, BR-365, BR-452, BR-050, BR-497 e BR-365, contribuem para o fortalecimento de Uberlândia como ponto estratégico para escoamento de produção e comercialização de produtos para vários estados brasileiros (HUERTAS, 2014). O Setor Atacado Distribuidor em Uberlândia obteve um forte desempenho e elevada eficiência de acordo com Cleps (2000, p.15) a partir do “posicionamento geográfico estratégico, posição agressiva do empresariado para conquista de novos mercados, assim como uso de tecnologia na distribuição, logística, gestão, marketing e know-how”.

Em razão disso, por ser um setor de grande importância econômica, é necessário compreender o impacto das transformações dos negócios dos atacado distribuidores a nível local, uma vez que Uberlândia precisa da sustentabilidade desse setor para a economia municipal.

Para Stock e Seliger (2016, p.540) “modelos de negócios sustentáveis criam impactos positivos ou reduzem os impactos negativos para o meio ambiente e a sociedade ou podem até contribuir fundamentalmente para a solução de um problema ambiental ou social”. Tal

afirmação mostra como princípios sustentáveis de gestão geram retornos para a sociedade, o que contribui para a realidade de uma determinada região.

A abordagem regional é necessária para delimitar o escopo desta pesquisa, assim como relacionar o trabalho à questão da regionalidade, tão importante para compreender os fluxos econômicos, sociais e culturais, em determinado espaço geográfico. Esse recorte espacial nos orienta e auxilia na delimitação do escopo e da contribuição que queremos a partir da pesquisa realizada. Segundo Haesbaert (2010, p.8), “a regionalidade envolveria a criação concomitante da “realidade” e das representações regionais, sem que elas possam ser dissociadas ou que uma se coloque, *a priori*, sob o comando da outra”, ou seja, é preciso compreender a rede que se forma entre os vários *stakeholders* da cadeia de suprimentos formada pelo setor e, assim, avaliar seu impacto regional.

Teoricamente esta pesquisa se justifica ao serem consideradas as possíveis contribuições que podem surgir para o campo de estudos em Administração, mais especificamente Gestão Organizacional, ao apresentar as tendências de transformação que tem ocorrido ao longo da cadeia de suprimentos do setor atacado-distribuidor. Com base na compreensão do fenômeno da Indústria 4.0 e do conceito de Economia Circular (EC), estes por serem ainda recentes e com publicação de artigos ainda incipiente, abrem espaço para o desenvolvimento de estudos que busquem contribuir para esse campo da ciência. Dessa maneira o trabalho contribuirá para compreensão desse campo de pesquisa a partir do *framework* proposto assim como para estudos futuros.

A justificativa prática está ligada a forma como ao analisar os contextos organizacionais, o mapeamento e comportamento destes *stakeholders* viabiliza a interpretação da competitividade que as organizações podem obter a partir do entendimento do papel de cada parte *stakeholder*. Deve-se considerar como o avanço tecnológico viabilizado pela quarta revolução industrial e as transformações que dela decorrem podem impactar as dinâmicas de produção, distribuição e consumo (PWC, 2016), agregando conhecimento a essa nova área de pesquisa que tem emergido a partir desse contexto, assim como as práticas sustentáveis de gestão que podem decorrer a partir das melhorias obtidas com as tecnologias da Indústria 4.0 contribuem para que novos modelos de gestão do ciclo de vida do produto sejam criados. Destaca-se aqui o papel do conceito de Economia Circular (EC) e como este trará benefícios para o ambiente organizacional. O método da *Soft System Methodology* (SSM) utilizado contribuirá para desenvolvimento de um plano de aprimoramento da gestão das organizações.

A justificativa social deste trabalho está ligada as contribuições a gestão sustentável de atacado distribuidores para sua sustentabilidade, uma vez que o setor atacado distribuidor tem

grande importância econômica para a região estudada (UBERLÂNDIA, 2018). Este se apresenta como significativo na geração de emprego e renda assim como papel crucial na distribuição de mercadorias e bens que chegam à população através do canal indireto (ABAD, 2017). Ainda relacionado a essas questões, a destinação de esforços para controle dos resíduos gerados ao longo do processo produtivo e logístico, minimiza os impactos causados ao meio-ambiente a partir de sua devida coleta e processamento.

Em termos metodológicos a pesquisa se justifica pela utilização multi-método a partir do uso de entrevistas com fins de consulta aos *stakeholders* do setor e emprego da *Soft System Methodology* (SSM), como forma de propor melhorias ao setor e ao modelo de negócios atualmente utilizado na cadeia produtiva local. Trata-se de um caminho de investigação, que obedece ao rigor da pesquisa científica, evidenciando achados empíricos para o avanço da fronteira de conhecimento no assunto e contribuindo para o melhoramento dos modelos locais de gestão da cadeia de suprimentos, rumo ao desenvolvimento sustentável.

1.3 Objetivos

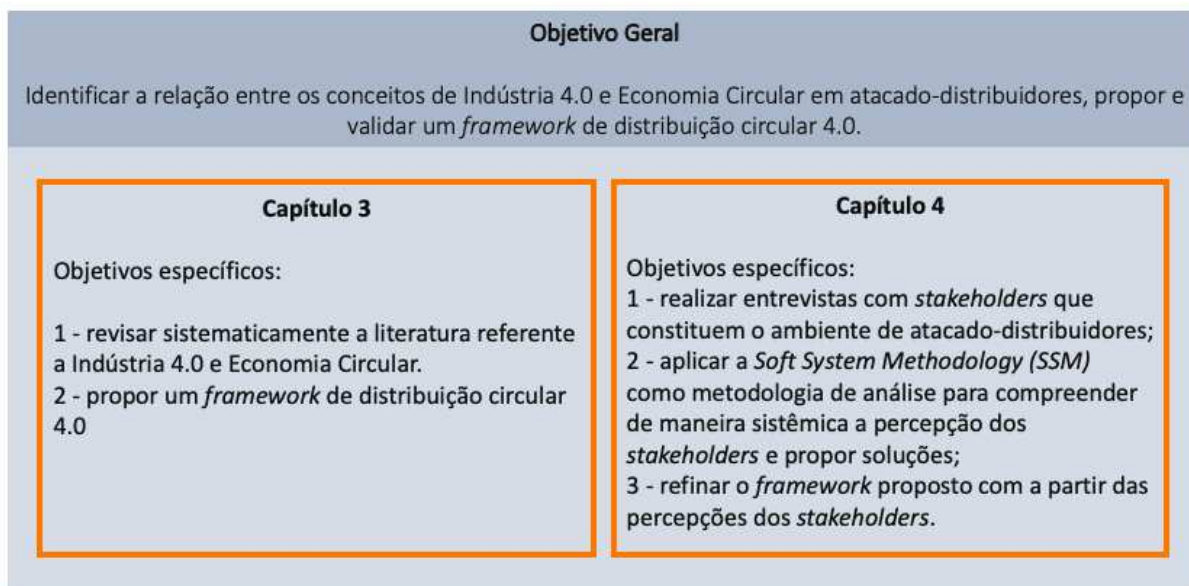
Este estudo parte da premissa de que os avanços tecnológicos viabilizados pela quarta revolução industrial possibilitam uma série de ganhos para as organizações através da melhoria dos processos internos e externos, ampliação da rede de negócios e possibilidades de alcançar novos mercados, mas que eles principalmente contribuem para economia circular desse setor. Dado que os processos no interior da indústria trazem mudanças para todos os membros da cadeia de suprimentos e que a sustentabilidade desses processos implicam em ganhos tanto para as organizações quanto para a sociedade e o meio-ambiente, a relação feita neste trabalho entre Indústria 4.0 e Economia Circular (EC) busca contribuir para o alcance de sistemas de distribuição mais limpos e sustentáveis.

Para comprovar tal proposição foi utilizado como objeto do trabalho o setor atacado-distribuidor da região de Uberlândia representando os *stakeholders* na *Sustainable Supply Chain* (SSC).

O objetivo geral que guia o trabalho, portanto, passa a ser: identificar a relação entre os conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular (EC) em atacado distribuidores, propor e validar um *framework* de distribuição circular 4.0.

Para alcançar esse objetivo, buscou-se a definição de objetivos específicos que são apresentados pela Figura 1.

Figura 1 - Objetivos do Trabalho



Nota: Elaborado pelo autor.

1.4 Estrutura da dissertação

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta de maneira introdutória o conteúdo que será trabalhado assim como a justificativa e objetivos que estruturam o estudo realizado. O segundo capítulo apresenta o método e a estrutura geral do trabalho, no qual é apresentado o trajeto metodológico desenvolvido ao longo da pesquisa para os capítulos 3 e 4, capítulos estes que apresentam os resultados da pesquisa em estrutura de artigos. O terceiro capítulo apresenta a revisão sistemática de literatura e o *framework* de distribuição circular elaborado a partir dos conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular (EC) encontrados na literatura. O quarto capítulo apresenta a análise sistêmica das informações obtidas nas entrevistas com *stakeholders* por meio da *Soft System Methodology* (SSM) e o refinamento do *framework* proposto. O capítulo 5 por sua vez apresenta a conclusão do trabalho, os principais resultados obtidos pelos capítulos 3 e 4, como também as limitações encontradas e sugestões para pesquisas futuras. A Figura 2 apresenta a estrutura da dissertação.

Figura 2 - Estrutura Geral do Trabalho



Nota: Elaborado pelo autor.

CAPÍTULO 2: MÉTODO E ESTRUTURA GERAL DO TRABALHO

As etapas definidas para investigação e desenvolvimento do trabalho têm como propósito buscar dados e informações que contribuam para alcance dos objetivos propostos com posterior disseminação para a sociedade dos resultados obtidos. De acordo com Denzin (2006, p.36) o planejamento de pesquisa “descreve um conjunto flexível de diretrizes que vinculam os paradigmas teóricos primeiro às estratégias de investigação e, em segundo lugar, aos métodos para a coleta de materiais empíricos”. O trajeto metodológico auxilia o pesquisador a direcionar seus esforços na investigação do problema de pesquisa levantado.

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa de natureza qualitativa e abordagem descritiva. A pesquisa de natureza qualitativa contribui para o entendimento da pluralidade de relações entre os sujeitos e de padrões de interpretação na sociedade moderna (FLICK, 2009), assim como permite que o pesquisador proponha novos enfoques uma vez que esta não é rigidamente estruturada (GODOY, 1995). Justifica-se o uso da abordagem descritiva, pois o propósito do trabalho está relacionado à busca de compreensão do ambiente organizacional que é formado a partir das relações criadas entre atacado distribuidores e demais *stakeholders*. Segundo Gil (2002, p.42) a pesquisa descritiva é aquela que “tem como finalidade descrever as características de um fenômeno, ou então o estabelecimento de relação entre variáveis”.

O trabalho apresenta dois artigos que foram elaborados a partir da construção geral da pesquisa para o desenvolvimento da dissertação, ou seja, os capítulos 3 e 4 constituem cada, um artigo como resultado do trabalho construído a partir dos achados teóricos e procedimentos metodológicos priorizados nesta pesquisa. Esta forma de estruturar o trabalho visa contribuir para disposição mais clara e objetiva dos resultados obtidos a partir do problema de pesquisa e objetivos específicos definidos para cada um dos capítulos.

Dessa maneira, o capítulo 3 buscou a partir do uso da técnica de revisão sistemática de literatura apresentar o *framework* elaborado com base na literatura sobre as temáticas Indústria 4.0, Economia Circular e Cadeias de Suprimentos Sustentáveis. Neste capítulo, foi realizada uma pesquisa exploratória na plataforma Scopus para observação das publicações sobre o tema. O estudo bibliográfico é justificado por ser um método pelo qual se pode entender o desenvolvimento de uma disciplina contando e analisando as várias facetas da comunicação escrita (PRITCHARD, 1969). Outro fator que explica o uso da bibliometria está relacionado à sua contribuição para analisar as tendências e o crescimento do conhecimento e

de determinadas áreas e o surgimento de novos temas (VANTI, 2002), bem como compreender os índices de produção e sua disseminação (ARAÚJO, 2006).

Para todas as buscas realizadas na plataforma foram considerados apenas os trabalhos classificados como “*conference papers*” e “*articles*” publicados em “*journals*” e “*conference proceedings*”. Não foi definido período de publicação na busca dado o volume de publicações que se iniciaram recentemente considerando-se a atualidade do tema. Alguns artigos foram retirados da amostra por não ter sido possível obtê-los para análise da literatura. O Quadro 1 apresenta os termos de busca definidos e o número de artigos encontrados a partir da busca inicial. Em sua última etapa após análise prévia para consideração dos artigos a serem selecionados para a revisão sistemática obteve-se o número de 26 trabalhos para Indústria 4.0, Sustentabilidade e Cadeia de Suprimentos, e 14 para Economia Circular, Cadeia de Suprimentos e Logística Reversa. A partir do levantamento bibliográfico e seleção dos trabalhos que seriam utilizados foi conduzida uma revisão sistemática de literatura desse material na elaboração do trabalho.

Quadro 1 - Estrutura do levantamento bibliográfico

Tópico	Termos de Busca	Número de Publicações
Indústria 4.0 e Sustentabilidade	"Industry 4.0"	2669
	"Industry 4.0" and "Manufact*"	1286
	"Industry 4.0" and "Sustainab*"	141
	"Industry 4.0" and "Sustainab*" and "Supply Chain"	26
Economia Circular	"Circular Economy"	529
	"Circular Economy" and "Supply Chain"	190
	"Circular Economy" and "Supply Chain" and "Reverse Logistics"	14

Nota: Elaborado pelo autor.

A revisão sistemática como método de pesquisa permite ao pesquisador mapear e avaliar o campo do conhecimento ao definir uma proposta de pesquisa que contribui para o desenvolvimento de uma determinada área (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003). Assim, ao definir claramente uma questão de pesquisa, o pesquisador pode encontrar estudos relevantes e apresentar os resultados encontrados (KHAN et al., 2003).

O capítulo 4 por sua vez apresenta as principais mudanças que tem ocorrido no contexto de atacado distribuidores a partir da análise de dados obtidos em relatórios institucionais e entrevistas com os *stakeholders* que constituem essa cadeia.

Buscou-se também analisar esse contexto a partir da construção de um modelo conceitual a partir da aplicação da *Soft System Methodology (SSM)*, assim como refinar e

validar o *framework* inicialmente elaborado a partir das contribuições dos *stakeholders* entrevistados.

Para tanto, inicialmente foi utilizada a pesquisa documental em fontes secundárias como relatórios empresariais, órgãos governamentais e associações comerciais, com o objetivo de obter dados que possibilitem a caracterização do setor e das relações existentes entre os diversos membros das cadeias de suprimentos formadas. Tais documentos podem ser considerados uma fonte rica de informações como também podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa (FLICK, 2009). A pesquisa documental auxilia esse processo de busca por informações, pois ao estar alinhada aos objetivos traçados pelo pesquisador, auxilia na definição de qual tipo de documentação será necessária para atingir sua finalidade (LAKATOS; MARCONI, 2003).

O método escolhido para coleta de dados que fornecerão as bases para aperfeiçoamento do *framework* é a realização de entrevistas semiestruturadas. A entrevista semiestruturada possibilita o uso de perguntas controladas pela teoria que estejam direcionadas a hipótese levantada, com base na literatura existente sobre a temática (FLICK, 2009). Esse método de coleta de dados possibilita ainda ao pesquisador construir esquemas interpretativos para compreensão da realidade dos atores de forma conceitual e abstrata (GASKELL, 2002). Com base nos conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular, foi elaborado um roteiro de entrevista que englobou os tópicos discutidos pela literatura. O roteiro é composto por 19 perguntas as quais estão direcionadas de acordo com a temática discutida (ver Apêndice A).

Para aplicação das entrevistas, foram selecionados participantes que desenvolvem atividades vinculadas ao setor atacado-distribuidor ou que possam influenciar a atuação das empresas do setor. Para alcançar o número total de entrevistados inicialmente estipulado foi feito contato pelo pesquisador com um total de 17 potenciais participantes que formam a rede de *stakeholders* para atacado distribuidores, sendo estes: associações vinculadas ao setor; sindicato de trabalhadores do setor; transportadoras que prestam serviços para atacadistas e atacadistas e distribuidores no município de Uberlândia.

Destaca-se que uma das empresas inicialmente entrevistadas não autorizou a utilização das informações fornecidas para elaboração do estudo.

Duas empresas aceitaram participar das entrevistas e fornecer as informações necessárias a condução da pesquisa. Com isso, a breve apresentação das empresas participantes contribui para tornar o processo mais dinâmico e trazer maior validade as informações aqui expostas, sendo elas:

- Empresa A:

A empresa A está no mercado atacadista há 60 anos tendo como foco inicial de atuação a comercialização de produtos de gênero alimentício, secos e molhados, arames e outros produtos. Sua constituição foi familiar e hoje forma um grupo que desenvolve atividades como atacado-distribuidor, transporte e logística e comercializa marcas próprias de produtos alimentícios. A região atendida pela empresa compreende o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e a distribuição é feita por frota própria constituída por 40 caminhões. Para atender uma ampla variedade de pedidos que são realizados a empresa comercializa aproximadamente 40 mil itens desde alimentos até higiene pessoal, higiene e limpeza, utilidades domésticas, e algumas variedades de bebidas. O atendimento é feito via balcão e televendas. O sistema de televendas implementado pela empresa faz todo o serviço de atendimento ao cliente, desde o pedido até sua entrega. A empresa buscou dinamizar suas atividades de forma a aumentar sua competitividade e melhorar resultados a partir da atuação no ramo conhecido como atacarejo, ou seja, são comercializados produtos tanto no atacado, quanto no varejo na loja que está localizada junto a sede da empresa em Uberlândia.

- Empresa B:

A empresa iniciou suas atividades como empresa familiar há mais de 60 anos com a comercialização de secos e molhados. Hoje o grupo constituído pela empresa comercializa produtos em todas as regiões do Brasil a partir de sua frota própria. São comercializados cerca de 25 mil itens entre higiene pessoal e beleza, alimentos, eletroeletrônicos, produtos agroveterinários, construção civil, entre outros segmentos. Atualmente a empresa conta com outros serviços prestados como serviços financeiros, educação e treinamento para qualificação do varejo, comercialização online de produtos de diversos segmentos, atendimento no varejo e desenvolvimento e fortalecimento de programas sociais. A empresa em questão se destaca por sua abrangência de atuação no território nacional; competitividade no mercado brasileiro; busca por melhoria de processos e relação com um grande número de *stakeholders* dentro e fora do país.

Para seleção dos entrevistados foi considerado o cargo que este ocupava na instituição e a relação do trabalho desenvolvido para a gestão da cadeia de suprimentos da organização. O Quadro 2 apresenta os participantes das entrevistas, o tempo que desempenham atividades nas organizações e o cargo que ocupavam no momento da entrevista.

Quadro 2 - Participantes das entrevistas

Número	Empresa	Função	Tempo na Organização	Cargo
A1	A	Logística/Operações	Mais de 10 anos	Diretor Operacional
B1	B	Suprimentos	10 anos	Gerente de Suprimentos
B2	B	Logística	10 anos	Supervisor de Serviços Logísticos

Nota: Elaborado pelo autor.

Após levantamento de documentos e realização das entrevistas os dados foram comparados para que fosse analisado de que maneira esses *stakeholders* percebem os impactos dos avanços tecnológicos e como o conceito de Economia Circular pode contribuir para diminuição de resíduos e aumento de eficiência nos processos organizacionais para a sustentabilidade. Após realização das entrevistas e levantamento das informações necessárias para desenvolvimento da pesquisa, foi conduzida análise dos dados a partir de análise de conteúdo. Este método é um conjunto de técnicas de análise de comunicação, que embora seja um instrumento marcado por uma disparidade de formas, sua eficiência se dá pela maneira com que se adapta a elas (BARDIN, 2011). Essa técnica de análise permite ao pesquisador uma série de interpretações, caracterizando-se assim como uma fonte de contribuição para os estudos em Administração (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011).

A análise de conteúdo como método de interpretação dos dados obtidos nas entrevistas foi conduzida a partir das etapas definidas por Bardin (2011), segundo a qual as etapas são divididas em: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A fase de pré-análise busca operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais de maneira a tornar possível a elaboração de um esquema para desenvolvimento das operações sucessivas (BARDIN, 2011). A fase de exploração do material consiste em uma importante fase na qual é possível fazer a definição de categorias de análise e identificar as unidades de registro, ou seja, é nessa etapa em que se consegue obter um *corpus* submetido a um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais levantados pelo pesquisador (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011). O tratamento dos resultados e interpretação possibilita a condensação das informações obtidas o que permite elaborar quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos (BARDIN, 2011). O Quadro 3 apresenta as categorias de análise priorizadas na análise de conteúdo, a finalidade e os conceitos relacionados a elas.

Quadro 3 - Estrutura da Análise de Conteúdo

Categoria para Análise de Conteúdo	Finalidade da análise	Conceito
5R: Redução, Reuso, Reciclagem, Recuperação e Regeneração	Identificar processos abrangidos pelo conceito de 5R e a relação de atacado distribuidores com os resíduos gerados em suas operações que levam a formação de uma Economia Circular	Economia Circular
Oportunidades de digitalização	Identificar práticas e possibilidades de adoção de tecnologias por atacado distribuidores	Indústria 4.0
Integração tecnológica e logística dos <i>stakeholders</i>	Identificar oportunidades de fortalecimento da relação entre os <i>stakeholders</i> a partir do compartilhamento de processos e informações	Cadeias de Suprimentos Circulares

Nota: Elaborado pelo autor.

Os dados apresentados por sua vez, contribuem para a elaboração de uma proposta de melhoria da gestão a partir da elaboração de um modelo conceitual aplicando-se a *Soft System Methodology* (SSM).

Pela aplicabilidade da *Soft System Methodology* (SSM), este estudo buscou a integração entre visões dos agentes envolvidos, pois esse método permite ampliação da visão do sistema como um todo não tendo foco apenas um dos participantes. A SSM pode ser entendida como a organização da operação de um sistema em um contexto tido como problemático (CHECKLAND, 1985). Essa metodologia tem seu desenvolvimento estabelecido a partir do entendimento de que a forma de pensamento consolidada no campo dos sistemas de engenharias com definição de objetivos, metas de forma linear, não caberia mais em um contexto não estruturado e desordenado do mundo real considerando (CHECKLAND, 1985).

Segundo Checkland e Tsouvalis (1997, p.2) “o processo da SSM pode ser visto como uma versão formalizada e organizada do processo de pensamento proposital”, o que possibilita elencar a relevância dos agentes durante o processo de solução dos problemas, permitindo assim ao pesquisador, ganhos de insights sobre a situação problema através dos processos da SSM, para construção do modelo conceitual. De acordo com Checkland (1981), a SSM é um processo baseado em modelos sistêmicos, levando à escolha de uma ação propositada. Dessa maneira percebe-se as possibilidades da aplicabilidade da SSM a qual pode ser aplicada à medida que se fizer necessário para compreensão de uma determinada realidade.

Por ser uma metodologia que contribui para a construção de um modelo conceitual que permite ao pesquisador avaliar uma situação, devem ser considerados seis passos que contribuem para execução da pesquisa. Cezarino et al. (2015) apresentam esses passos:

- 1- Entendimento de uma situação problema;
- 2- Explicação da situação problema encontrada;
- 3- Elaboração e discussão das definições essenciais (*root definitions*);
- 4- Elaboração de modelos conceituais;
- 5- Comparação entre as etapas 4 e 2;
- 6- Possíveis mudanças que serão apresentadas;
- 7- Ações para melhorar a situação problema.

O estágio 3, definido como *root definitions*, busca a partir do uso do mnemônico CATOWE (*Customer, Actor, Transformation, Weltanschauung, Owner, Environment*), responder as perguntas que contribuem para estruturação do modelo conceitual. Para Gasson (1994, p.7) esses questionamentos podem ser entendidos como:

C: Consumidor – Para quem esse sistema é direcionado?

A: Atores – Qual o grupo irá desenvolver as atividades envolvidas no processo de transformação?

T: Transformação – Qual o processo que irá transformar os inputs em outputs?

W: *Weltanschauung* (visão de mundo em alemão) – Qual a visão que mostra a validade dessa transformação?

O: Proprietário – Quem tem o poder para dizer se o sistema será implementado ou não?

E: Ambiente – Quais as restrições que esse sistema pode encontrar para ser operacionalizado?

Dado que a SSM busca compreender uma realidade de maneira sistêmica, o estágio 3 pode ser entendido como um processo de transformação no qual insumos são transformados em produtos (CHECKLAND; TSOUVALIS, 1997).

O estágio 4 por sua vez possibilita a estruturação de modelos conceituais a partir das definições previamente estabelecidas, ou seja, nesse estágio tem-se a percepção do que o sistema deve ser para se tornar a performance de um esquema definido a partir de uma ponto de vista particular no estágio 3 (CHECKLAND; TSOUVALIS, 1997).

Para melhor ilustração do trajeto metodológico estabelecido para realização do trabalho foi elaborada a Figura 3 na qual são apresentadas as etapas percorridas.

Figura 3 - Trajeto Metodológico



Nota: Elaborado pelo autor.

2.1 Matriz de amarração metodológica

A partir da literatura encontrada e da formulação dos objetivos para desenvolvimento da pesquisa, é apresentada a matriz de amarração que tem como proposta mostrar as etapas que são concluídas pelo pesquisador até a entrega dos resultados obtidos pela pesquisa. A matriz de amarração metodológica por sua vez permite ao pesquisador avaliar se as partes propostas por seu trabalho estão devidamente conectadas e se a fundamentação teórica proposta está devidamente justificada (MAZZON, 2018). Esta ainda contribui para análise metodológica por se constituir em importante instrumento conceitual na área de Administração (TELLES, 2001). O Quadro 4 apresenta a matriz de amarração elaborada para este trabalho.

Quadro 4 - Matriz de amarração metodológica

Fundamentação Teórica	Objetivos da Pesquisa	Levantamento e Análise dos Dados	Forma de Apresentação dos Resultados
Capítulo 3			
Indústria 4.0; Economia Circular + Cadeia de Suprimentos Circular	Revisar sistematicamente a literatura referente a Indústria 4.0 e Economia Circular	Bibliometria + Revisão Sistemática	Quadros, figuras e tabelas
	Propor um <i>framework</i> de Economia Circular para o funcionamento da distribuição 4.0	Revisão Sistemática	<i>Framework</i>
Capítulo 4			
Teoria dos <i>Stakeholders</i> ; Indústria 4.0; Economia Circular	Obter opiniões de <i>stakeholders</i> do sistema de distribuição atacadista a respeito das mudanças frente ao contexto da Indústria 4.0 e suas implicações para a gestão de cadeias de suprimentos sustentáveis	Transcrições de entrevistas, documentos das empresas e relatórios setoriais	Apresentar principais mudanças a partir de documentos setoriais e entrevistas
Soft System Methodology (SSM)	Identificar as soluções de aprimoramento do sistema de gestão dos distribuidores no contexto da Indústria 4.0 a partir da <i>Soft System Methodology (SSM)</i>	SSM	Apresentação do modelo conceitual a partir dos estudos elaborados
Refinamento do <i>framework</i>	Refinar e validar o <i>framework</i> com as contribuições dos entrevistados.	Entrevista com representantes + Análise de Conteúdo	<i>Framework</i>

Nota: Elaborado pelo autor a partir de Telles (2001) e Mazzon (2018).

CAPÍTULO 3: *FRAMEWORK* DE ECONOMIA CIRCULAR PARA DISTRIBUIÇÃO 4.0

3.1 Introdução

O uso desenfreado de recursos naturais tem propiciado o levantamento de questionamentos quanto a capacidade do planeta em ofertar matérias-primas sem que haja seu esgotamento. Frente a essas preocupações, tem-se buscado minimizar os impactos decorrentes da atividade humana de maneira a assegurar níveis sustentáveis de desenvolvimento. Por mais que o foco das organizações tenha se consolidado em torno da qualidade e eficiência operacional, a regulamentação ambiental e maior consciência dos consumidores tem imposto a essas organizações um novo olhar quanto ao impacto decorrente de sua atividade (GARZA-REYES et al., 2018).

O avanço tecnológico tem viabilizado a pesquisa e produção de novas tecnologias que podem contribuir para a redução do uso de recursos naturais ao trazerem maior eficiência produtiva para o interior das indústrias. Estas podem ser utilizadas para ampliar a experiência dos consumidores assim como assegurar maior eficiência aos processos. Esse movimento conhecido como Indústria 4.0 ou quarta revolução industrial torna possível a adoção de uma série de tecnologias pelo setor industrial, contribuindo assim para redução do impacto ambiental. Tecnologias como *Cyber Physical Spaces* (CPS), *Big Data Analytics*, *Cloud Computing*, *Internet of Things* (IoT) e impressão 3D (PRAUSE; ATARI, 2017; STOCK et al., 2018), tem trazido ganhos relativos à recondução de processos produtivos que a partir da integração entre os agentes de cadeias produtivas, viabilizam modelos de negócios mais sustentáveis.

Esse maior volume de informações que passam a ser disponibilizadas, podem agora ser utilizados para diversas finalidades, considerando-se o uso de *Big Data Analytics*, e outras ferramentas de gestão de dados. Portanto, o planejamento de ponta a ponta em tempo real baseado em sistemas e a colaboração horizontal passam a ser possíveis a partir do uso de plataformas de planejamento baseadas em nuvem. As empresas que usam esses sistemas para se integrarem melhor a parceiros da cadeia de valor horizontal, incluindo fornecedores e clientes-chave, podem melhorar significativamente a eficiência de processos e reduzir os estoques. Além disso, a implementação de dispositivos para rastreamento dos produtos levará a um melhor desempenho de estoque e a um custo logístico reduzido (PWC, 2016).

A automação, permite a atacadistas e distribuidores incorporar operações de alto nível, adotando tecnologias exclusivas e direcionadas às suas aplicações diárias e

acompanhando, em tempo real, todas as etapas da cadeia de suprimentos (ABAD, 2018). Outra forma de assegurar cadeias de suprimentos mais dinâmicas e eficientes está relacionada a adoção de tecnologias como IoT e *Big Data* que tendem a transformar a cadeia produtiva em um negócio com cada vez mais interoperacionalidade e em rede, com uma interface aberta de comunicação e compartilhamento de dados para que haja acesso de atacadistas a informações em tempo real (ABAD, 2018). Essa interoperacionalidade está ligada a necessidade não apenas de informações internas, mas também da ampla rede econômica formada pelos agentes, o que se torna crucial para tomadores de decisão para que estes encontrem medidas financeiramente e ambientalmente benéficas para planejar sua demanda por recursos (KALVERKAMP, 2018).

Os ganhos inerentes ao processo de adoção de medidas que contribuam para transição para uma Economia Circular estão ligados as novas prerrogativas assumidas pelas organizações para viabilizar uma redução dos impactos causados por suas atividades no ambiente. Seja no *design* de produtos mais sustentáveis (GUISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; BATISTA et al., 2018; BERNON; TIAHJONO; RIPANTI, 2018; BRESSANELLI; PERONA; SACCANI, 2018), processos produtivos mais limpos (SAUVÉ et al., 2015; FRANCO, 2018), e/ou consumo mais consciente, deve-se entender que para que esse sistema se torne viável, é preciso que haja integração entre os membros das cadeias produtivas (BATISTA et al. 2018; FRANCO, 2018), com ênfase na sustentabilidade viabilizada pela EC, para que modelos de negócios circulares sejam alcançados.

As Cadeias de Suprimentos Circulares por adotarem paradigmas advindos da EC viabilizam essa transição para modos mais sustentáveis de produção, distribuição e consumo. A literatura disponível tem apresentado estudos que buscam analisar o cenário para Cadeias de Suprimentos Circulares e sua contribuição no tocante a processos produtivos para manufaturas (GICQUEL; KEDAD-SIDHOUM; QUADRI, 2016; FRANCO, 2017; FLYGANSVÆR; DAHLSTROM; NYGAARD, 2018; BRESSANELLI; PERONA; SACCANI, 2018; KALVERKAMP, 2018; GARZA-REYES et al., 2018; PIYATHANAVONG et al., 2019), aumento de receita (LARSEN et al., 2017), análise de performance (BUTZER et al., 2017), elaboração de proposições teóricas (BRESSANELLI; PERONA; SACCANI, 2018; BATISTA et al, 2018; GEISENDORF; PIETRULLA, 2018) e de um *framework* para o Setor de Varejo (BERNON; TIAHJONO; RIPANTI, 2018).

Essa revisão de literatura nos leva ao seguinte questionamento para elaboração do *framework* proposto: “Qual o papel que atacado distribuidores devem desempenhar em Cadeias de Suprimentos Circulares no contexto da Indústria 4.0?”. Portanto, será elaborado

um *framework* circular de distribuição a partir dos preceitos da quarta revolução industrial assim como pela aplicação dos conceitos de Economia Circular e Cadeias de Suprimentos Sustentáveis.

3.2 Método da revisão sistemática

Como destacado anteriormente, utilizou-se como método de pesquisa na primeira etapa o levantamento bibliométrico com revisão sistemática subsequente do conteúdo encontrado na plataforma Scopus ao considerar trabalhos que buscam compreender possíveis contribuições da Indústria 4.0 para a Sustentabilidade, como também trabalhos que fazem a relação entre Economia Circular e Cadeia de Suprimentos.

Com base nesse raciocínio, o estudo foi estruturado a partir das considerações de Tranfield, Denyer e Smart (2003), segundo os quais uma revisão sistemática pode ser realizada em três etapas: planejamento da revisão, realização de uma revisão, relato e disseminação. O Quadro 5 apresenta sinteticamente as etapas definidas para a revisão da literatura disponível.

Quadro 5 - Etapas da revisão sistemática

Estágio	Fase	Ação
Planejamento da Revisão	Identificação da necessidade de uma pesquisa	Levantamento de literatura a partir da pergunta "De que maneira estudos recentes têm apontado a ligação entre Economia Circular, Indústria 4.0 e cadeias de suprimentos sustentáveis?"
	Preparação de uma proposta para pesquisa	Elaboração de objetivos e critérios de busca preliminares
	Desenvolvimento de um protocolo	Definição da plataforma e dos termos de busca utilizados
Condução da Revisão	Identificação de lacunas de pesquisa	Validação dos critérios de seleção
	Seleção de estudos	Busca de material a partir dos termos definidos
	Avaliação da qualidade dos estudos	Aplicação de filtros de pesquisa e leitura prévia para avaliar a qualidade dos estudos
	Extração e controle de dados	Categorização dos artigos e aplicação dos códigos para classificação
	Síntese dos dados	Análise dos dados através do VosViewer para identificação de clusters de palavras-chave
		Elaboração de quadros e tabelas para comparação dos estudos
Publicação e divulgação	Publicação e recomendações	Elaboração do <i>framework</i> e indicação para pesquisas futuras
	Impactos gerenciais	Validação do <i>framework</i> junto a especialistas

Fonte: Elaborado a partir de Tranfield, Denyer e Smart (2003); Costa et al. (2017).

3.3 Referencial Teórico

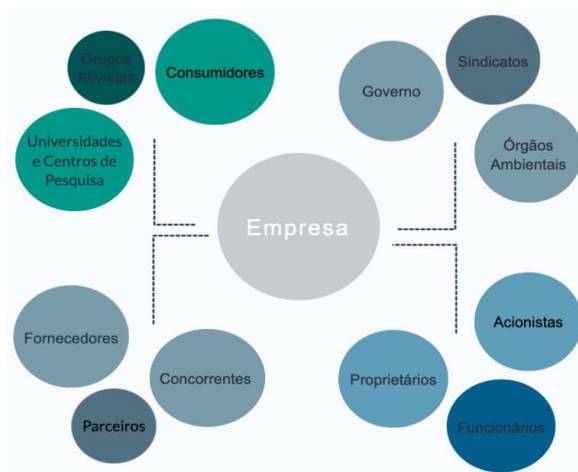
Nesta seção são apresentados os conteúdos utilizados para desenvolvimento do trabalho. A aplicação da Teoria dos *Stakeholders* no estudo oferece os meios para compreensão da rede de relações estabelecidas entre os diferentes *stakeholders* que compõem a cadeia de suprimentos. Os conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular são utilizados, pois estes forneceram os *insights* de pesquisa para levantamento e revisão sistemática de literatura para elaboração do *framework* proposto.

3.3.1 Teoria dos *Stakeholders*

A criação de valor por uma empresa depende de seu relacionamento com clientes, fornecedores, funcionários, comunidades, investidores e todos os outros agentes que fazem parte do ambiente organizacional. O interesse dos *stakeholders* que se relacionam dessa maneira, faz com que não seja possível considerar os seus interesses de maneira isolada. Com isso a ação definida por uma empresa, não afeta apenas interesses de seus proprietários e acionistas mas também todos esses outros agentes econômicos envolvidos (SCHWARTZ, 2005).

Entende-se portanto como um *stakeholder*, qualquer indivíduo ou grupo que afeta ou é afetado por uma organização, seja ele fornecedor, proprietário, comunidade, grupos de ativistas, governo, grupos políticos, clientes, grupos de defesa do consumidor, sindicatos, empregados, associações comerciais e concorrentes (FREEMAN, 2015), como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Relação estabelecida entre os *stakeholders*



Fonte: Elaborado a partir de Freeman (2015).

Ao considerar o nível organizacional, pode-se entender então que os gerentes e demais dirigentes dessas organizações possuem obrigações relativas ao impacto que as ações das empresas podem causar aos demais grupos e indivíduos (DONALDSON; PRESTON, 1995; CARROL; NASI, 1997; FREEMAN et al., 2010). Em um primeiro nível considera-se o propósito da empresa e de que forma as ações desses dirigentes criam valor e como esses gestores se articulam para criar negócios ao se relacionarem com as partes interessadas da cadeia (FREEMAN; WICKS; PARMAR, 2004).

Para que seja possível realizar um levantamento inicial de como a empresa se relaciona com o ambiente sob uma perspectiva macro, Freeman (2015, p.2) propõe questionamentos válidos para essa identificação como: “Quais grupos de indivíduos ou indivíduos afetam e são afetados pelo alcance do propósito da organização?”, “Como podemos construir um mapa das partes interessadas de uma organização?” e “Quais são os problemas na construção deste mapa?”. Examina-se, portanto, esse ambiente, tendo em mente o posicionamento organizacional em relação ao seu ambiente e de que forma essas partes podem auxiliar a tomada de decisão, respeitando-se os interesses inerentes a cada um dos grupos. Em nível operacional, busca-se compreender as relações decorrentes de procedimentos, políticas institucionais e modo de execução de projetos e tarefas. O entendimento desses processos contribui para avaliação da capacidade da organização em executar suas atividades de maneira a garantir a continuidade do negócio.

Os gestores, certamente, possuem mais recursos e maior capacidade para lidar com esse desafio, porque eles podem oferecer não apenas recompensa financeira, mas linguagem e ação para mostrar que eles valorizam relacionamentos com outros grupos e trabalham para promover seus interesses ao longo do tempo (FREEMAN, WICKS, PARMAR, 2004). Assim, criam-se cadeias de valor, a fim de criar desempenho e atendimento a todos os interesses confluentes na atividade empresarial, devendo haver cooperação mútua entre todos os interessados.

A criação de valor ao longo de uma determinada cadeia produtiva, no entanto, depende da forma pela qual a organização consegue fornecer produtos e serviços que tenham valor de uso e como esta está inserida na cadeia, a depender do seu relacionamento com fornecedores e demais *stakeholders*, principalmente seus clientes. Em um mundo globalizado e complexo como o atual, a consideração apenas dos interesses dos acionistas nas decisões empresariais dá ao gerente uma visão míope do mercado e dos negócios, promovendo uma visão de mundo em que os gerentes não se veem como agentes morais responsáveis por uma ampla gama de grupos por suas ações (FREEMAN, WICKS, PARMAR, 2004). Para que o

desenvolvimento sustentável seja alcançado, é necessário que todos os *stakeholders* envolvidos contribuam para a transformação dos processos envolvidos ao longo das cadeias produtivas.

3.3.2 Indústria 4.0 e sustentabilidade

De acordo com o Relatório Brundtland (1987, p.41) o desenvolvimento sustentável é “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades”. O papel central que as empresas devem assumir, uma vez que precisam buscar maior cooperação com seus fornecedores, clientes e outros *stakeholders* (ELKINGTON, 1994) está diretamente ligado a como novos modelos de negócios sustentáveis geram impactos positivos e reduzem os aspectos negativos ao meio ambiente e à sociedade que contribuem para a solução de um problema ambiental ou social (STOCK; SELIGER, 2016).

O Quadro 6 mostra os 10 principais trabalhos em número de citações que apresentam as implicações da Indústria 4.0 para a sustentabilidade. Foram considerados artigos de todas as áreas de publicação, pois a Indústria 4.0 de maneira geral tem contribuído para melhoria não apenas nas ciências exatas como o campo das engenharias e o desenvolvimento de tecnologias, mas também para as ciências sociais a partir das várias possibilidades que essas melhorias têm trazido para o âmbito organizacional.

Quadro 6 - Implicações da Indústria 4.0 para a sustentabilidade propostas pela literatura

Autores	Título	Objetivo
Shrouf, F., Ordieres, J., Miragliotta, G. (2014)	<i>Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm</i>	Revisar e analisar as iniciativas que levam a criação de fábricas inteligentes com base na IoT, definindo as principais características dessas fábricas com foco na perspectiva da sustentabilidade. Propor uma abordagem para gestão da energia nessas fábricas que utilizam a IoT.
Stock, T., Seliger, G. (2016)	<i>Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0</i>	Revisão de literatura sobre Indústria 4.0 com base nas pesquisas desenvolvidas. Apresentação de uma visão geral das diferentes oportunidades de manufatura sustentável a partir do conceito de Indústria 4.0.
Yue, X., Cai, H., Yan, H., Zou, C., Zhou, K. (2015)	<i>Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight</i>	Analisar como a aplicação de Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS) afetará a criação de valor, modelos de negócios, serviços e organização do trabalho.
Lom, M., Pribyl, O., Svitek, M. (2016)	<i>Industry 4.0 as a part of smart cities</i>	Fazer a junção entre os conceitos de Smart Cities e Indústria 4.0 a partir das tecnologias de IoT, IoS, IoP e IoE.

Prause, G. (2015)	<i>Sustainable business models and structures for industry 4.0</i>	Abordar como modelos e estruturas de negócios novos e sustentáveis para a Indústria 4.0 podem emergir e qual direção os negócios tradicionais precisam tomar para implantação dessas estruturas.
Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., (...), Fast-Berglund, Å., Gorecky, D. (2016)	<i>Towards an operator 4.0 typology: A human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies</i>	Introduz uma tipologia de Operador 4.0, bem como a exploração de um conjunto de tecnologias capacitadoras que podem apoiar o desenvolvimento de sistemas de trabalho de simbiose homem-automação para o Operador 4.0
Hortelano, D., Olivares, T., Ruiz, M.C., Garrido-Hidalgo, C., López, V. (2017)	<i>From sensor networks to internet of things. Bluetooth low energy, a standard for this evolution</i>	Propor um novo formato de pacote e uma nova topologia de malha <i>Bluetooth Low Energy</i> (BLE), com duas configurações diferentes: malha individual e malha colaborativa.
Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., Vocke, C. (2015)	<i>Transforming to a Hyper-connected Society and Economy – Towards an “Industry 4.0”</i>	Examinar as abordagens iniciais de design nas áreas de qualificações, estruturas de trabalho com base na liderança e demografia, para alcance de sistemas produtivos sob a perspectiva da Indústria 4.0.
de Sousa Jabbour, A.B.L., Jabbour, C.J.C., Foropon, C., Filho, M.G. (2018)	<i>When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors</i>	Apresentar a interface entre Indústria 4.0 e manufatura ambientalmente sustentável. Discutir os fatores críticos de sucesso da integração entre esses conceitos e apresentar uma estrutura organizacional capaz de sistematizar e apresentar uma agenda de pesquisa para o futuro.
Stark, R., Grosser, H., Beckmann-Dobrev, B., Kind, S. (2014)	<i>Advanced technologies in life cycle engineering</i>	Fornecer uma visão geral sobre atividades de engenharia e tecnologias com base na Engenharia de Ciclo de Vida (ECV).

Nota: Elaborado pelo autor.

O avanço tecnológico possibilitou melhorias no processo produtivo através da integração de mecanismos inteligentes e automatizados no ambiente industrial. Uma nova perspectiva para o mundo dos negócios é trazida com o advento da Indústria 4.0 que tem como base o estabelecimento de fábricas inteligentes através do uso conectado em rede entre dispositivos que dinamizem a produção. De acordo com Stock e Seliger (2016, p.537) esses novos espaços podem ser interpretados como Sistemas Ciberfísicos (*Cyber Physical Systems* – CPS) que operam de maneira auto organizada e descentralizada, pois fazem uso de dispositivos e sensores conectados que conseguem influenciar processos físicos. Através do uso de alguns mecanismos como Armazenamento em Nuvem, *Big Data Analytics*, *Internet of Things* (IoT), Realidade Aumentada e Integração Vertical e Horizontal dos processos (TROTTA; GARENGO, 2018; XU; XU; LI, 2018) é possível que haja uma maior integração entre os *stakeholders*, o que torna possível negócios inovadores ao longo da cadeia de valor.

A Indústria 4.0 e a sustentabilidade podem ser vistas como tendências nos sistemas de produção (JABBOUR et al., 2018), o que mostra a relevância do tema para o planejamento de

uma revisão sistemática deste campo de pesquisa. Os trabalhos desenvolvidos nesta temática apontam, muitas vezes, para lados mais técnicos, considerando apenas uma e não todas as dimensões do Triple Bottom Line (MÜLLER, 2018), principalmente a dimensão ambiental (CARVALHO et al., 2018). Portanto, fica evidente a necessidade de analisar como as novas estratégias produtivas possibilitadas por esses avanços tecnológicos do fenômeno conhecido por Indústria 4.0, contribuem para a adoção de práticas por parte das organizações que levam à sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Mais especificamente, o interior das indústrias tem sido um ambiente propício para uma série de mudanças que vêm ocorrendo a partir da adoção de sistemas mais integrados através das tecnologias disponíveis. Esse movimento leva a uma série de possibilidades de manufaturas sustentáveis a partir do uso dessas tecnologias (STOCK; SELIGER, 2016). Sistemas como *Internet of Things* (IoT), Sistemas Ciber-Físicos estendem a eficiência e a flexibilidade da produção (KIEL et al., 2017), bem como alocação mais eficiente de recursos como materiais, água, energia e produtos do compartilhamento entre agentes na cadeia de produção (JABBOUR et al., 2018).

O trabalho de Stock e Seliger (2016) contribui para este campo de análise ao apresentar claramente as possibilidades de contribuição da Indústria 4.0 para manufaturas mais sustentáveis a partir das perspectivas macro, como aquelas relacionadas a novos modelos de negócios e redes de criação de valor, bem como aquelas relacionadas as perspectivas micro no nível organizacional, relacionados ao equipamento, fator humano, organização, processo e produto, conforme apresentado pelo Quadro 7.

Quadro 7 - Oportunidades da manufatura nos níveis macro e micro

Oportunidades de manufaturas sustentáveis na perspectiva macro	
Modelos de Negócios	Na Indústria 4.0, os novos modelos de negócios em evolução são altamente motivados pelo uso de dados inteligentes para oferecer novos serviços. Esse desenvolvimento deve ser explorado para ancorar novos modelos de negócios sustentáveis. Os modelos de negócios sustentáveis criam impactos positivos ou reduzem os impactos negativos para o meio ambiente ou a sociedade, ou podem até contribuir fundamentalmente para a solução de um problema ambiental ou social.
Redes de Criação de Valor	A interligação de redes de criação de valor na Indústria 4.0 oferece novas oportunidades para a realização de ciclos de vida de produtos de ciclo fechado e simbiose industrial. Permite a coordenação eficiente dos fluxos de produto, material, energia e água ao longo dos ciclos de vida do produto, bem como entre as diferentes fábricas.
Oportunidades de manufaturas sustentáveis na perspectiva micro	

Equipamentos	Os equipamentos de fabricação nas fábricas geralmente são um bem de capital com uma longa fase de uso de até 20 anos ou mais. O <i>retrofitting</i> permite uma maneira fácil e econômica de atualizar equipamentos de fabricação existentes com sistemas de sensores e atuadores, bem como com as lógicas de controle relacionadas, a fim de superar a heterogeneidade de equipamentos nas fábricas. O <i>retrofitting</i> pode, assim, ser usado como uma abordagem para a realização de um CPS através de um módulo de criação de valor, como uma fábrica, com equipamentos de fabricação já existentes.
Humano	Os seres humanos ainda serão os organizadores da criação de valor na Indústria 4.0. Três diferentes abordagens sustentáveis podem ser usadas para lidar com o desafio social na Indústria 4.0. Aumentar a eficiência do treinamento dos trabalhadores, combinando novas tecnologias de TIC. Aumentar a motivação intrínseca e fomentar a criatividade, estabelecendo novas abordagens baseadas na CPS de organização do trabalho e design. Aumentar a motivação extrínseca através da implementação de sistemas de incentivos individuais para o trabalhador.
Organização	Uma organização descentralizada orientada para o setor de sustentabilidade em uma fábrica inteligente enfoca a alocação eficiente de produtos, materiais, energia e água, levando em conta as restrições dinâmicas da CPS.
Processo	O design sustentável de processos considera a abordagem holística de eficiência de recursos da Indústria 4.0, projetando cadeias de processo de manufatura apropriadas ou usando novas tecnologias.
Produto	A abordagem para o design sustentável de produtos na Indústria 4.0 concentra-se na realização de ciclos de vida de ciclo fechado para produtos, permitindo a reutilização e remanufatura do produto específico ou aplicando os princípios do berço ao berço.

Fonte: Adaptado de Stock e Seliger (2016, p.539).

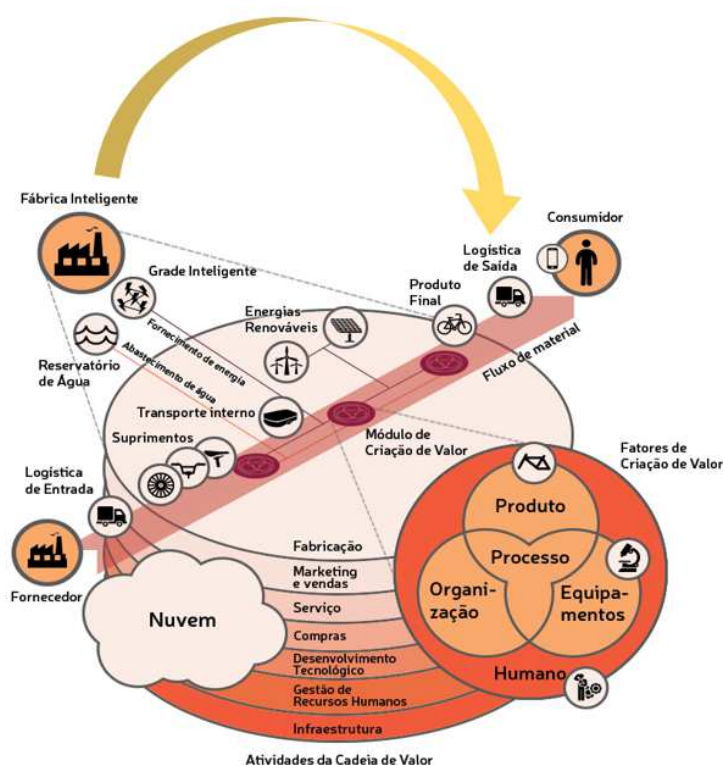
Como essas novas tecnologias são implantadas na organização, é necessário que os funcionários sejam capazes de operar os dispositivos e tenham a capacidade de interagir com a nova realidade do ambiente organizacional. Para a área de produção que exige mão-de-obra, a implantação flexível de trabalhadores desempenhará um papel cada vez mais importante no pensamento de cadeias de suprimento responsivas e ciclo de material autorregulado, o que torna necessário ajustar as capacidades desses trabalhadores (BAUER et al., 2015). Esses novos requisitos de capacidade dos trabalhadores fazem com que novas áreas sejam abertas como trabalhos específicos para a Internet das coisas (IoT), bem como a criação de espaços de assistência técnica para liberar funcionários do trabalho de rotina (KIEL et al., 2017). As novas dinâmicas educacionais, como os jogos sérios, contribuem para a especialização dessa força de trabalho, seja em nível tático, estratégico ou operacional, a partir do desenvolvimento de uma realidade organizacional em um ambiente virtual (CHAIM et al., 2018).

Lom et al. (2016) apresentam como os conceitos de Internet das Coisas (IoT), Internet de Energia (IoE) e Internet de Serviços (IoS) contribuem para a conexão entre o conceito de Cidades Inteligentes e Indústria 4.0, levando ao desenvolvimento inteligente e integrado de sistemas logísticos que levam a maior eficiência operacional, orientação à demanda e

desenvolvimento sustentável da sociedade. Esse ganho em eficiência operacional e a criação de uma rede logística inteligente podem gerar novas estruturas organizacionais e modelos de negócios que se adaptam mais rapidamente às mudanças nas condições ambientais (PRAUSE; ATARI, 2017). Yue et al. (2015) mostram que a tecnologia desses Sistemas *Cyber-Físicos* ajudará esses novos negócios a atender a demanda dos clientes a partir do monitoramento de cada parte da produção, através de logística em tempo real para a entrega do produto e atendimento completo ao cliente.

A Figura 5 mostra como o fluxo de materiais ao longo da cadeia de suprimentos é realizado no contexto da Indústria 4.0, com destaque para o interior da indústria, agora denominada *SmartIndustry* com a crescente digitalização de seu interior. O fluxo desses recursos a partir de sistemas que utilizam, sistemas integrados e digitais de transporte interno, energias renováveis, armazenamento na nuvem e análise de *Big Data* contribui para entrega de um produto final mais limpo e com maior valor agregado ao consumidor final, representada nesse estudo pelos atacado distribuidores. A relação entre esses agentes (indústria e atacado distribuidores) é representada pela seta amarela.

Figura 5 - Fluxo de materiais a partir da *Smart Industry*



Fonte: Adaptado de Stock e Seliger (2016, p.538).

Deve-se considerar não apenas como essas tecnologias operam ou são utilizadas, mas também como os princípios desenvolvidos pela Indústria 4.0 podem levar as organizações a operações sustentáveis. Os princípios de Interoperabilidade, Descentralização, Virtualização, Capacidade em Tempo Real, Modularidade, Orientação ao Serviço (LOM et al. 2016; CHAIM et al. 2018) permitem que organizações contribuam para novas abordagens, como produtos sustentáveis através de ciclos de vida de produtos fechados e uso de mecanismos de identificação, a fim de garantir uma melhor qualidade do atendimento ao cliente (CARVALHO et al., 2018).

3.3.3 Economia Circular

O conceito de Economia Circular nos permite um novo entendimento frente a necessidade de utilizar os recursos ambientais, qual o impacto decorrente dessas atividades e o papel das organizações em diminuí-lo. O desenvolvimento dessas novas abordagens possibilita a criação de sistemas mais dinâmicos e a criação de processos produtivos inovadores contribuem para que o crescimento econômico seja alcançado pelos países que buscam estruturar, desenvolver e implementar novas políticas econômicas voltadas ao desenvolvimento de suas economias de forma sustentável. Entretanto o conceito de Economia Circular ainda se mostra incipiente em países em desenvolvimento se comparado com a aplicação deste por países desenvolvidos (GOYAL; ESPOSITO; KAPOOR, 2018).

Portanto, a EC surge como um modelo alternativo ao modelo dominante de desenvolvimento econômico, uma vez que possibilita a adoção de sistemas produtivos e o uso de recursos de forma sustentável (CIALANI; ULGIATI, 2017). Sua construção nos últimos anos é constituída pela maior importância dada pelos formuladores de políticas industriais, tendo como um de seus fundamentos os conceitos de Desenvolvimento Eco-Industrial ou Ecologia Industrial (GENG; DOBERSTEIN, 2008). O conceito também pode ser entendido como um novo modelo de negócios que contribui para a uma economia mais sustentável (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; GEISENDORF; PIETRULLA, 2018).

Diferentes perspectivas relacionadas a EC foram sendo desenvolvidas à medida que esta se consolida como campo de pesquisa e produção de conhecimento. A Tabela 1 apresenta em síntese algumas das definições criadas por pesquisadores para o termo.

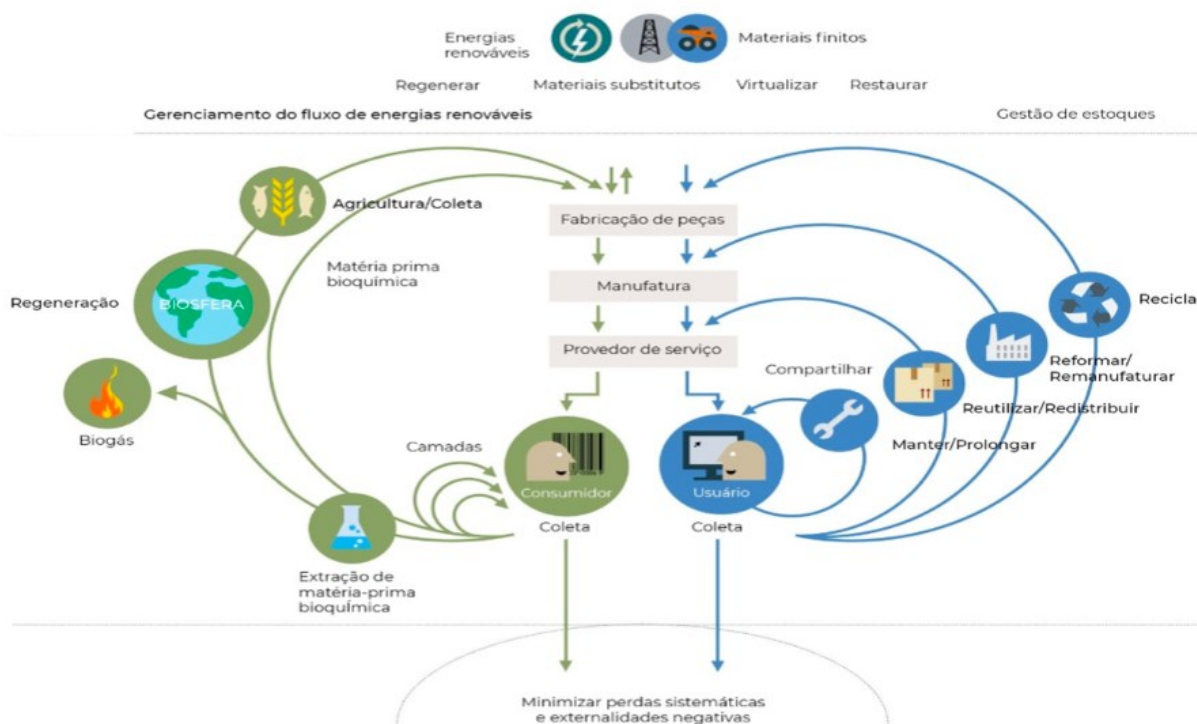
Tabela 1 - Definições de Economia Circular

Autores	Definição
YUAN; BI; MORIGUICHI, (2006)	Embora não haja uma definição comumente aceita de EC até agora, o núcleo da EC é o fluxo circular (fechado) de materiais e uso de matérias-primas e energia através de múltiplas fases.
ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2013, p.7)	Um sistema industrial que é restaurativo ou regenerativo por princípio e design.
TSE; ESPOSITO; SOUFANI (2015, p.59)	[...] representa não apenas um paradigma a partir do qual o lixo é transformado em recursos através do reuso a recriação, mas também um ganho econômico de eficiência de recursos e transformação industrial [...]
COMISSÃO DA UNIÃO EUROPEIA PARA ECONOMIA CIRCULAR (2015, p.1)	Um sistema no qual o valor de produtos e materiais é mantido, resíduos são evitados e recursos são mantidos nesse sistema quando o produto atinge seu fim de vida.
GEISSDOERFER et al. (2017, p.759)	[...] um sistema regenerativo no qual a entrada de recursos e resíduos decorrentes, emissões e uso de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento dos circuitos de material e energia. Isso pode ser alcançado por meio de projetos de longa duração, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem dos insumos.

Nota: Elaborado pelo autor.

A Figura 6 apresenta o esboço de uma EC e a forma como a circulação de recursos naturais e retorno de materiais manufaturados pode ser realizado. Do lado esquerdo da imagem tem-se o gerenciamento de recursos naturais e fluxo de energias renováveis que contribuem para o processo de fabricação de peças e componentes utilizados na manufatura. O lado direito da imagem nos mostra como a gestão de estoque contribui para viabilizar a reciclagem, remanufatura, redistribuição e compartilhamento de material ao longo da cadeia retornando as peças e demais materiais ao final do ciclo de vida do produto para a cadeia produtiva. Todo esse processo de controle e eficiência do fluxo de recursos ao longo de cadeias produtivas contribui para a redução de externalidades negativas ocasionadas a partir dos desperdício e perdas sistemáticas no ciclo produtivo.

Figura 6 - Esboço de uma Economia Circular



Fonte: Adaptado de Ellen MacArthur Foundation (2013).

Esse sistema permite uma série de ganhos relacionados à sustentabilidade, uma vez que a melhor alocação de recursos no sistema de produção gera uma redução na necessidade de insumos primários, como energia e matéria-prima, para ganho de eficiência (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Essa regeneração pode ser alcançada à medida que o EC pode contribuir para esse fluxo circular (fechado) de materiais e o uso de matérias-primas e energia através de múltiplas fases (YUAN et al., 2006).

Isso se torna possível à medida que a EC transforma bens que atingiram o fim de sua utilidade em recursos produtivos retornando-os para a produção de novos bens, fechando ciclos de ecossistemas industriais e minimizando o desperdício (STAHEL, 2016). Ainda, contribui para aumento da competitividade doméstica e regional a partir do aumento da eficiência da alocação de recursos, sua utilização e produtividade (SU et al. 2013).

Com o intuito de levantar questionamentos e obter novos *insights* de pesquisa para elaboração do trabalho, foi realizada uma revisão sistemática de literatura a partir dos trabalhos dispostos no Quadro 8.

Quadro 8 - Relação de artigos utilizados na revisão sistemática

Título	Autor(es)	Ano	Metodologia	Objetivo/Resultado
<i>Remanufacturing Planning Under Uncertainty: a two-stage stochastic programming approach.</i>	GICQUEL, C., KEDAD-SIDHOUM, S., QUADRI, D.	2016	Abordagem de programação estocástica em dois estágios	Apresentar um problema de otimização estocástica em dois estágios para o processo de planejamento da remanufatura. Contribuição tripla para a área ao: investigar uma situação realística para um problema de planejamento produtivo multiproduto e multiperíodo; desenvolvimento de uma programação estocástica em duas etapas; apresentar resultados computacionais preliminares que contribuem para resolução do problema da remanufatura.
<i>Circular Economy at the Micro Level: a dynamic view of incumbent's struggles and challenges in the textile industry</i>	FRANCO, M.	2017	Estudo de casos múltiplos elaborados a partir de entrevistas com representantes de empresas da indústria têxtil	Compreender os fatores que limitam as empresas em transformar seu processo produtivo linear em circular mesmo que estas tenham a intenção de fazê-lo e quais as dinâmicas que têm impulsionado tal transformação. O estudo contribui para a compreensão de como a relação colaborativa entre fornecedor e comprador a partir de fatores inovadores como a posição na cadeia de suprimentos, poder e visão compartilhada em conjunto com fatores relacionados ao design de produtos contribuem para determinar a velocidade com que os insumos são utilizados e a quantidade de produtos vendida assegurando a circularidade da cadeia.
<i>Development of a Performance Measurement System for International Reverse Supply Chains</i>	BUTZER, S., SCHÖTZ, S., PETROSCHKE, M., STEINHILPER, R.	2017	Revisão de literatura e uso da <i>Balanced Scorecard</i> a partir dos estudos encontrados	Propor o desenvolvimento de um sistema de mensuração de performance para avaliar cadeias de suprimentos reversas. Foram definidas 6 perspectivas para avaliação de cadeias de suprimentos internacionais
<i>On the Circular Supply Chain's Impact on Revenue Growth for Manufacturers of Assembled Industrial Products: a conceptual development approach.</i>	LARSEN, S. B., KNUDBY, T., VAN WONTERGHEM, J., JACOBSEN, P.	2017	Revisão sistemática de literatura	Busca analisar como o uso de cadeias de suprimentos circulares pode aumentar a receita de fabricantes de produtos industriais montados. O estudo mostra que a adoção de cadeias de suprimentos circulares impacta positivamente a receita a partir do mercado em que a empresa opera, cria oportunidades de negócios em novos territórios e viabiliza novas oportunidades para inserção de novos produtos da empresa em diferentes mercados.

<i>Exploring the Pursuit of Sustainability in Reverse Supply Chains for Electronics.</i>	FLYGANSVÆR, B., DAHLSTROM, R., NYGAARD, A.	2018	Modelo empírico elaborado a partir de <i>survey</i> realizada com representantes de empresas de reciclagem de eletrônicos	Compreender a gestão da produção a partir da logística reversa em cadeias de suprimentos. A partir do mapeamento do fluxo de recursos entre empresas ligadas a reciclagem de eletrônicos, os autores propuseram um modelo empírico que possa contribuir para mecanismos de governança que permitam as empresas alcançar melhor performance a partir do <i>triple bottom line</i> .
<i>Towards the Circular Supply Chain: a literature review of challenges.</i>	BRESSANELLI, G., PERONA, M., SACCANI, N.	2018	Revisão sistemática de literatura	Apresentar as dificuldades enfrentadas pelas organizações ao tentarem reestruturar sua cadeia de suprimentos para adoção de uma Economia Circular. Os resultados mostram que o caráter multidisciplinar da Economia Circular e indicam certa dificuldade das organizações em estruturar uma cadeia de suprimentos circular, apontando que a preocupação não deve estar totalmente voltada a logística reversa do processo, mas também ao fluxo direto de materiais ao longo da cadeia.
<i>In Search of a Circular Supply Chain Archetype: a content-analysis-based literature review.</i>	BATISTA, L., BOURLAKIS, M., SMART, P., MAULL, R.	2018	Revisão sistemática de literatura	Ampliar o corpo teórico da área a partir da literatura relacionada aos conceitos de Logística Reversa, Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável, Cadeias de Suprimentos Verde e <i>Closed-loop Supply Chain</i> . São apresentadas cinco proposições a respeito do que representa a Cadeia de Suprimentos Circular em termos de seu escopo, foco e impacto.
<i>Aligning Retail Reverse Logistics Practice with Circular Economy Values: an exploratory framework</i>	BERNON, M., TIAHJONO, B., RIPANTI, E. F.	2018	Revisão de literatura na primeira fase para elaboração do <i>framework</i> com posterior aplicação de entrevistas semiestruturadas junto a especialistas da área de varejo	Apresentar um <i>framework</i> conceitual que facilite a adoção de conceitos ligados a Economia Circular nas operações de logística reversa do varejo. A adoção do <i>framework</i> contribuirá positivamente para que as empresas do setor consigam adotar práticas mais restaurativas em seus processos de logística reversa.
<i>The Circular Economy and Circular Economic Concepts: a literature analysis and redefinition.</i>	GEISENDORF, S., PIETRULLA, F.	2018	Revisão sistemática de literatura	Revisão do conceito de Economia Circular com base na literatura e conceitos mais proeminentes na área. Contribuição com a classificação do conceito nas dimensões de orientação indústria/serviço, objetivo de desperdício zero/eficiente e escopo micro/macro. A revisão contribui para diferenciação entre características chave do conceito e aponta condições para sua implementação.

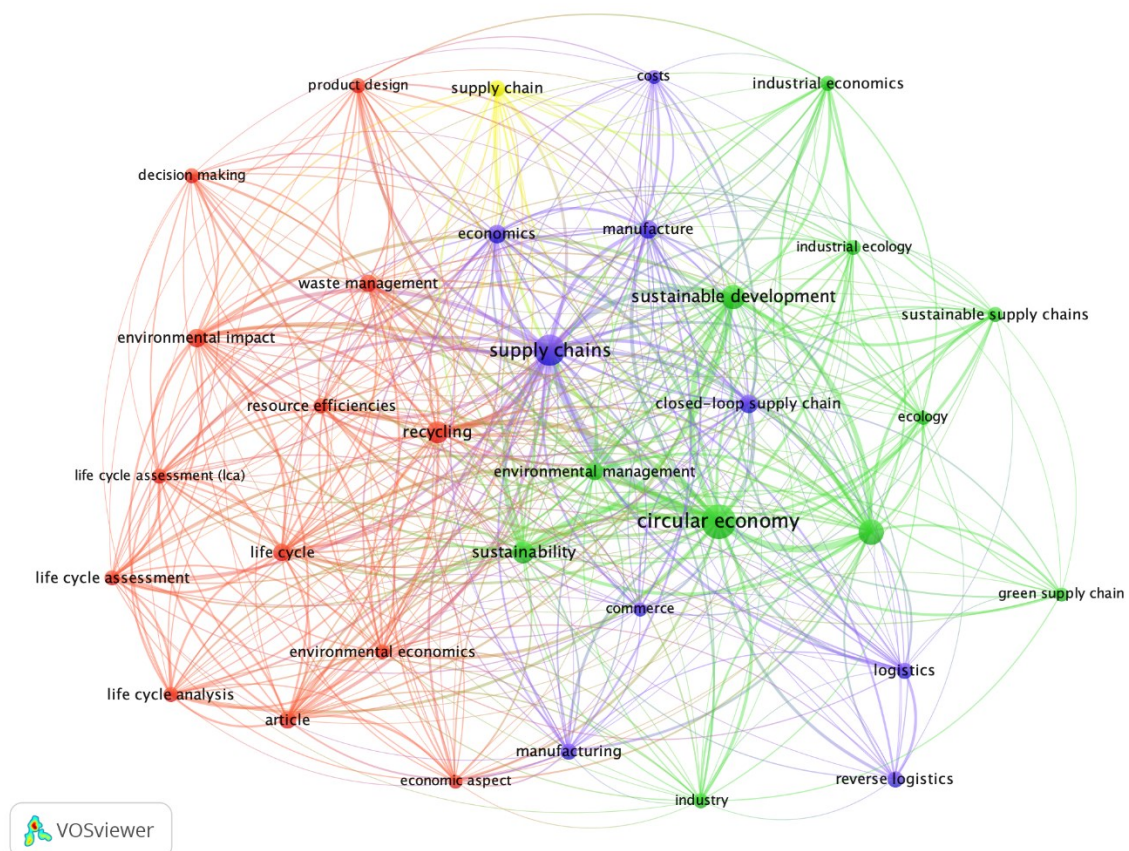
<i>Circular Economy Business Models in Developing Economies: lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms.</i>	GOYAL, S., ESPOSITO, M., KAPOOR, A.	2018	Revisão sistemática de literatura para definição do conceito de Economia Circular com estruturação de estudos de caso para aplicação prática	Examinar modelos de negócios orientados a Economia Circular. Os autores apresentam como empresas na Índia estão adotando os princípios dos 3R's (<i>Reduce, Reuse, Recycle</i>) para criar uma economia paralela que não tenha como foco principal o "dinheiro", mas sim o "lixo".
<i>Hidden Potentials in Open-loop Supply Chains for Remanufacturing.</i>	KALVERKAMP, M.	2018	Estudo empírico elaborado a partir de entrevistas com especialistas da área automotiva	Investigar a influência de atores independentes no suprimento central e como, especialmente, intermediários implementam o gerenciamento de relacionamento com fornecedores para lidar com a escassez de remanufatura automotiva. O trabalho aponta que a redução de assimetrias de informação e custos de transação é crucial para o "open-loop supply chain" competir com "closed-loop supply chains" mais integradas. Identifica uma solução de e-procurement que aborda estas questões e ajuda a aumentar o fornecimento através de "loops abertos". Além disso, a regulamentação pode dificultar ou facilitar o fornecimento.
<i>Total Quality Environmental Management: adoption status in the Chinese manufacturing sector</i>	GARZA-REYES, J. A., YU, M., KUMAR, V., UPADHYAY, A.	2018	Pesquisa do tipo <i>survey</i> com análise descritiva e inferencial de dados com empresas do setor de manufatura	O trabalho tem como objetivo contribuir para o <i>gap</i> encontrado pelos autores relacionado a aplicação da <i>Total Quality Ambiental Management (TQEM)</i> como ferramenta de gestão para processos mais limpos. Os resultados indicam que embora o tamanho de uma empresa não esteja associado à implementação do TQEM, grande parte das organizações que adotaram essa ferramenta de gestão são organizações de grande porte. São apresentados também os motivadores, resultados e desafios na implementação da TQEM.
<i>The Adoption of Operational Environmental Sustainability Approaches in the Thai Manufacturing Sector</i>	PIYATHANAVONG, V., GARZA-REYES, J. A., KUMAR, V., MALDONADO-GUZMÁN, G., MANGLA, S. K.	2019	Pesquisa do tipo <i>survey</i> com análise descritiva e inferencial de dados com empresas do setor de manufatura	Destacar questões fundamentais considerando a implantação de diferentes perspectivas de operações ambientais tais como: manufaturas verdes, produção limpa, gestão da cadeia de suprimentos verde, logística reversa e economia circular. O estudo apresenta os fatores limitantes para a implementação dessas prerrogativas operacionais. Ainda, é indicado que as empresas tendem a implementar esses mecanismos operacionais motivadas fortemente por fatores internos à organização e não fatores externos pelo envolvimento dos <i>stakeholders</i> .

Nota: Elaborado pelo autor

Para compreender o estado da arte e principais áreas que têm sido estudadas relacionadas a temática, buscou-se elaborar redes de co-ocorrência de palavras chave utilizadas nos trabalhos encontrados que fazem buscam compreender a relação entre Economia Circular e Cadeias de Suprimentos Sustentáveis. Com auxílio do programa VosViewer versão 1.6.10 foram geradas as redes de co-ocorrência entre as palavras-chave. A Figura 7 mostra a rede formada a partir dos termos de busca “*Circular Economy*” e “*Supply Chain*”.

Pode ser observada a formação de quatro *clusters* de palavras estando o *cluster* verde relacionado campos da ciência que contribuem para obtenção de uma Economia Circular, ou seja, economia industrial, ecologia industrial, ecologia, cadeias de suprimentos sustentáveis, entre outros. O *cluster* vermelho está relacionado aos processos de *design*, ciclo de vida do produto, retorno desses recursos e controle de resíduos gerados. Já no *cluster* roxo tem-se a predominância de processos logísticos e de manufatura e por último, se relacionando de maneira secundária com as demais palavras-chave da rede mostra-se o termo *supply chain*.

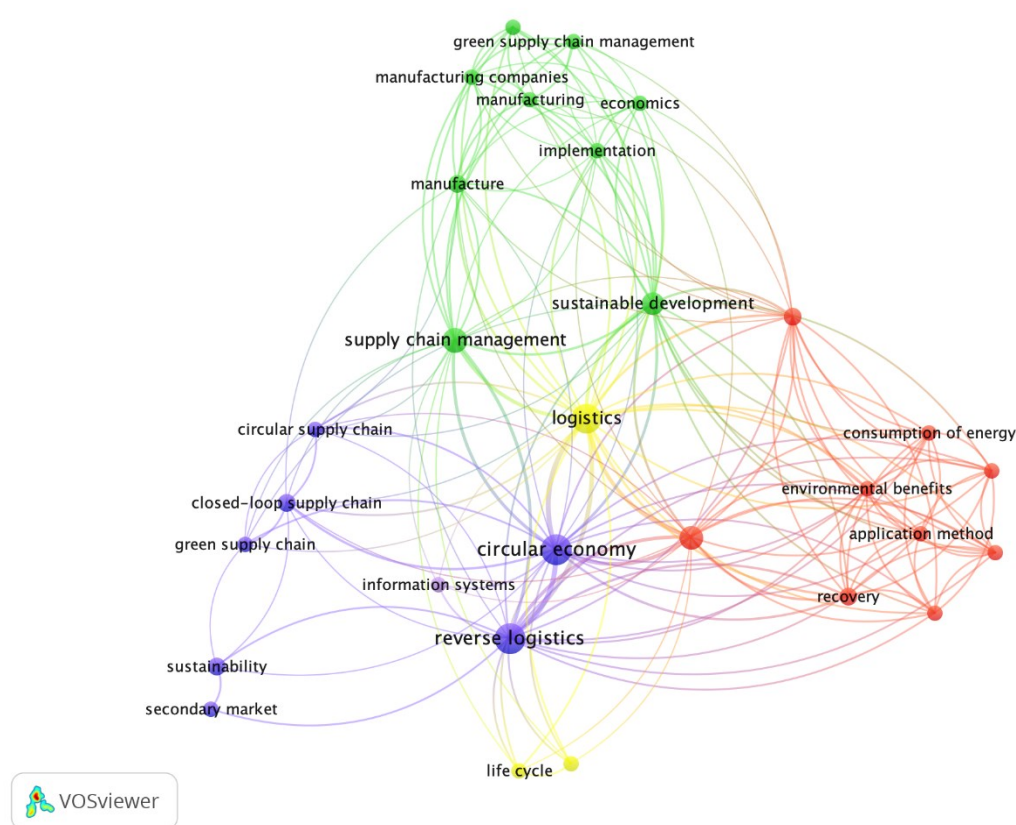
Figura 7 - Rede de co-ocorrência de palavras-chave



Nota: Elaborado pelo autor

A imagem apresentada acima nos mostra uma ampla e complexa rede de palavras-chave encontrada a partir da busca inicial dos termos utilizados para a revisão. De maneira a buscar de forma mais específica e assim conseguir aprofundamento na temática pesquisada, estruturou-se uma segunda imagem que contribui para avaliação do comportamento dessa rede de conceitos utilizados pelos trabalhos publicados. A Figura 8 mostra a rede de co-ocorrência formada a partir da busca dos termos “*Circular Economy*”, “*Supply Chain*” e “*Reverse Logistics*”.

Figura 8 - Rede de co-ocorrência de palavras-chave



Nota: Elaborado pelo autor.

Nessa figura destacam-se os termos *Circular Economy* e *Reverse Logistics* que estão diretamente relacionados a termos ligados a gestão da cadeia de suprimentos e sistemas de informação. O *cluster* vermelho mostra a relação entre termos ligados a conservação de recursos como “*recovery*” e “*consumption of energy*”. O *cluster* verde nos mostra a predominância de termos relacionados ao processo produtivo e da manufatura. O *cluster* amarelo, ligado a logística, apresentou fraca relação com os demais *clusters*.

Para que um modelo de EC seja alcançado podem ser citados os princípios que precisam ser aplicados no direcionamento da ação organizacional, sendo estes: *design*; redução; reutilização; reciclagem; reclassificação de materiais para reuso após o primeiro ciclo de vida e retorno seguro ao meio ambiente e energias renováveis (GUISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; BATISTA et al., 2018).

O estágio de *design* deve ser elaborado considerando-se o modelo de negócio para o qual o produto esteja sendo desenvolvido, induzindo a integração entre os membros da cadeia de suprimentos (BERNON; TIAHJONO; RIPANTI, 2018). O *eco-design* pode ser um dos meios de desenvolvimento do produto uma vez que viabiliza a incorporação de aspectos ambientais pelo sistema produtivo e pelo produto (SU et al., 2013), assim como a biomimética, *design* verde e *design* do berço ao berço (MASI; DAY; GODSELL, 2017). Isso se faz necessário, pois o tipo de material utilizado e seu fluxo ao longo do ciclo de vida do produto depende da finalidade com a qual a organização deseja trabalhar. Alguns negócios, considerando-se o ciclo formado, podem utilizar insumos que conservem seu valor ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, e outros podem fazer uso de materiais que retornem a natureza ou sejam reutilizados em outros processos industriais (MORENO et al., 2016). Entretanto, alguns desses materiais, a partir da perspectiva da circularidade, não podem ser reutilizados dado suas características produtivas, baixo valor agregado, ciclos de vida muito curtos com processos de desmontagem e aproveitamento que não tornam o processo economicamente viável (BERNON; TIAHJONO; RIPANTI, 2018).

Deve-se destacar como os processos tecnológicos e a eco-eficiência, assim como melhorias tecnológicas do produto e segurança de dados podem ser considerados pontos-chave para essa mudança estrutural da cadeia (BRESSANELLI; PERONA; SACCANI, 2018).

Larsen et al. (2017) mostram que a receita obtida pela empresa, ao depender do seu portfólio, viabiliza uma nova possibilidade a partir de duas categorias de produtos sendo elas: produtos recuperados pela cadeia de suprimentos e produtos usados que são obtidos pela cadeia, mas não são recuperados. A distinção entre essas novas categorias de produtos ofertados pela empresa decorre das relações de venda de produtos usados e produtos recuperados para mercados já existentes ou novos. Deve ser considerado também o nível de incerteza imposto a uma cadeia de suprimentos circular ao considerarmos que o momento de retorno do produto pelo consumidor, o número de possíveis recursos e a qualidade para viabilizar seu reaproveitamento não podem ser controlados (GICQUEL; KEDAD-SIDHOUM; QUADRI, 2016; KALVERKAMP, 2018). Cadeias de suprimentos

considerando-se a perspectiva de *closed-loop* apresentam elevada incerteza se comparada com cadeias de suprimentos tradicionais dado que estas possuem vários desafios relacionados as suas características de circularidade, a saber, as muitas fontes de produtos reciclados/remanufaturados que podem ser acessadas (KALVERKAMP, 2018).

Isso nos leva a considerar a importância que a estruturação de uma cadeia de suprimentos circular tem, pois a partir desta, podem ser assegurados tanto o fluxo de materiais de maneira eficiente quanto os ganhos de sustentabilidade inerentes ao processo (KALVERKAMP, 2018), que podem ser alcançados pelas organizações que busquem maior integração. Empresas que buscam reestruturar sua cadeia de suprimentos para adoção de uma abordagem circular devem se preocupar tanto com o fluxo linear de materiais quanto o reverso (BATISTA et al., 2018; GEISENDORF; PIETRULLA, 2018), tendo em mente que a Economia Circular não está ligada apenas a logística reversa (BRESSANELLI; PERONA; SACCANI, 2018). Cadeias de suprimentos circulares podem ainda, contribuir para crescimento da receita da empresa em mercados nos quais estas desempenham atividades, criar mercados para seus produtos como também inserir seus produtos em mercados nos quais isso não seria possível (LARSEN et al., 2017).

É importante destacar a diferença existente entre os conceitos de logística reversa e *closed-loop supply chains* uma vez que o primeiro está relacionado ao movimento de materiais dos consumidores para os produtores e seu papel logístico para as ações de condicionamento e reaproveitamento de materiais na cadeia produtiva, e o segundo conceito se relaciona a forma como estruturas de logística e das cadeias de suprimentos estão organizadas para permitir o fluxo de materiais usados e condicionados, assim como ser fator que torna viável a integração de ponta a ponta da cadeia que crie sistemas restaurativos para reutilização de material condicionado e/ou descarte de material que já não satisfaz os níveis de qualidade necessários (BATISTA et al., 2018).

Destacada a diferença entre as aplicações para retorno de material para o processo produtivo, entende-se que essas cadeias de suprimentos têm seu processo de reversibilidade produtiva motivado pelo seu foco no ambiente, lucratividade operacional, eficiência e redução do lixo, desenvolvimento de produtos, busca por matérias-primas, processos produtivos e transporte (GEISENDORF; PIETRULLA, 2018).

O primeiro passo para a exploração da literatura de cadeias de suprimentos circulares é sua diferenciação com cadeias de suprimentos sustentáveis ou *Sustainable Supply Chains (SSC)*.

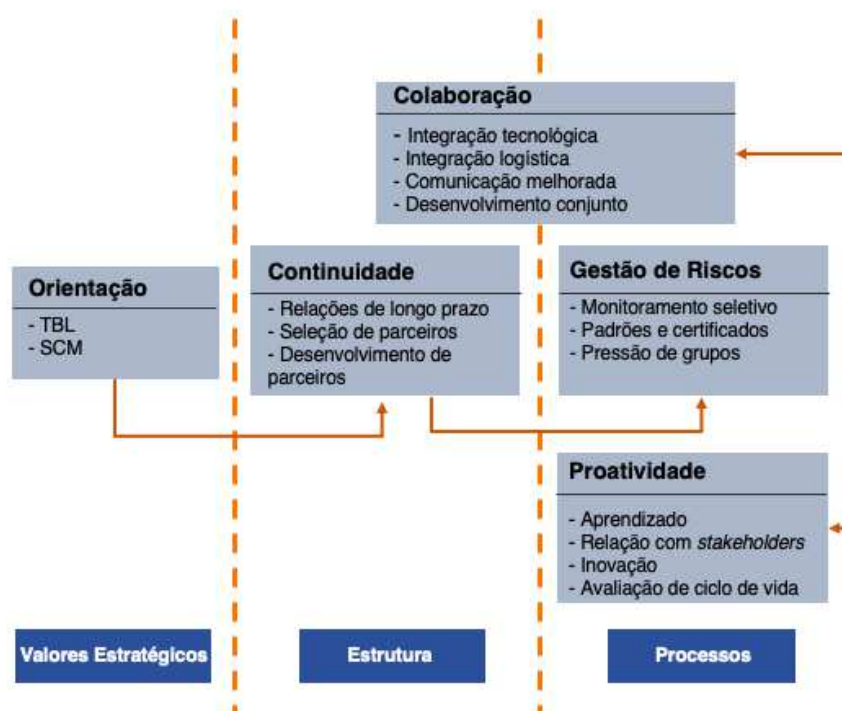
As cadeias de suprimentos sustentáveis se estruturam a partir da interação entre agentes econômicos que compartilham interesses e produtos dentro de um processo produtivo. Com o aumento da competitividade internacional e da maior atuação das empresas a nível continental, o número de agentes que compõem uma cadeia de suprimentos cresce vertiginosamente, ampliando o grau de complexidade dela. Com isso, materiais e informações fluem tanto a jusante quanto a montante em uma cadeia de suprimentos, o que faz da Gestão da Cadeia de Suprimentos ponto de integração entre essas atividades a partir da relação entre os membros para que se obtenha uma vantagem competitiva sustentável (SEURING; MÜLLER, 2008). A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável busca a integração de perspectivas ambientais pelas organizações de maneira a diminuir as externalidades negativas decorrentes dos processos de produção e consumo (NASIR et al., 2017).

Por se tratar de um ambiente de constante troca de informações para que se obtenha coordenação entre os *stakeholders*, deve-se atentar às condições ambientais encontradas pelas empresas, pois estas podem estimular a adoção de práticas mais sustentáveis por uma cadeia de suprimentos (BESKE; SEURING, 2014). Três são os aspectos que podem dificultar a estruturação de uma cadeia de suprimentos sustentável, a saber: custos elevados; coordenação entre os membros e complexidade; comunicação inexistente ou ineficiente (SEURING; MÜLLER, 2008). Seuring e Müller (2008, p.1700), definem as SSC como:

[...] a gestão do fluxo de material, informação e capital assim como a cooperação entre as empresas ao longo da cadeia de suprimentos enquanto assumem objetivos ligados as três dimensões do desenvolvimento sustentável, considerando-se que estes derivam das exigências de consumidores e demais *stakeholders*.

Essa definição nos leva a pensar de que forma as empresas podem adotar medidas para que a coordenação entre esses agentes se torne viável. Partindo dessa prerrogativa, Beske e Seuring (2014) elaboram um *framework* no qual estão relacionados os valores estratégicos, a estrutura e os processos que levam as empresas a contribuírem para formação de uma cadeia de suprimentos sustentável. Esses fatores mostram como a orientação organizacional em seguir o *Triple Bottom Line* (TBL) e a gestão da cadeia se alinham aos valores estratégicos; sua continuidade a partir da relação estabelecida entre os parceiros e seu desenvolvimento conjunto; colaboração segundo a qual ocorre a integração tecnológica e logística dos agentes; a gestão de riscos para definição de padrões e adoção de certificados; a prática com a qual se obtém a inovação a partir do processo de aprendizado organizacional e relação com os demais *stakeholders*. A Figura 9 apresenta a estrutura desse *framework*.

Figura 9 - *Framework para Sustainable Supply Chain Management (SSCM)*



Fonte: Beske e Seuring (2014)

O conceito de cadeias de suprimentos sustentáveis tem sido desenvolvido sob 4 perspectivas da sustentabilidade a saber: logística reversa; cadeias de suprimentos verdes; gestão de cadeias de suprimentos sustentáveis e *closed-loop supply chains* (BATISTA et al., 2018). As cadeias de suprimentos a partir da perspectiva da EC contribuem para a recuperação de valor dos bens produzidos através dos ciclos que são formados pela reutilização e renovação de materiais o que contribui para ganhos tanto econômicos quanto ambientais (MASI; DAY; GODSELL, 2017). A adoção dos princípios da EC pela gestão de cadeias de suprimentos sustentável traz vantagens sob o ponto de vista ambiental (NASIR et al., 2017).

Sendo assim, Sistemas de Economia Circular estão relacionados a capacidade assegurar o desenvolvimento econômico sem que este seja desvinculado da redução do impacto ambiental gerado por processos produtivos, sendo que estes devem basear-se nos princípios dos 5R: Redução, Reuso, Reciclagem, Recuperação e Regeneração (PAN et al., 2015). A integração desses princípios aos processos organizacionais contribui para que cadeias de suprimentos circular possam ser formadas e que o fluxo de materiais se concretize com a menor geração de resíduos.

Para que esse movimento de materiais tanto a jusante quanto a montante aconteça em uma cadeia de suprimentos circular é preciso que haja um esforço compartilhado entre os

stakeholders. Assim, para que essas cadeias possam ser estruturadas tem-se a necessidade de coordenação externa com os parceiros a montante, para obtenção de contribuições ambientais e a jusante para que estes parceiros cooperem para práticas de gestão ambiental, a partir das atividades de retorno, reutilização e reciclagem dos produtos (MASI; DAY; GODSELL, 2017).

Tem-se então três configurações possíveis para assegurar a circularidade desse material ao longo da cadeia. Esses arranjos podem ser dos tipos: parques eco industriais, ambiental no qual as empresas mantêm uma relação de simbiose a partir do compartilhamento de informações e constante transferência de material ao longo da cadeia; cadeias de suprimentos verdes, são aquelas que conseguem extrapolar o conceito de parques eco industriais ao incluir fornecedores e consumidores integrados em um sistema eficiente de logística, armazenagem e compras; *closed-loop supply chains* a partir das quais o fluxo de materiais pode ter seu circuito tanto aberto – a partir da relação com fornecedores externos – ou fechado, no qual a cadeia de suprimentos tem seu desenvolvimento a partir da perspectiva de uma única manufatura (BATISTA et al., 2018), sendo que nesses casos destaca-se a importância da logística reversa como abordagem que minimiza a geração de resíduos sem valor (MASI; DAY; GODSELL, 2017). Ainda, tem-se a importância do *design* de produtos para que os materiais utilizados possam atender a requisitos suficientes de qualidade assegurando assim seu retorno ao processo produtivo a partir de sua atualização, reparação, recondição ou remanufatura (FRANCO, 2017; MASI; DAY; GODSELL, 2017; GOYAL; ESPOSITO; KAPOOR, 2018). Portanto, pode-se definir uma cadeia de suprimentos circular como sendo:

As cadeias de suprimentos diretas e reversas coordenadas através de integração do ecossistema de negócios para criação de valor a partir de produtos e serviços, subprodutos e fluxos de resíduos úteis ao longo de ciclos de vida que melhoram a sustentabilidade econômica, social e ambiental das organizações (BATISTA et al., 2018, p.446).

O fluxo de produtos ao longo da cadeia de suprimentos pode ser maximizado a partir da adoção dos princípios dos 5R, ou seja, Redução, Reuso, Reciclagem, Recuperação e Regeneração. Por Redução entende-se o processo de readequação produtiva para que a matéria prima utilizada passe de materiais não renováveis e com forte impacto ambiental para materiais biodegradáveis e de fácil recuperação para a cadeia produtiva (GOYAL; ESPOSITO; KAPOOR, 2018). O princípio do reuso está relacionado a utilização de materiais sem modificações ao ampliar a vida funcional de um produto ao máximo com seu

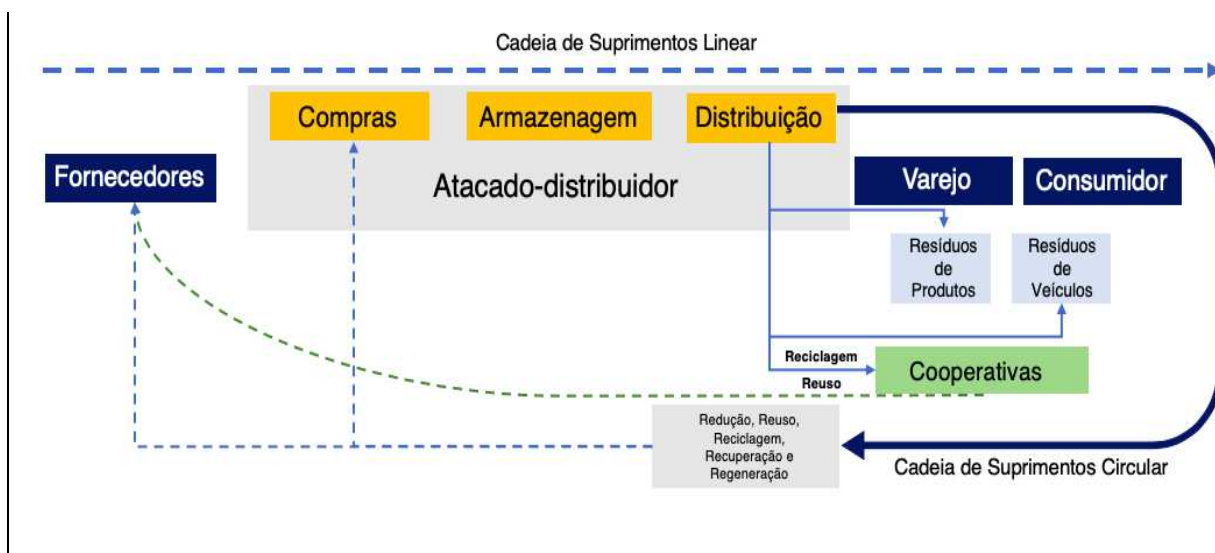
aproveitamento para outro fim (BATISTA et al., 2018; GOYAL; ESPOSITO; KAPOOR, 2018), o que viabiliza novas oportunidades de negócios (LARSEN et al., 2017). A Reciclagem se constitui como fase importante do processo uma vez que é por meio dessa atividade que se pode transformar os materiais utilizados em um produto em matéria-prima para transformação em novos produtos (BATISTA et al., 2018) o que reduz o volume de resíduos gerados que retornam para natureza (GOYAL; ESPOSITO; KAPOOR, 2018). A Recuperação pode ser obtida a partir do acondicionamento e remanufatura de materiais para que estes retornem ao sistema produtivo, porém, não nas mesmas condições de uso iniciais (BATISTA et al., 2018). Por fim, a Regeneração está relacionada aos impactos que as atividades geram no ambiente e a resiliência deste para absorção deste impacto (PAN et al., 2015).

3.4 Resultado

A partir do uso da Teoria dos *Stakeholders* (FREEMAN, 2015) e dos conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular foi possível compreender de forma mais clara as possibilidades de interação entre os agentes que formam a cadeia de suprimentos e o papel de atacado distribuidores na contribuição para circularidade dos produtos ao longo da cadeia.

A Figura 10 apresenta o *framework* que indica como uma cadeia de suprimentos circular pode ser formada a partir da integração dos *stakeholders*, considerando-se o papel do atacado-distribuidor em assegurar a consolidação dos princípios dos 5R: Redução, Reuso, Reciclagem, Recuperação e Regeneração.

Figura 10 - *Framework* de Distribuição Circular



Nota: Elaborado pelo autor.

Diferentemente de uma cadeia de suprimentos linear, pode-se observar o retorno de materiais utilizados por atacado distribuidores a cadeia produtiva. Em uma cadeia de suprimentos linear o fluxo de materiais é feito seguindo o sistema: extração da matéria-prima, transformação em produto pelo setor de manufatura, consumo e disposição final dos resíduos. O *framework* proposto mostra a partir do conceito de Cadeias de Suprimentos Circulares (MAIS; DAY; GODSELL, 2017; BATISTA et al., 2018) como o fluxo dos resíduos gerados no processo compra-armazenagem-distribuição pode fechar seu ciclo.

O papel das cooperativas faz-se importante para consolidação dos princípios que compõem o conceito de Economia Circular. As cooperativas contribuem para o recolhimento de material reciclável, sua separação e destinação final de recursos que não podem ser reutilizados. Tem-se também o retorno de materiais na forma de matéria-prima para o setor produtivo, representado na imagem como os fornecedores, através do reuso desses materiais.

No caso brasileiro destaca-se a importância que as associações e cooperativas de catadores desempenham na geração de emprego e renda, ou seja, a destinação correta de resíduos para facilitar seu recolhimento e separação gera impacto positivo se considerarmos o âmbito social.

Destaca-se a dependência do transporte rodoviário na Brasil para distribuição de bens ao longo do território nacional. Essa dependência do uso das estradas faz com que um grande número de veículos pesados tenha que circular, ampliando assim a emissão de CO₂. O setor atacadista, por possuir uma grande frota de veículos no caso brasileiro é responsável pela geração de resíduos advindos dos veículos responsáveis pela distribuição dos produtos ao varejo e demais consumidores. Isso se torna fator de preocupação dado o impacto que esses materiais, como restos de pneus, embalagens de lubrificantes, óleo residual, entre outros, podem causar ao meio ambiente.

No caso brasileiro, empresas de controle desses resíduos veiculares tem surgido, pois os processos de descarte e limpeza das embalagens de óleo lubrificante se tornou fonte de lucro para essas organizações. Não apenas de embalagem, mas também na coleta, transporte e processamento do óleo utilizado por veículos. Os pneus podem passar pelo processo de recapagem no qual uma nova camada de borracha é adicionada para que a vida útil do item seja estendida por maior tempo. Nos casos em que esse processo se torna inviável o descarte de pneus pode ser feito a partir de empresas especializadas nesse tipo de resíduo que compram esse material que seria descartado e reutilizam para outras finalidades. Há também o papel desempenhado por profissionais autônomos como borracheiros e catadores, assim como o serviço prestado por cooperativas de coleta e triagem desse material de borracha.

A digitalização dos sistemas produtivos que estão na ponta da cadeia de suprimentos, representado pelas indústrias, pode gerar uma série de mudanças ao longo da cadeia, uma vez que a transmissão de informação e compartilhamento de dados se torna mais complexa. Essas novas tecnologias contribuem para que atacado distribuidores adotem essas tecnologias criando uma rede integrada entre os *stakeholders*. Com isso tem-se que as inovações proporcionadas pelo fenômeno da Indústria 4.0, podem contribuir para uma maior integração entre os membros da cadeia de suprimentos. Pode-se entender assim que esse compartilhamento de dados, contribui para o rastreamento e acompanhamento dos resíduos gerados ao longo do processo de distribuição, entendendo-se a relação existente de ponta a ponta na cadeia formada.

3.5 Considerações finais

A digitalização de sistemas produtivos tem contribuído para o alcance de eficiência produtiva e energética pelas indústrias. O advento da quarta revolução industrial tem possibilitado a adoção de uma série de tecnologias que aumentam a integração entre os *stakeholders* em uma cadeia de suprimentos. Pelo lado da sustentabilidade, pode-se entender esse fenômeno como viabilizador de melhor alocação de recursos produtivos e maior eficiência energética, pois as tecnologias empregadas como *Cyber Physical Systems* (CPS), *Internet of Things* (IoT), *Cloud Computing*, entre outras, ajudam no melhor acompanhamento da destinação de insumos.

O conceito de Economia Circular por sua vez, traz contribuições para o planejamento de sistemas produtivos, *design* de produtos de maneira eco-eficiente e retorno desses insumos produtivos a cadeia produtiva a partir de loops formados ao longo do ciclo de vida do produto. Os princípios dos 5R: Redução, Reuso, Reciclagem, Recuperação e Regeneração, contribuem para destinação correta e reutilização de resíduos de sistemas produtivos. A partir do retorno de materiais podem ser observados ganhos econômicos, sociais e ambientais, a partir da redução de insumos utilizados e reabsorção destes pelo sistema produtivo.

Cadeias de suprimentos circulares desempenham um papel significativo na consolidação de práticas de gestão que contribuam para o alcance da sustentabilidade. A relação consolidada entre os *stakeholders*, amplia a capacidade de tornar essas cadeias de suprimentos mais integradas a partir do compartilhamento de informações e dados. O setor atacadista por sua vez desempenha importante papel na distribuição de mercadorias, viabilizando a chegada de produtos da indústria ao seu consumidor final. Estudar esses

agentes se faz importante, pois podem ser encontradas maneiras de reduzir o impacto de resíduos gerados ao longo da cadeia assim como pela destinação dos resíduos.

O presente estudo buscou apresentar um *framework* de Distribuição 4.0 a partir da relação entre os conceitos de Indústria 4.0 e Economia Circular, destacando o papel desempenhado por atacado distribuidores. A partir do *framework* apresentado tem-se a relação existente entre distribuidores e cooperativas, assim como o a capacidade de retorno dos resíduos oriundos das atividades distributivas a cadeia produtiva.

Essa relação demonstrada no modelo contribui, em termos práticos, para que as empresas atacadistas assumam o papel importante que desempenham para o desenvolvimento sustentável, tornando-se também protagonistas nas ações a serem realizadas, contribuindo para que a sustentabilidade esteja presente em toda a cadeia, ampliando a responsabilidade de todos os elos, e não apenas as exigências sobre o fabricante, onde se presume que haja maiores pressões governamentais para práticas sustentáveis. Desta maneira estas organizações passam também a considerar a importância da Economia Circular para seu próprio crescimento e desenvolvimento.

CAPÍTULO 4: DISTRIBUIÇÃO CIRCULAR 4.0: UMA ABORDAGEM SISTÊMICA

4.1 Introdução

A quarta revolução industrial tem contribuído para implantação de diversas tecnologias que contribuem para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais limpos e eficientes. Com isso tem-se o estabelecimento de fábricas, produtos e serviços inteligentes integrados a partir da IoT (STOCK; SELIGER, 2016), assim como a profunda transformação das organizações em ambientes de colaboração que estão intensamente conectados, fornecendo e utilizando conjuntamente dados e serviços disponíveis na internet (TROTTA; GARENGO, 2018). Se considerarmos esse novo contexto produtivo da Indústria 4.0, temos que produtos, clientes, trabalhadores, fornecedores e equipamentos de produção tem sido cada vez mais incorporados nessa rede de compartilhamento de dados referentes ao ciclo de vida dos produtos (STOCK; SELIGER, 2016). Ainda a digitalização de processos a partir da Indústria 4.0 podem auxiliar organizações na gestão, diminuindo riscos inerentes aos processos.

Novas tecnologias e sua ampla aplicação no interior da indústria contribuem para que sejam alcançados níveis de sustentabilidade suficientes à continuidade dos processos produtivos reduzindo-se os impactos que destes decorrem. Isso ocorre, pois a tecnologia viabiliza a redução do uso de recursos naturais e assegura maior eficiência aos processos produtivos. A gestão sustentável neste trabalho é discutida sob a perspectiva da Economia Circular e das contribuições que esse conceito tem trazido para cadeias de suprimentos que buscam a partir dos princípios de design; redução; reutilização; reciclagem; reclassificação de materiais para reuso após o primeiro ciclo de vida e retorno seguro ao meio ambiente e energias renováveis (GUISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Entretanto, cabe destacar que dado o nível de integração, coordenação (KALVERKAMP, 2018), e cooperação (SEURING; MÜLLER, 2008) exigido para que se alcance um nível operacional eficiente e que garanta essa circularidade à cadeia incorre em dificuldades relacionadas a Gestão da Cadeia de Suprimentos Circular, ou seja, como os vários agentes envolvidos nos processos ao longo da cadeia conseguirão se adaptar a essas novas demandas ao considerarmos fatores como: incerteza do retorno do fluxo; transporte e infraestrutura; coordenação e compartilhamento de informações; rastreabilidade dos produtos e questões culturais (BRESSANELLI; PERONA; SACCANI, 2018).

O retorno de produtos ao final do seu ciclo de vida para a cadeia produtiva passa a ser regulamentado no Brasil pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída em

2010 que busca a redução na geração de resíduos a partir de práticas e hábitos de consumo sustentáveis e institucionaliza uma série de instrumentos para ampliar a reciclagem e reutilização de resíduos sólidos (MMA, 2018). A Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 ao instituir os princípios, objetivos e instrumentos dessa política, define o acordo setorial como “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (BRASIL, 2010).

Acompanhando essas novas exigências que surgem com a instituição dessa política, o setor atacadista firma o Acordo Setorial para Logística Reversa, no qual são definidas as obrigações de todos os agentes da cadeia produtiva. As principais obrigações dos distribuidores estão relacionadas a instalação de pontos voluntários de descarte de material reciclável seja em lojas próprias ou espaços cedidos pelo varejo, como também contribuir para a educação ambiental e conscientização de consumidores. O agente distribuidor deve também orientar o pequeno varejista e trabalhar conjuntamente com este para a elaboração de material informativo (ABAD, 2018).

O setor Atacado Distribuidor possui posicionamento estratégico na cadeia de suprimentos ao agir como intermediário das relações entre a indústria e o consumidor final, o que faz com que a cooperação desse agente para o fluxo de dados e informações ao longo da cadeia seja fundamental para consolidação de Cadeias de Suprimentos Circulares.

O objetivo deste trabalho portanto é identificar as soluções de aprimoramento do sistema de gestão dos atacado distribuidores no contexto da Economia Circular e Indústria 4.0 a partir da *Soft System Methodology (SSM)*.

Dessa forma, propõe-se neste trabalho analisar e discutir as interpretações dos *stakeholders* sobre as tendências que tem surgido para o Setor de Atacado a partir da digitalização da cadeia de suprimentos e como os sistemas de distribuição tem se adaptado na busca por práticas que levem a processos que possam gerar uma Economia Circular (EC). Por meio da aplicação da *Soft System Methodology (SSM)* buscou-se compreender esse cenário que atacado distribuidores têm vivenciado e assim criar um modelo conceitual para a gestão sustentável dos resíduos, entendendo o posicionamento desses agentes na cadeia de suprimentos.

4.2 Referencial Teórico

A integração entre os membros da cadeia de suprimentos pode ser considerada como primordial para sua eficiência. A colaboração entre os *stakeholders* é necessária pois as

empresas em sua maioria não possuem as capacidades necessárias para assegurar circularidade a uma cadeia de suprimentos em sua totalidade (BERNON; TJAHJONO; RIPANTI, 2018). Partindo dessa premissa pode-se destacar como a capacidade de influência que cada *stakeholder* desempenha (FREEMAN, 2015) na cadeia de suprimentos pode impactar o desenvolvimento de processos de distribuição mais sustentáveis, caso essa integração não seja obtida.

Para que a relação entre os membros da cadeia seja estabelecida é preciso que a interação entre os agentes em uma cadeia de suprimentos seja pautada na confiança e colaboração dividindo um objetivo comum para alcançar um resultado, tendo como facilitador o compartilhamento de informações entre os agentes (FLYGANSVÆR; DAHLSTROM; NYGAARD, 2018). Esse compartilhamento de informações entre os agentes pode ser facilitado a partir de processos de digitalização que constituem na adoção de tecnologias disponibilizadas no contexto da Indústria 4.0. Dessa maneira, tecnologias como *IoT* e *Big Data* podem aumentar o volume de dados que são obtidos pelos membros da cadeia tendo seu processamento e compartilhamento viabilizados pelo *cloud computing*. Deve-se observar as possibilidades que a adoção dessas tecnologias oferece às organizações para o desenvolvimento de novos modelos de negócios e processos de criação de valor orientados a sustentabilidade (STOCK; SELIGER, 2016). A criação de sistemas produtivos inteligentes por sua vez aumenta as possibilidades de se alcançar uma Economia Circular (EC) uma vez que o fluxo de materiais a partir dos conceitos de reuso, reciclagem e remanufatura (LIBONI et al., 2018).

O *design* de produtos por sua vez, pode estimular essa maior integração entre os membros da cadeia considerando-se formas de reaproveitamento das partes a partir do retorno para centros de coleta, desmontagem e reaproveitamento desse material (BERNON; TJAHJONO; RIPANTI, 2018), uma vez que as características do produto se apresentam como ponto importante para essa transição para uma Cadeia de Suprimentos Circular é a partir do portfólio da organização que se dará o processo de circularidade dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos.

4.3 *Soft System Methodology (SSM)*

As relações que são formadas a partir da interação entre os *stakeholders* nos quais as trocas de informações, produtos e serviços contribuem para formação de ambientes complexos. A partir de uma perspectiva sistêmica pode-se interpretar essas relações ao interpretar as visões e práticas desses *stakeholders* ao ampliar a visão para um sistema como

um todo. Isso nos permite avaliar como as partes, a partir das suas relações de troca, contribuem para a formação de um todo. Tendo em mente que os ambientes estão em constante mudança, os *stakeholders*, considerados partes funcionais de um sistema estão interligados fornecendo informações para sua adaptação a essas transformações (CHECKLAND, 2012).

Dessa maneira, neste capítulo foram aplicados os estágios da Soft System Methodology (SSM) para análise do ambiente formado por atacado distribuidores e os demais membros da cadeia de suprimentos formada a partir de suas atividades.

4.4 Resultados

Para aplicação da *Soft System Methodology (SSM)* e melhoramento do framework inicialmente proposto foi feita análise de conteúdo das entrevistas realizadas com os representantes das empresas participantes da pesquisa. Assim, esta seção apresenta a análise das soluções de aprimoramento do sistema de gestão de atacado distribuidores a partir da aplicação da *Soft System Methodology (SSM)* assim como a discussão das principais tendências de mudança para o setor. É apresentado um modelo conceitual no qual mostra-se como os *stakeholders* do setor atacado-distribuidor interagem e causam impactos a partir de suas ações, alinhando a isso as ideias decorrentes da quarta revolução industrial e do conceito de Economia Circular, de maneira a propor soluções de aprimoramento da gestão sustentável por meio da *Soft System Methodology (SSM)*.

4.4.1 Análise das entrevistas

As informações obtidas a partir das entrevistas apresentam-se como importante construto uma vez que corroboram estudos e conceitos levantados pelo referencial teórico do trabalho. Com isso, a seção seguinte apresenta a análise dessas entrevistas e os resultados obtidos.

A implementação dos conceitos dos 5R (PAN et al., 2015) é uma das formas que podem assegurar circularidade a uma cadeia de suprimentos uma vez que a redução, reuso, reciclagem, recuperação e regeneração, estimulam a integração entre um grande número de *stakeholders* que façam parte dessa cadeia. Sendo assim esse conceito foi trabalhado no roteiro de entrevista (Apêndice A) para que os representantes de atacado distribuidores apresentassem quais as ações ligadas aos 5R as empresas têm adotado para melhorar sua relação com os resíduos decorrentes de suas atividades.

O reuso de materiais por parte dos atacado distribuidores mostra-se muito restrito, pois estes são membros da cadeia que fazem a comercialização de produtos através da distribuição aos seus clientes, nesse caso varejistas. Com isso, apenas uma parte dos materiais utilizados no processo de compra, armazenagem e distribuição é reutilizado, sendo eles em sua maioria: pallets e papelão. Esses materiais têm seu ciclo de vida ligado diretamente ao processo realizado por atacado distribuidores, pois se configuram como insumos ao processo de distribuição, ou seja, utilizam-se esses materiais sem modificação com a ampliação da vida funcional do produto com seu aproveitamento para outro fim (LARSEN et al., 2017; BATISTA et al., 2018; GOYAL; ESPOSITO; KAPOOR, 2018).

Os pallets, o pallet hoje ele é o pallet PBR, ele é reutilizável. No mesmo jeito que ele chega do meu fornecedor, eu devolvo ele automático ao meu fornecedor. Então eu não tenho o acúmulo de pallet no meu negócio (A1).

O papelão que seria descarte meu [...] então vem os sacos de big bag de 1200 quilos e eu faço os pacotes. Ai na hora que eu vou fazer um empilhamento disso né. Vamos supor que a gente fala de fazer a amarração do laço do pallet, eu forro o pallet com papelão e a cada duas camadas eu ponho uma camada de papelão pra isso no transporte não escorregar e desmoronar (A1).

Faz ele de novo, faz uma nova embalagem e coloca o produto fracionado pra ir atender novos clientes (B1).

Em todos os sentidos [uso do material] a caixa de papelão. Até se ela estiver rasgada eles vão colocar ela pra forrar o pallet e colocar a mercadoria por cima (B2).

As iniciativas de reciclagem destacadas pelos entrevistados estão relacionadas ao descarte do material plástico que é utilizado no transporte dos produtos da indústria aos atacado distribuidores, ou seja, todo o plástico utilizado para embalar as cargas é destinado a reciclagem. Esse processo contribui para redução do impacto ambiental ao destinar de maneira correta os produtos plásticos que podem causar danos ao meio ambiente, assim como possibilitar a criação de novos produtos a partir do material reciclado (BATISTA et al., 2018; GOYAL; ESPOSITO; KAPOOR, 2018).

[...] lá no nosso CD a gente tem aquelas prensas pra esmagar isso, empacotar e fazer a coleta dele. Então a empresa que nós contratamos coloca a prensa lá, então ela [...] coloca o equipamento lá e eu processo pra ela e ela já coleta dessa forma. Porque acaba gerando muito resíduo de papelão e de plástico que vem realmente e o acondicionamento acaba gerando esse lixo. Então todo esse lixo a gente faz o tratamento dele de acordo com a norma desse parceiro nosso que é quem faz a coleta desse lixo pra nós (A1).

[...] tudo que se aproveita de plástico lá, coloca assim numa caçamba, vem a empresa [responsável pela coleta] lá da vida, leva essa caçamba embora e tipo assim, eu não sei se é vendido, se é reaproveitado, mas existe. Resguarda isso, separa tudo certinho e leva (B2).

De acordo com Goyal, Esposito e Kapoor (2018) o processo de redução a partir da readequação produtiva está relacionado a forma como as empresas buscam utilizar materiais ambientalmente mais responsáveis. Por estarem no meio da cadeia de suprimentos, atacado distribuidores não possuem processos de manufatura e fabricação de produtos, ou seja, a partir dessa vertente dos 5R seria difícil definir um parâmetro de análise. Porém pode ser observada a forma como as empresas têm buscado controlar os resíduos decorrentes de suas operações de transporte, seja no descarte de resíduos da manutenção e lavagem de caminhões, como também no incentivo aos funcionários em reduzir o volume de resíduos produzidos no processo de distribuição.

Na hora que vai fazer a compra de veículos aí a gente vê qual é a relação de consumo do veículo. A gente procura sempre comprar o veículo mais adequado pra operação...porque se você comprar um veículo abaixo da capacidade de peso você vai utilizar muito o motor ele acaba consumindo mais e jogando mais CO2 né. Então o veículo adequado pra operação ele acaba que consome menos combustível e polui menos... aí é tudo motor eletrônico, esses motores que têm selos né (B1).

[...] o nosso lavador de veículos ele tem uma...ele recepciona aquela água que acabou de lavar o veículo com produtos que sabão é sujeira e faz essa filtragem da água, reutiliza essa água pra lavar, devolve as impurezas de forma correta, é um lavador ambiental, vamos dizer dessa forma (B2).

No intuito de contribuir para a redução dos resíduos gerados, uma das empresas desenvolveu uma campanha de crédito ambiental na qual os responsáveis pelo transporte e entrega dos produtos eram estimulados a retornar com o papelão utilizado e ganhar pontos.

Crédito ambiental é porque leva as embalagens nos veículos resguardando a mercadoria embalada e ao entregar nos armazéns nas mercearias, eles abrem pro cliente fazer a conferência, deixa pro cliente a mercadoria e acaba trazendo de volta a caixa de papelão (B2).

O movimento da Indústria 4.0, por sua vez, tem transformado o interior das indústrias e mudado a forma como consumidores conseguem consumir seus produtos e fornecer dados que alimentam os sistemas digitalizados para coleta, tratamento e análise de dados, como *Big Data*, *IoT*, *Cyber Physical Spaces (CPS)* (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; TROTTA; GARENGO, 2018; XU; XU; LI, 2018), entre outras tecnologias. Esses sistemas têm auxiliado sistemas produtivos no alcance de processos mais eficientes e limpos, a partir da eficiência do uso de insumos necessários a produção.

O setor Atacado Distribuidor pode ser visto com um dos agentes responsáveis pela maior integração entre os *stakeholders* uma vez que este mantém relação direta com duas pontas da cadeia que são estratégicas, a indústria e o varejo, ou seja, o posicionamento

estratégico como intermediário contribui para alimentação de sistemas com dados que possam ser usados por outros membros da cadeia de suprimentos. Dessa maneira, as oportunidades de digitalização surgem das relações de compra e venda, pois os sistemas digitais oferecem oportunidades de ganhos de eficiência na compra e venda de mercadorias.

A tecnologia hoje ela é uma coisa que você tem que estar nela. Muitas vezes estão acontecendo coisas que a gente ainda não conhece. Nós não somos uma parte da cadeia de abastecimento, a mais tecnológica de todas [...] A nossa tecnologia ainda não é uma tecnologia de ponta, mas o negócio de *Big Data*, isso, eu olho muito pra isso por questões de conhecer o meu cliente. Entender o meu cliente, estar mais próximo do meu cliente né (A1).

Praticamente todos os atacados hoje, de um porte maior já tem os seus sistemas internos com os seus representantes. Então ele usa um celular qualquer, digitaliza o seu pedido, passa pelo seu sistema e envia pelo seu app e acabou (A1).

Outro fator que contribui para a eficiência das operações e redução de uso de papel, o que traz ganhos para processos mais sustentáveis, é a digitalização do processo de entregas.

A gente tá em processo ainda né, mas a ideia é que em 2020, 2021 a gente trabalhe só com comprovante digital, sem ter que vir aquele papel assinado, carimbado (B1).

Os processos de entrega por sua vez contam com equipamentos de rastreamento e acompanhamento da carga mais eficientes, nos quais pode-se rastrear o processo de entrega em cada ponto.

A gente já tem monitoramento de veículo online que o motorista tem a rota dele e a gente consegue acompanhar o motorista. Motorista próprio se ele não desviou de rota então isso pra minimizar o consumo de combustível [...] então coisas mais nesse sentido de tá automatizando ao máximo esse processo da entrega da mercadoria (B1).

Com a aplicação de novas tecnologias que tem surgido atacado distribuidores podem investir em processos mais otimizados, o que faz com que o transporte das cargas do momento em que o caminhão é carregado e deixa a doca em um Centro de Distribuição (CD) até o momento em que este chega ao cliente para descarga seja mais eficiente.

O uso de tecnologias como *voice picking* auxilia os funcionários no processo de separação das mercadorias, o que traz uma redução nos erros de separação e maior agilidade do processo. Outras tecnologias como conferência por peso das mercadorias e câmeras de alta definição foram mencionadas. As câmeras permitem que um problema seja analisado detalhadamente caso venha a ocorrer, o que traz maior transparência aos processos internos nos armazéns e Centros de Distribuição (CDs).

Então, aqui a gente tem um projeto também que chama logística 4.0 e esse projeto ele visa um dos principais pontos né além de otimizar os processos, prestar serviço como se fosse uma operadora logística (B2).

E todos esses sistemas, a logística 4.0, atualizações de WMS, o monitoramento dos motoristas visa ganhar agilidade, aumentar a produtividade e reduzir o custo da operação. Então são mais ou menos estes os ganhos que a gente vê com essa digitalização, com essa logística 4.0 (B1).

Entretanto os investimentos em tecnologias pelo setor ainda são incipientes se comparados as iniciativas de digitalização que são vistas no setor industrial, como foi apontado pelas empresas.

O problema da tecnologia ainda pro nosso setor é o custo da tecnologia pro atacado. A maior dificuldade pro atacado ainda hoje que eu vejo é o custo da tecnologia. A tecnologia ainda é muito cara. Softwares são muito caros (A1).

[...] eu acho que a gente tá captando todas essas formas de digitalização viáveis né. Porque tem muita forma de digitalização que ainda tem um custo muito elevado, então não compensa pra gente tá fazendo isso agora, mas assim, a medida que o tempo vai passando as tecnologias vão ficando mais baratas e mais acessíveis né (B1).

A integração tecnológica e logística se mostra como fator preponderante para formação de Cadeias de Suprimentos Circulares tendo como base a relação existente entre os conceitos de Economia Circular e Indústria 4.0 e como o segundo viabiliza a consolidação do primeiro. A troca de informações entre os *stakeholders* que constituem uma cadeia de suprimentos ampliar as possibilidades de coordenação e comunicação desses membros (BESKE; SEURING, 2014).

Ah você vai vender pelo site? Provavelmente sim, mas vão ser processos mais interligados, que é o que a indústria faz hoje com o atacado. Eu tenho indústrias que eu envio pra elas toda a minha movimentação que eu fiz na marca dela diariamente. Pra ela entender pra quem vendo, por quanto eu vendo, o que que é o consumo daquele cliente. E a gente vê essa integração. Provavelmente o atacado consiga fazer isso em algumas escalas um pouco diferentes quando o seu cliente também está mais automático (A1).

Sim a gente até compartilha muito dado com o nosso cliente né. Então a gente tem uma maquininha lá que o cliente passou no *check-out* ali a gente já consegue ver o que tá consumindo pra ver qual horário que tem mais consumo de mercadoria. Qual dia da semana que vende mais cerveja. Então essa tecnologia a gente já tem aqui também pra tá auxiliando o varejo que é o nosso cliente (B1).

Destacam-se também as possibilidades de atacado distribuidores em auxiliar a indústria na logística reversa de uma parcela de seus produtos, mais especificamente aqueles

que precisam retornar por defeito de fabricação. O compartilhamento de resíduos entre esses agentes é feito apenas como auxílio nos processos de logística reversa, visto que o atacado-distribuidor por assumir um papel de intermediário não consegue influenciar a forma como os resíduos são descartados ao final da cadeia pelo consumidor final, apenas pelo varejista com o qual mantém relação direta.

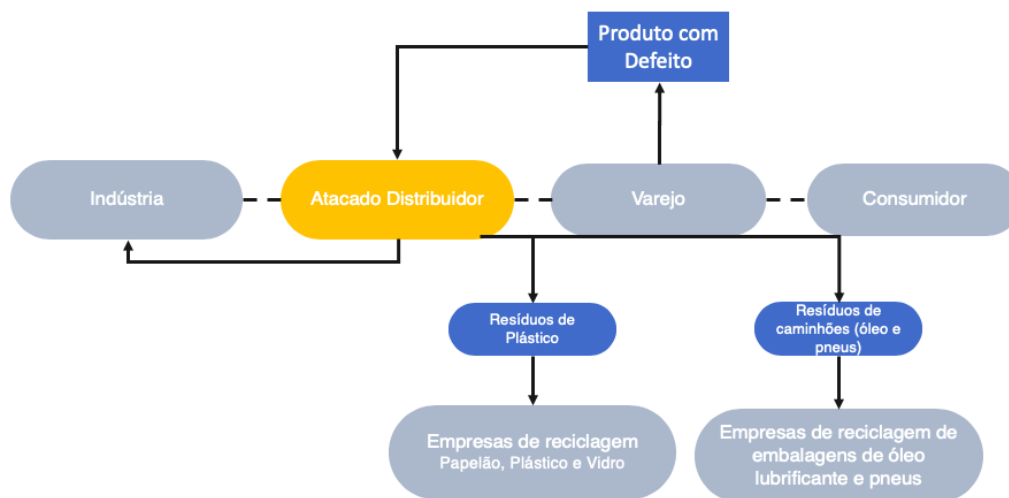
Existe a ocorrência SAC que é um documento formal da empresa. Com a aprovação da indústria a gente vai lá, recolhe essa mercadoria, traz pro CD de origem e do CD de origem a gente devolve ele pra indústria, pra fazer o devido descarte da mercadoria (B2).

[...] é a gente quem faz essas coletas quando dá problema...na maioria das vezes o caminhão que vai fazer entrega ele já passa e faz a coleta e traz de volta e leva pra esse depósito 99 e do depósito 99 leva pra indústria (B1).

Eu acho que quem teria seria a indústria. Eu vejo o atacado como um prestador de serviço. A indústria ela tem que...vamos supor...você produz um produto, você teria que vender ele na embalagem que o consumidor final consome. Isso logisticamente é impossível (A1).

A Figura 11 apresenta de forma resumida o fluxo de materiais ao longo da cadeia de suprimentos como destacado pelos entrevistados. Nesse caso os produtos com defeito podem ser coletados pelo atacado distribuidor e transportados de volta para a indústria pelo atacadista ou pelo próprio fornecedor que tem um tempo para fazer essa coleta. Os resíduos de papelão são em sua maioria reutilizados em outras atividades das empresas. Já os resíduos de plástico são coletados por uma empresa especializada nesse tipo de resíduo que mantém centro de disposição desses resíduos para posterior coleta nos Centros de Distribuição (CDs) das empresas. Os resíduos de caminhões por sua vez, são reciclados por empresas especializadas em processamento de embalagens de óleo lubrificante. Os pneus quando atingem o fim de sua vida útil ou caso não seja possível realizar a recapagem, são descartados corretamente a partir das empresas que fornecem os serviços de manutenção desse tipo de produto.

Figura 11 - Fluxo de resíduos destacado pelos entrevistados



Nota: Elaborado pelo autor.

Com a adoção de novas tecnologias, a integração dos *stakeholders* poderia se tornar mais complexa e integrada, pois o compartilhamento de informações seria facilitado. As novas tecnologias que têm sido desenvolvidas permitem as empresas acumular um volume muito grande de dados. Esse fator possibilitaria a formação de Cadeias de Suprimentos Circulares dado que o compartilhamento de resíduos e de materiais viáveis ao sistema produtivo a partir do retorno desses produtos ao longo da cadeia seria facilitado pela maior integração entre os membros. Sistemas como o *Electronic Data Interchange* (EDI) contribuem para o compartilhamento de informações entre sistemas diferentes a partir da padronização da informação que será compartilhada (LUMMUS; DUCLOS, 1995). Isso é possível caso os membros da cadeia sigam as especificações necessárias para conversam desses dados em linguagem única.

O que eu vejo no futuro é um sistema unificado do atacado com o cliente, do atacado com o fornecedor. Um EDI completo com toda a cadeia né. Então o consumidor vem, compra a mercadoria do varejo, automaticamente o varejo manda uma informação pro atacado que aquela mercadoria foi vendida, automaticamente o atacado já manda uma informação via EDI pra indústria falando que o varejo já vendeu e aquilo ali vai com reposições automáticas depois né, tanto da indústria pro atacado quanto do atacado pro varejo (B1).

4.4.2 Aplicação da Soft System Methodology (SSM)

A partir do mapeamento das relações estabelecidas entre os *stakeholders* nas cadeias de suprimentos, pode-se compreender de forma mais dinâmica como as práticas adotadas por esses agentes levam a formação de um sistema de distribuição mais sustentável. Tendo como

base para construção dessa etapa o problema de pesquisa levantado inicialmente, “Como é possível estruturar a Economia Circular dentro de um contexto de digitalização no setor atacadista?”, podemos a partir da aplicação da Soft System Methodology (SSM) identificar as ações necessárias para que as práticas de digitalização e compartilhamento de resíduos entre os *stakeholders* levem a formação de um sistema de Distribuição Circular 4.0.

Nessa etapa foram considerados os estágios da SSM propostos por Checkland (1985) a partir da análise de material bibliográfico, relatórios setoriais (ABAD, 2017; ABAD, 2018a; ABAD, 2019) e entrevistas com representantes das empresas participantes.

Passo 1: Entendimento de uma situação problema.

A exploração de recursos naturais para fornecimento de matéria-prima aos processos produtivos tem se tornado cada vez mais ponto de preocupação em relação a capacidade do meio ambiente em continuar fornecendo esses insumos produtivos, como também as externalidades que decorrem desses processos de transformação como o impacto ambiental decorrente dos resíduos que são gerados. Por sua vez, a relação que consumidores tem estabelecido com as empresas tem passado por mudanças se considerarmos a preocupação quanto a capacidade de reciclagem desses materiais para redução dos impactos ambientais. Esse movimento está diretamente relacionado a tentativa encontrar alternativas que empresas e sociedade têm buscado para assegurar um desenvolvimento mais sustentável.

Empresas do Setor Atacado Distribuidor tem um papel significativo nas atividades de distribuição, porém observa-se uma predominância dos papéis desempenhados pelas empresas que estão na ponta da cadeia, ou seja, indústrias e varejistas. Por não ser a empresa focal nesse processo de fabricação-distribuição-consumo, esses agentes acabam por desempenhar papel de menor destaque, voltado as atividades operacionais para que o produto alcance o consumidor final. As relações entre os *stakeholders* que desempenham essas atividades são ainda dificultadas pela ampla variedade de associações e de interesses conflitantes, visto que essa rede é formada por associações de caminhoneiros, de transportadoras, distribuidores, atacadistas, funcionários das empresas de comércio, varejo, entre outras. Essa ampla rede de *stakeholders* formada contribui para que o papel de atacado distribuidores seja reduzido.

Destaca-se, que o Setor Atacado Distribuidor tem papel central ao assegurar capilaridade ao processo de distribuição de produtos da indústria aos varejistas e consumidores finais. Entender o papel que as empresas desse setor desempenham configura-se como de grande relevância, pois por ser um setor formado por várias empresas

responsáveis pela ação de transporte, entende-se o impacto que pode decorrer caso não haja estímulo nem condições suficientemente favoráveis para sua atividade.

Um exemplo que pode ser dado para explicar essas condições favoráveis é a greve dos caminhoneiros ocorrida em 2018, na qual as reivindicações dos caminhoneiros por uma redução preço do litro do diesel, culminaram em um evento que gerou grandes impactos econômicos ao país com falta de produtos para consumo e uma disparada de preços das mercadorias, principalmente alimentos (ESTADÃO, 2018). Com a incapacidade de circular pelo território e assegurar a chegada de mercadorias aos seus consumidores, o setor que tem na distribuição sua fonte de lucros registrou diminuição das atividades pelo bloqueio de estradas e principais vias do país. Com a greve que se iniciou em 21 de maio de 2018, estimou-se uma perda no valor de R\$ 3,1 bilhões já em 28 de maio, sendo que R\$ 1,42 bilhão correspondiam a venda de lubrificantes e combustíveis e R\$ 1,73 bilhão a falta de produtos hortifrutigranjeiros (ABAD, 2018).

Por ser o modal rodoviário o mais utilizado no setor de transporte de cargas, o deslocamento pelo território brasileiro se faz a partir de longos trajetos de rodovias. Muitas vezes, essas rodovias não possuem a infraestrutura necessária. Esse fator contribui para dificuldade operacional das empresas do setor, pois a infraestrutura das estradas do país gera prejuízos por danos causados aos caminhões e caminhoneiros, principalmente em relação a segurança.

O papel que o governo exerce está relacionado a capacidade de regulamentação e aperfeiçoamento da legislação que trata de resíduos sólidos. A PNRS traz uma nova perspectiva em relação a responsabilização dos membros de cadeias de suprimentos ao instituir a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto entre fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes (BRASIL, 2010).

Ao se pensar um sistema de Economia Circular, devem ser considerados os fatores que contribuem para o seu alcance como o conceito dos 5R (PAN et al., 2015), segundo o qual as atividades de redução, reuso, reciclagem, recuperação e regeneração ampliam as capacidades das organizações em se relacionar e responsabilizar com os resíduos inerentes aos seus processos.

Para o **reuso** de materiais é apresentado pelos entrevistados uma estrutura consolidada da forma como materiais como papel/papelão, plástico e resíduos de veículos gerados no processo de distribuição são reabsorvidos. O papelão no caso é reutilizado pelas próprias empresas para acomodar as cargas fracionadas no interior do caminhão e para forrar pallets e equipamentos de empilhamento. O plástico por sua vez é recolhido por empresas que

encontram nesse tipo de material fonte de lucro, ao recolhe-lo e dar o correto descarte ou redirecionamento para a cadeia produtiva pela atividade de **reciclagem**. Os pallets utilizados para a separação e transporte da carga são reutilizados a medida do possível e retornam aos fornecedores quando alcançam o fim de vida útil. A **reciclagem** é observada nos processos de coleta de resíduos de óleo lubrificante e pneus que alcançaram o final de sua vida útil e **não podem ser reaproveitados** pela recapagem.

A circularidade de materiais ao longo da cadeia pode ser assegurada a partir do maior compartilhamento entre os *stakeholders* de informações e responsabilidades. Essa coordenação faz com que os materiais tenham sua qualidade assegurar, minimizando assim as incertezas (KALVERKAMP, 2018) e ampliando as possibilidades de uso desses materiais novamente no processo produtivo.

Tem-se como fator limitante para formação desse processo de compartilhamento de responsabilidades a respeito dos resíduos gerados na cadeia, pelo entendimento que responsáveis por atacado distribuidores tem de não serem eles os responsáveis pelos resíduos gerados. Essa responsabilização é dificultada, pois não há integração entre os membros da cadeia para a consolidação de processos de *design* de produtos que tenham seu processo de fabricação-distribuição-retorno projetados de forma a viabilizar a circularidade dos materiais que foram utilizados na sua fabricação de forma integrada pelos membros da cadeia. Com isso, limita-se o uso da capacidade que empresas desse segmento teriam para o maior controle de resíduos gerados e no fluxo de materiais ao longo da cadeia de suprimentos.

O processo de distribuição ainda conta com fatores que elevam os custos logísticos para as empresas, como: transporte, distribuição urbana, seguros, rastreamento e segurança de veículos e carga (ABAD, 2019). O processo que tem levado a consolidação de um processo logístico 4.0 contribui para ganhos de competitividade das empresas do setor, uma vez que amplia as possibilidades de redução de custos e aumento de receita. Porém, observa-se dificuldade das empresas do setor em adotar essas tecnologias por estas serem consideradas caras ao considerar-se a margem de lucro dos processos de distribuição.

Entende-se, portanto, que a formação de uma Cadeia de Suprimentos Circular ao depender da integração entre os seus membros para assegurar o correto fluxo de materiais, pode encontrar nos processos de digitalização pelas tecnologias viabilizadas pela Indústria 4.0 uma possibilidade para sua consolidação. Considerando o processo produção-distribuição-consumo, destaca-se o papel que atacado distribuidores devem assumir como intermediários dessa relação entre indústria e consumidor final considerados aqui como importantes *players*

para viabilização da formação de Cadeias de Suprimentos Circulares e assim, consolidação de um sistema de Distribuição Circular no contexto da Indústria 4.0.

Passo 2: Explicação da situação problema encontrada.

A nível produtivo, um dos caminhos a serem percorridos está relacionado a capacidade das indústrias em estruturar seus processos produtivos na busca por uma maior eficiência da utilização de insumos produtivos como matérias-primas e energia elétrica a partir do *design* de produtos mais ecológicos e processos mais limpos.

Para que um determinado bem chegue ao consumidor é preciso que uma cadeia de suprimentos seja formada a partir da relação de uma série de agentes que estabelecem relações de compra e venda e compartilhamento de informações para o fluxo de materiais ao longo dessa cadeia. Essa cadeia por sua vez, inserida em um contexto que viabilize a construção de uma Economia Circular (EC), deve assegurar que o fluxo de materiais entre seus membros ocorra de forma eficiente, ou seja, os materiais que compuseram um produto que atingiu o fim do seu ciclo de vida precisam retornar ao processo produtivo, assegurados os níveis de qualidade suficientes ao seu reaproveitamento.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, no contexto da Indústria 4.0, tem-se ampliado as possibilidades para manufaturas mais sustentáveis ao viabilizar a criação de novos modelos de negócios e redes de criação de valor (STOCK; SELIGER, 2016). A integração dos membros de cadeias de suprimentos pode ser viabilizada, portanto, pelo maior compartilhamento de dados e informações, melhor comunicação e coordenação (BESKE; SEURING, 2014) obtidos no processo produção-distribuição-consumo.

Empresas do Setor Atacado Distribuidor por terem o posicionamento de intermediários das relações, podem a partir da adoção de tecnologias como *IoT* e *Big Data* alimentar os sistemas e fornecer os dados aos demais membros da cadeia de suprimentos. Da mesma forma, varejistas que são os consumidores diretos de atacado distribuidores podem fornecer dados ao atacado e a indústria o que viabiliza melhor análise das informações obtidas para previsão de demanda, assegurando assim maior eficiência produtiva e melhor consumo de insumos necessários à produção.

Para conseguir alcançar esses resultados relacionados a aplicação de tecnologia em seus processos, os atacadistas podem implementar soluções, a saber, transportadores automáticos, armazéns inteligentes, *miniloads* (sistema de armazenagem automático para caixas de plástico, papelão ou bandejas), robôs autônomos tipo empilhadeiras, entre outras que podem ser complementadas com tecnologias como *picking by light*, *voice picking* e *sorter*

(ABAD, 2019). Essas tecnologias contribuem para a gestão dos armazéns e centros de distribuição. Porém a adoção de tecnologias pelas empresas do setor é incipiente dado os custos elevados de adoção dessas tecnologias comparados a baixa margem de lucro que a atividade de distribuição assegura a essas empresas.

Relacionado a sustentabilidade, aqui circularidade de materiais em cadeias de suprimentos, destaca-se a eficiência do fluxo desses materiais e como os membros da cadeia podem compartilhar responsabilidade sobre os resíduos gerados. Com isso, tem-se que o atacado pode servir como ponto de intermediação entre o varejo e a indústria em casos de produtos que tenham que retornar ao fornecedor por problemas relacionados a qualidade ou defeitos encontrados. O fluxo de produtos entre consumidor final e atacado é ponto de difícil estruturação, pois uma vez que os resíduos de consumidores são descartados, a relação distribuidor-consumidor final é quase inexistente.

Destaca-se a PNRS no contexto brasileiro. Este ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores e/ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. O compartilhamento dessa responsabilidade pode proporcionar ganhos aos membros da cadeia de suprimentos, pois o fluxo de materiais pode ser rastreado de forma a reduzir os impactos de produção, distribuição e consumo, o que traz ganhos tanto econômicos, quanto sociais e principalmente ambientais. Entende-se nesse ponto o papel que empresas terceirizadas e cooperativas tem na coleta, triagem e destinação final desses resíduos. Materiais como plástico e papelão podem ser fonte de renda para catadores, assim como insumos produtivos para empresas especializadas na coleta desses materiais.

Por ser fortemente dependente do transporte rodoviário, o Brasil conta com uma grande frota de veículos que asseguram o transporte de mercadorias ao longo de seu território. As empresas responsáveis pela distribuição geram resíduos pela rodagem de seus caminhões. Resíduos como óleos lubrificantes e pneus devem ter seu correto descarte para minimizar os possíveis impactos ambientais. Assim, diversas empresas se especializaram nesse segmento para correta coleta e reaproveitamento e/ou descarte desses resíduos que passam a ser fonte de renda.

Conclui-se, portanto, que atacado distribuidores em um contexto de digitalização precisam adotar as tecnologias disponibilizadas no mercado para assegurar competitividade aos negócios. Dessa maneira, com a adoção dessas tecnologias tem-se a oportunidade de desenvolvimento de relações de responsabilização desses *stakeholders* e desenvolvimento de um plano para que os resíduos possam retornar a cadeia produtiva, tornando a economia mais

circular. Isso nos leva a pensar a forma na qual uma Cadeia de Suprimentos Circular deve ser estruturada na qual o atacado contribua para o fluxo desses materiais.

Passo 3: Elaboração e discussão das definições essenciais (*root definitions*).

Para estruturação do Modelo Conceitual primeiramente devem ser elaboradas as definições essenciais, CATWOE (TSOUVALIS; CHECKLAND, 1996; CHECKLAND; TSOUVALIS, 1997; CHECKLAN, 2012) sendo estas:

C – Clientes (*customers*)

Nesse caso os *stakeholders* que podem ser afetados pela ação de atacado distribuidores são os varejistas que mantêm relação direta com esses agentes, as indústrias que precisam da função de distribuição para chegada de seus produtos ao consumidor final, o consumidor final que precisa do sistema de distribuição feito pelo atacado para obter os produtos que deseja, associações como a Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores de Produtos Industrializados (ABAD) e Associação dos Atacadistas Distribuidores do Estado de Minas Gerais (ADEMIG), empresas de coleta de resíduos de plástico e papelão, cooperativas, empresas de reciclagem de resíduos de caminhões (óleo lubrificante e pneus) e prestadores de serviços de manutenção de frota.

A – Atores (*actors*)

Os principais atores nesse sistema são os gestores de atacado distribuidores, indústria e varejo uma vez que estes conseguem traçar planos para a gestão sustentável das empresas que formam a cadeia de suprimentos.

T – Transformação (*transformation*)

A transformação nesse sistema vem da interação entre os membros da cadeia de suprimentos e a forma como estes compartilham seus resíduos. A responsabilidade compartilhada pelos resíduos gerados para fluxo de materiais ao longo da cadeia como a aplicação dos 5R, como também os ganhos de eficiência dos processos internos a partir da adoção de tecnologias viabilizadas pela Indústria 4.0 e o compartilhamento de informações entre esses *stakeholders* a partir das tecnologias da informação.

W – *Weltanschauung* (visão de mundo)

A visão de mundo percebida a partir das entrevistas com os representantes é a de que atacado distribuidores ainda tem dificuldades em adquirir tecnologias da Indústria 4.0 na

mesma proporção que tem sido feito pela indústria, o que pode dificultar o processo de digitalização da cadeia. Em relação ao compartilhamento de resíduos e a responsabilização de atacado distribuidores observa-se a dificuldade que atacadistas encontrariam em compartilhar os resíduos com os consumidores finais que estão na ponta da cadeia. Entretanto, ficam evidentes alguns pontos de compartilhamento como a destinação de plástico para reciclagem, papelão para reuso e manejos dos resíduos de transporte, fortalecendo assim o conceito dos 5R, assim como iniciativas para maior controle dos resíduos de produtos junto a indústria no retorno dos produtos que seriam descartados pelos varejistas aos Centros de Distribuição (CD) para coleta pelo fornecedor (indústria) e destinação correta desses resíduos.

O – Donos (*owners*)

Os donos nesse caso seriam os proprietários de atacado distribuidores.

E – Ambiente (*environment*)

As empresas do setor precisam que o cenário econômico se mostra favorável ao consumo, para que os bens e serviços continuem sendo consumidos e assim mantendo a economia aquecida uma vez que as atividades de distribuição dependem diretamente da economia do país. Alguns problemas como dificuldade de sinal de celular em algumas regiões e condições das estradas ainda se mostram como fatores limitantes do ambiente a atuação de atacado distribuidores. Ainda, as tecnologias têm custo elevado, o que faz com que as empresas do setor não consigam investir significativamente dado as pequenas margens de lucro obtidas nas operações logísticas. É preciso que políticas de controle de resíduos ainda sejam criadas e fortalecidas entre os membros da cadeia para que o fluxo de resíduos seja feito de forma efetiva e eficiente.

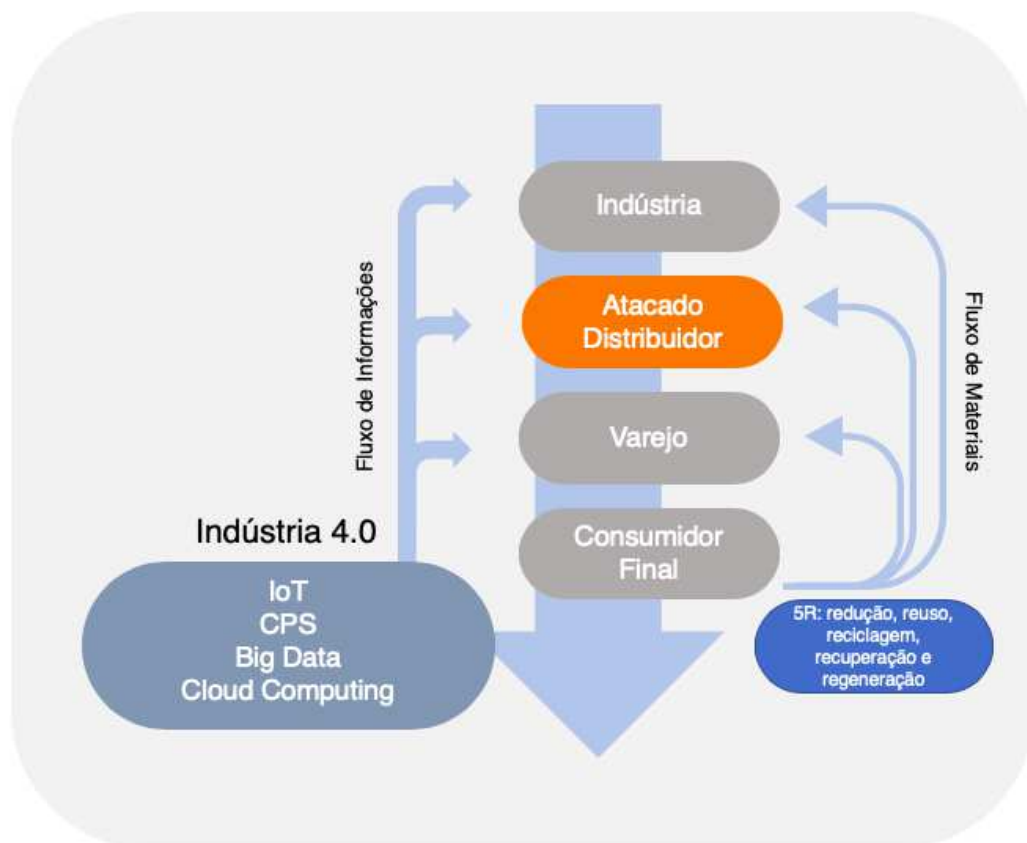
A partir do CATWOE, tem-se, portanto, que as definições raiz estariam relacionadas a capacidade de formação de um sistema de distribuição no qual as tecnologias disponibilizadas pela Indústria 4.0 contribuiriam para a formação de Cadeias de Suprimentos Circulares, as quais podem assegurar o desenvolvimento sustentável a partir da aplicação do conceito dos 5R.

Passo 4: Elaboração de modelos conceituais.

Essa etapa possibilita a elaboração de modelos conceituais desconsiderando-se as limitações do plano real, ou seja, passa-se para o plano sistêmico no qual o sistema pode ser definido e interpretado sem limitação (CHECKLAND, 2012).

A Figura 11 apresenta como a relação entre o fluxo de informações e de materiais se consolidaria em uma Cadeia de Suprimentos Circular no contexto da Indústria 4.0 em um modelo ideal. O fornecimento de produtos ao consumidor final retorna no fluxo inverso para os membros da cadeia. A indústria, atacado distribuidores e varejo recebem os resíduos dos consumidores finais e fazem o processo de redução, reuso, reciclagem, recuperação e regeneração (5R). Esse fluxo de materiais é possibilitado a partir das informações disponibilizadas a partir das tecnologias disponibilizadas pela Indústria 4.0 como *Big Data* e *Cloud Computing*. Em outras palavras, em um modelo ideal as tecnologias são as facilitadoras do processo de circularidade da cadeia de suprimentos, envolvendo o distribuidor como um dos membros ativos desse processo.

Figura 12 - Cadeia de Suprimentos Circular em um Contexto de Digitalização



Nota: Elaborado pelo autor a partir de Batista et al. (2018).

Passo 5: Comparação entre as etapas 4 e 2.

A comparação entre as etapas 4 e 2 nos permite avaliar a diferença das propostas ao entender as dificuldades enfrentadas no mundo real em contraponto às ideias que podem

emergir de um modelo que se considera ideal (CHECKLAND; TSOUVALIS, 1987; CHECKLAND, 2012). Para realização dessa etapa, foram consideradas as categorias de análise definidas para a análise de conteúdo, apresentadas no Quadro 3.

Com isso, percebe-se a dificuldade de atacado distribuidores em adotar as tecnologias que podem ser adequadas a gestão logística de suas operações. Sistemas como o *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Warehouse Management System* (WMS) e *Warehouse Control System* (WCS) já são adotados pelas empresas do setor, porém o que se observa a partir das entrevistas é que um sistema de inteligência que consiga integrar esses sistemas para melhor gestão do volume de dados gerados ainda está em estágio incipiente. Para que esses sistemas operem de forma robotizada desde o recebimento, análise, separação até a carga de pedidos é preciso que se tenha um sistema de *IoT* que consiga trabalhar esse volume de dados de forma eficiente (ABAD, 2019).

Alguns sistemas como *picking by voice*, controle de pedidos por *Radio-Frequency Identification* (RFID), roteirização e acompanhamento de rota *online*, emissão de nota para pedido por aplicativo e controle de vendas em tempo real por aplicativo são algumas das tecnologias que têm sido adotadas por alguns atacado distribuidores. Entretanto, observa-se a diferença da realidade vivenciada entre as empresas que participaram da pesquisa. As margens de lucro reduzidas das operações logísticas ainda são um entrave às possibilidades de inovação tecnológica por essas empresas.

Relacionado a gestão sustentável de operações observa-se um distanciamento do modelo com a realidade vivenciada pelas empresas. Algumas ações como reuso do papelão, reciclagem do plástico e retorno dos produtos que apresentem defeito para o fornecedor, nesse caso indústria, já são praticadas pelas empresas, porém ainda em estágio inicial pensando-se uma integração tecnológica e logística que possibilite o fluxo de materiais de maneira eficiente ao longo da cadeia de suprimentos. A PNRS aborda a responsabilidade compartilhada entre os membros da cadeia de suprimento, ou seja, tem-se nessa legislação uma possibilidade de traçar políticas setoriais que viabilizem de fato essa integração.

Para viabilizar a formação de uma Cadeia de Suprimentos Circular é preciso que os membros de uma cadeia de suprimentos compartilhem a responsabilidade sobre os resíduos gerados, como também criar processos que contribuam para o retorno e fluxo desses materiais.

A coordenação entre os agentes é feita porém não se tem uma integração suficiente para formar um sistema *Electronic Data Interchange* (EDI) completo, como destacado por um dos entrevistados. Isso faz com que o fluxo e compartilhamento de informações seja feito para

controle de demanda e acompanhamento dos índices de consumo pelo atacado e varejo para transmissão para indústria ainda muito sensível.

Passo 6: Possíveis mudanças que serão apresentadas.

O passo 6 apresenta as mudanças que são desejadas para a funcionalidade do sistema, porém que sejam culturalmente alcançáveis (TSOUVALIS; CHECKLAND, 1996). Esse passo nos permite analisar o comportamento do sistema no mundo real, considerando a finalidade que se deseja alcançar para sua funcionalidade.

Dado a importância do Setor Atacado Distribuidor para a distribuição de produtos em território nacional algumas mudanças podem ser propostas para que os processos estabelecidos em cadeias de suprimentos sejam mais integrados facilitando assim a coordenação entre os seus membros.

Em um contexto de digitalização é preciso que os *stakeholders* que constituem uma cadeia de suprimentos consigam obter os recursos tecnológicos necessários para a digitalização de seus processos e assim, possam desenvolver modelos de negócios mais eficientes para a criação de valor. Por modelos de negócios no contexto da Indústria 4.0 entende-se a forma com que os dados passam a ser trabalhados, obtendo-se negócios mais sustentáveis para criar impactos positivos ou reduzirem os impactos negativos (STOCK; SELIGER, 2016) das atividades do setor. Esses sistemas de dados inteligentes, por sua vez, podem estimular a interligação de redes de criação de valor permitindo a coordenação eficiente dos fluxos de produto (STOCK; SELIGER, 2016). Com isso, se faz necessário que políticas de estímulo a obtenção de tecnologias da Indústria 4.0 sejam traçadas para o setor. Os entrevistados apontaram para a dificuldade em adoção de novas tecnologias pelas empresas, pois estas em alguns casos são consideradas caras, tornando assim sua adoção inviável ao se considerar a margem de lucro obtida pelas operações.

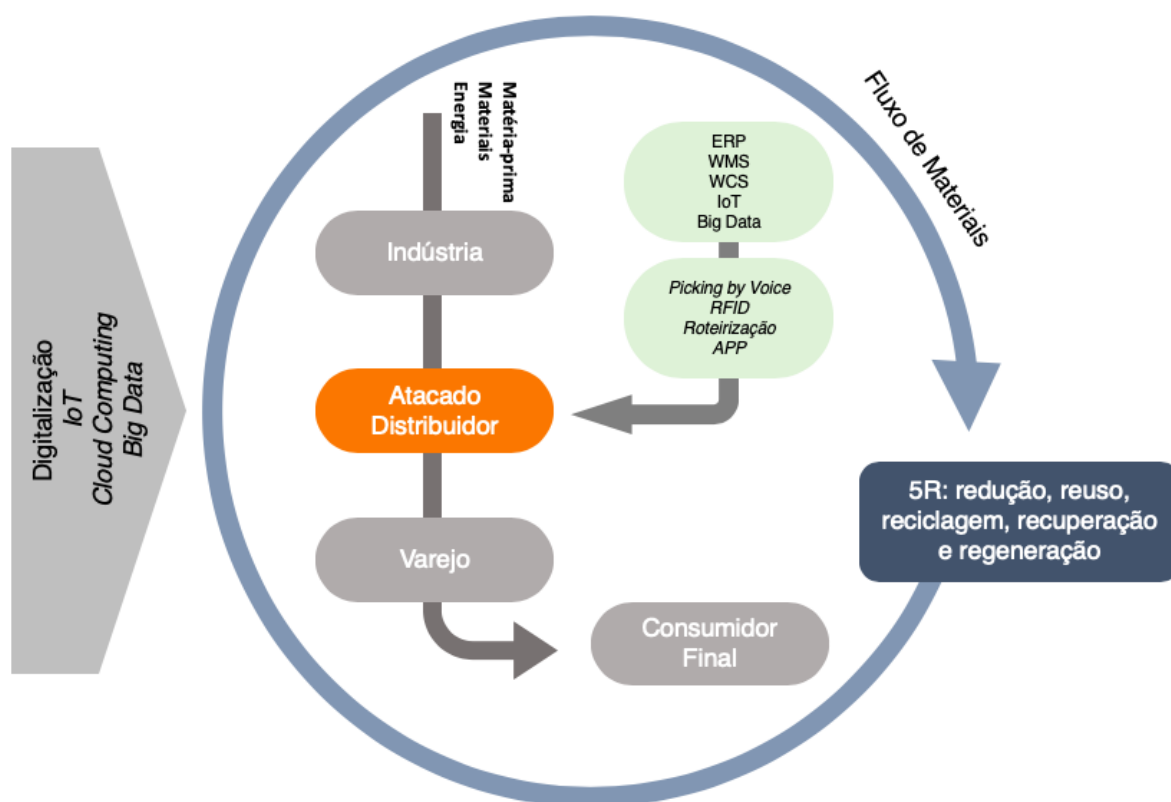
A maior integração entre os membros da cadeia de suprimentos pode ser alcançada considerando-se fatores como valores estratégicos, relacionados a orientação ao desenvolvimento sustentável pelo Triple Bottom Line (TBL) e a Gestão da Cadeia de Suprimentos, a partir da continuidade dessas relações, colaboração e gestão de riscos (BESKE; SEURING, 2014). A relação entre os conceitos de Economia Circular (EC) e Indústria 4.0 pode ser fortalecida pela aplicabilidade dessas novas tecnologias como processo viabilizador do compartilhamento de responsabilidades pelos resíduos gerados ao longo da cadeia.

O compartilhamento de informações pelos membros para controle de demanda e reabastecimento dos produtos é feito de maneira estratégica entre indústria, atacado e varejo, para que seja obtida eficiência no processo compra-armazenagem-distribuição pelos atacado distribuidores. Entretanto esse volume de dados obtidos não é integralmente obtido, o que dificultaria uma integração necessária a formação de Cadeias de Suprimentos Circulares.

No âmbito dos 5R, os entrevistados manifestaram o posicionamento do atacado distribuidor de apenas intermediário da relação indústria-varejo-consumidor, ou seja, estruturar operações que viabilizem o fluxo desses materiais de maneira circular seria muito difícil dado o grau de integração tecnológica e logística desses membros.

A Figura 13 apresenta como essas possíveis mudanças podem trazer uma nova visualização da cadeia de suprimentos a partir do posicionamento de atacado distribuidores e a relação com os demais *stakeholders*. Essa relação tem influência da digitalização a partir das tecnologias disponibilizadas e do conceito 5R assegurando o fluxo de materiais ao longo da cadeia.

Figura 13 - Relação Entre Membros da Cadeia de Suprimentos



Nota: Elaborado pelo autor.

Passo 7: Ações para melhorar a situação problema.

O passo 7 da SSM está relacionado ao mundo real no qual as pessoas estão envolvidas na situação problema. Esse passo, no entanto, tem como finalidade apresentar as ações que são necessárias para que a situação problema identificada seja melhorada (TSOUVALIS; CHECKLAND, 1996). Sendo assim, as possíveis ações estabelecidas neste estudo são apresentadas a seguir.

As ações que podem melhorar a situação problema encontrada estão direcionadas ao fortalecimento da **integração entre os membros da cadeia de suprimentos**. Sendo assim um ambiente de compartilhamento de dados a partir de um sistema integrado para controle de resíduos e acompanhamento desse material ao longo da cadeia tornaria possível essa integração.

São necessárias também ações para fortalecimento de atacado distribuidores que ainda não possuem recursos para adquirir tecnologias e assim digitalizar seus processos logísticos. Se pensarmos a estrutura da cadeia de suprimentos de ponta a ponta e o contexto vivenciado a partir do conceito da Indústria 4.0, essa integração torna-se possível pela digitalização.

É preciso que sejam desenvolvidas formas de absorção dessas tecnologias por atacado distribuidores. Isso se justifica ao se perceber políticas de incentivo por parte do governo para adoção das tecnologias da Indústria 4.0 apenas pelas indústrias. O estímulo a digitalização por países emergentes pode contribuir não apenas para aumento da produtividade industrial, mas também para o compartilhamento de riscos entre os *stakeholders* nesse processo (CEZARINO et al., 2019). Para que uma **integração tecnológica** seja efetivamente alcançada é preciso que sejam traçados planos de incentivo para os membros da cadeia como um todo, o que tornará o **processo cada vez mais integrado e tecnológico**.

Um fator que está relacionado a aquisição dessas nova tecnologias seria a **qualificação** (CHAIM et al., 2018) da mão de obra que irá operar esse novo aparato tecnológico. O Brasil tem enfrentando desafios em relação a sua capacidade de estruturação e mobilização para adesão ao movimento da Indústria 4.0. Isso mostra como os trabalhadores não apenas da indústria como também de todas as empresas que formam cadeias de suprimentos devem receber **capacitação** para atender as demandas estratégicas e operacionais que a adoção dessas tecnologias incorre.

A Intralogística está relacionada à conectividade entre os sistemas que utilizam linguagens diferentes e tem emergido como temática de discussão entre os atacado distribuidores a partir de sua relação com a indústria (ABAD, 2018a). Para que essas

melhorias sejam alcançadas é necessário que haja **investimento financeiro** por parte de atacado distribuidores para obtenção e implantação dessas novas ferramentas tecnológicas.

Com a maior **integração** entre os membros da cadeia, o fluxo de informações e materiais é otimizado. Destaca-se aqui o papel que varejistas desempenham ao garantir que a informação seja transmitida aos atacado distribuidores, assegurando eficiência ao processo de distribuição. Dessa forma, **acompanhar os níveis de demanda** de determinados produtos para enviar os relatórios para indústria e varejo já é uma das alternativas que tornam essa integração possível. Entretanto, se faz necessário que o **conceito dos 5R seja fortalecido e compartilhado** entre os membros de cadeias de suprimentos para que não apenas alguns materiais sejam reciclados pelo atacado distribuidor, mas também a estruturação de programas e processos que contribuam para o acompanhamento do ciclo de vida do produto.

Outra ação que melhoraria a situação problema priorizada no estudo seria a **o design e desenvolvimento de produtos de forma integrada** entre os membros da cadeia para que o ciclo de vida do produto pudesse seguir a lógica do berço ao berço (STOCK; SELIGER, 2016; MASI; DAY; GODSELL, 2017) para esses produtos.

Tem-se no **fortalecimento de associações de classe** importante ponto para disseminação de iniciativas de maior integração entre os membros da cadeia de suprimentos. Por se tratar de um amplo número de *stakeholders* que formam a rede de associações do setor, destaca-se a capacidade dessas instituições em ter poder de negociação e efetiva participação no planejamento e **consolidação de políticas setoriais**.

Para que os valores de sustentabilidade sejam alcançados o **fator social** é de suma importância dado que pessoas são necessárias para operar e sistematizar esses processos. Essa importância ao fator humano nas organizações pode ser tanto para aqueles que fazem parte da organização quanto a sociedade em geral. O atendimento da população externa à organização contribui para redução dos impactos decorrentes das atividades empresariais. Observa-se essa preocupação em relação ao **papel social das organizações** a partir de fundações que são criadas e/ou mantidas pelas empresas do setor, ajudando grupos sociais a se capacitarem e assim, conseguirem condições de vida e trabalho melhores. Não apenas para capacitação, mas também para a disseminação do conceito de sustentabilidade entre os membros da sociedade em geral.

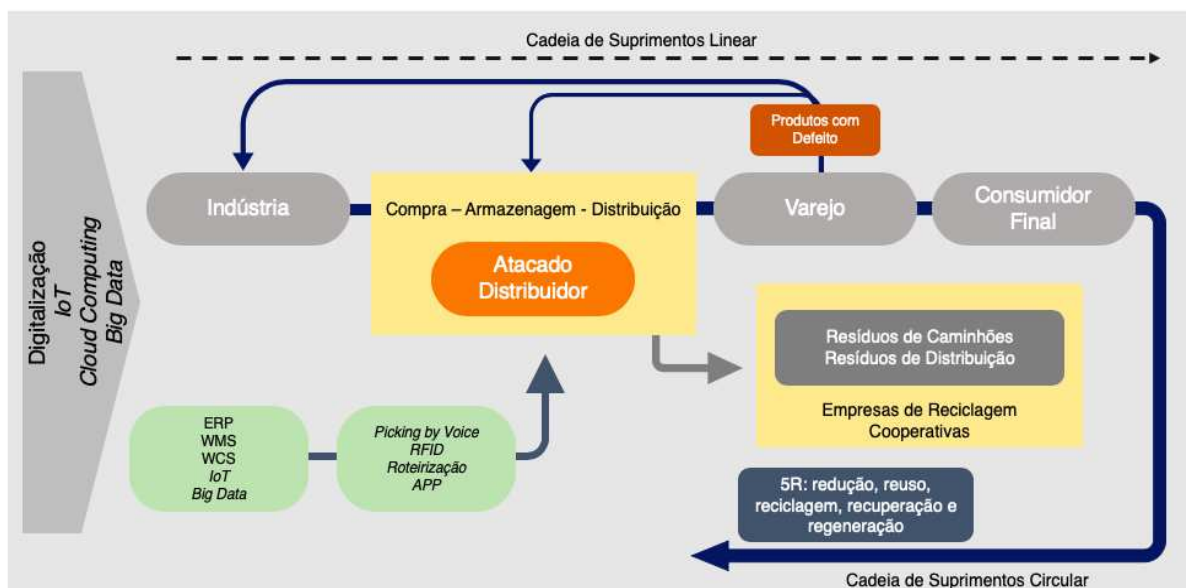
Ambientalmente, as operações das empresas do Setor Atacado Distribuidor poderiam ter um melhor acompanhamento e **fiscalização** ao serem aplicadas as **normas e ações definidas pela legislação** estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Com a efetivação dessas práticas, tem-se maior **efetividade** daquilo proposto pela política para

alcance dos conceitos de **eco eficiência** e **integração com compartilhamento de responsabilidades** pelos agentes. Essa maior efetividade da PNRS contribuiria para maior comprometimento das empresas, visto que a normativa adotada não tem real preocupação com as externalidades negativas decorrentes de suas atividades, mas apenas ligadas a preservação da saúde financeira da empresa uma vez que esta não seja multada. É preciso que as empresas busquem desenvolver seus valores para a sustentabilidade de forma estruturada e que contribuam efetivamente para o desenvolvimento sustentável.

Alinhado a proposta do trabalho, a contribuição dos participantes das entrevistas permitiu relacionar de forma mais dinâmica a forma como as relações entre os membros da cadeia se estabelecem para o controle e **compartilhamento de resíduos** em um **contexto de digitalização**. Sendo assim, a Figura 14 apresenta de forma sintética o fluxo de produtos e materiais ao longo da cadeia de suprimentos. A maior digitalização dos processos a partir do contexto da Indústria 4.0 permite a adoção de tecnologias como *IoT*, *Big Data* e *Cloud Computing* que auxiliam por sua vez os membros na obtenção, análise, utilização e compartilhamento de dados. Atacado distribuidores utilizam tecnologias como *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Warehouse Management System* (WMS) e *Warehouse Control System* (WCS) na gestão organizacional e tem seus processos facilitados por ferramentas como *picking by voice*, *RFID*, roteirização e controle de distribuição por aplicativos. Essas ferramentas maximizam a geração de resultados para essas empresas ao trazerem maior eficiência aos processos internos e externos.

No que tange a sustentabilidade e consolidação de sistemas mais limpos e ambientalmente responsáveis para alcance de um desenvolvimento sustentável, tem-se as ações propostas pelo conceito dos 5R sendo desempenhadas por todos os membros da cadeia, assegurando assim o fluxo de materiais no interior da cadeia. Destaca-se a forma como atacado distribuidores contribuem para essas ações na reutilização de papelão e pallets no processo de compra, armazenagem e distribuição de produtos. Outro fator que merece destaque é o papel que empresas especializadas desempenham na coleta e destinação correta dos resíduos decorrentes das atividades de transporte como resíduos de óleos lubrificantes e pneus, assim como coleta e utilizam dos resíduos plásticos que são gerados no processo. Atacado distribuidores desempenham também papel significativo no retorno de produtos que apresentaram defeito do varejista para o fornecedor (indústria) ao recolherem esse material no retorno do processo de distribuição e armazenarem para posterior coleta pelo fornecedor.

Figura 14 - Cadeia de Suprimentos Circular para Atacado Distribuidor



Nota: Elaborado pelo autor.

4.5 Considerações finais

Os processos de descarte e controle de resíduos pelas organizações tem passado por transformações ao longo dos anos. Observa-se uma maior preocupação tanto da sociedade, quanto do setor produtivo, associações e governo em relação ao impacto ambiental, econômico e social que pode ser causado a partir do descarte incorreto dos resíduos gerados no processo de produção e consumo desses bens produzidos. Dessa forma, empresas e governos tem buscado desenvolver processos produtivos mais limpos e com maior controle da gestão de resíduos para redução das externalidades negativas que possam decorrer dessas atividades.

O conceito de Economia Circular (EC) tem se firmado como um dos viabilizadores desse maior controle de resíduos, ao assumir a responsabilidade dos sistemas produtivos em criar produtos com *design* e materiais mais ecológicos (MASI; DAY; GODSELL, 2017) e que possam ter seu retorno ao processo produtivo garantido ao final do ciclo de vida do produto para o qual a matéria-prima foi utilizada. Sendo assim, a aplicação desse conceito faz com que os processos produtivos obtenham uma melhor alocação de recursos e reduzam assim o nível de insumos utilizados como energia e matéria-prima (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

A circularidade de materiais e resíduos ao longo da cadeia de suprimentos precisa estar alinhada as práticas definidas pelas organizações. Cadeias de Suprimentos Sustentáveis

por sua vez precisam de coordenação entre seus membros para que todos desenvolvam atividades sustentáveis de forma a fortalecer o conceito de desenvolvimento sustentável e assim seja possível alcançar uma Economia Circular (EC). Com a Indústria 4.0 espera-se que processos internos às organizações se tornem cada vez mais digitalizados ampliando assim as possibilidades de compartilhamento e utilização de dados pelos membros de cadeias de suprimentos. Isso torna possível maior eficiência na gestão de materiais, produtos, resíduos e energia (LIBONI; LIBONI; CEZARINO, 2018), assim como eficiência logística e de capacidade de transporte (CEZARINO et al., 2019).

O trabalho buscou analisar o contexto vivenciado por atacado distribuidores a partir do mapeamento das principais atividades que são realizadas por esses agentes a partir de material bibliográfico e entrevistas com representantes de organizações que desempenham atividades de distribuição. Com a aplicação da *Soft System Methodology (SSM)* o contexto vivenciado por esses agentes pode ser analisado de forma sistemática, o que permitiu uma interpretação da realidade complexa que é formada a partir das interações que ocorrem entre os *stakeholders* que compõem esse ambiente.

De maneira geral as práticas adotadas pelo setor ainda precisam ser fortalecidas se considerarmos o contexto de digitalização e as possibilidades de alcance de uma Economia Circular. Fatores como: limitação de recursos financeiros para adoção de tecnologias; dificuldade em acompanhar o fluxo do produto após este ser entregue ao varejo e chegar ao consumidor final; gestão de resíduos da frota; parcerias com cooperativas e associações para coleta e triagem de resíduos, são destacados como pontos-chave para a relação entre os *stakeholders*. O desenvolvimento desses fatores contribuiria para alcance de uma Economia Circular (EC) considerando-se o ambiente dessas cadeias de suprimentos, ou seja, esforços devem ser feitos entre esses membros para que o volume de bens produzidos tenha o seu processo fabricação-distribuição-consumo-descarte realizado com maior eficiência na utilização de recursos e limpa, ou seja, sustentável.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES

Processos produtivos geram externalidades negativas se pensarmos a relação existente entre a extração de recursos naturais para sua transformação e posterior descarte ao final do ciclo de vida do produto (NESS, 2008; HAAS et al., 2015). Pode-se observar a tentativa de setores da sociedade, governos e empresas pela busca de processos mais limpos e que viabilizem o desenvolvimento de maneira sustentável. Esse movimento na busca pela eficiência na utilização de insumos produtivos como matérias-primas, energia e água contribui para o alcance de uma economia mais circular, com a utilização mais responsável desses recursos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; COMISSÃO DA UNIÃO EUROPEIA PARA ECONOMIA CIRCULAR, 2015).

A Economia Circular (EC) emerge como conceito que torna viável o desenvolvimento sustentável ao definir preceitos como o *design* de produtos ecoeficientes, ou seja, que tornem possível a redução dos impactos decorrentes dos processos de manufatura. Não apenas o *design*, tem-se também a oportunidade de construção de sistemas que facilitem a aplicação do conceito dos 5R (PAN et al. 2015), segundo o qual, as atividades de redução, reuso, reciclagem, recuperação e regeneração, possibilitam o estabelecimento de ciclos fechados dos resíduos e materiais. A ação de *closing the loop*, ou melhor, fechar o ciclo que pode ser formado pelo retorno de insumos produtivos a cadeia de suprimentos, faz com que se tenha maior eficiência da cadeia como um todo.

Por outro lado, os dispositivos ofertados pela Indústria 4.0 e as melhorias da cadeia de suprimentos a partir da interconectividade entre os *stakeholders* que a compõem ampliam a capacidade dessas empresas na obtenção de melhores resultados do canal de distribuição. Tecnologias como *Cyber Physical Spaces* (CPS), *Big Data Analytics* e *Internet of Things* (IoT) (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; XU; XU; LI, 2018) contribuem para a formação de operações mais sustentáveis ao ampliarem os ganhos de eficiência na utilização de recursos pelas organizações. Ainda, a adoção de tecnologias da indústria 4.0 pode se tornar fator viabilizador do desenvolvimento sustentável em países emergentes (CEZARINO et al., 2019).

A formação de Cadeias de Suprimentos Circulares é viabilizada pela maior integração entre os *stakeholders* a partir da adoção dessas novas tecnologias e práticas de gestão sustentável dos resíduos organizacionais. Entretanto, devem ser considerados os fatores limitantes enfrentados por países emergentes. Especificamente no caso brasileiro, observa-se ainda uma baixa produtividade da indústria e capacidade em investimento em novas

tecnologias; baixa qualificação da mão de obra para operar tecnologias da Indústria 4.0 e a baixa articulação entre os *stakeholders* (CEZARINO et al., 2019).

O capítulo 3 buscou analisar a relação existente entre os conceitos de Economia Circular (EC) e Indústria 4.0 a partir de uma revisão sistemática de literatura. A partir da teoria encontrada, observou-se a maior atenção as duas pontas da cadeia para estudo, ou seja, a maior parte dos trabalhos buscou analisar a Economia Circular (EC) para o Setor Industrial, sendo uma parte dos estudos para analisar também o posicionamento do consumidor nesse movimento circular de resíduos. Por não haver estudos que contemplem o Setor Atacado Distribuidor foram percebidas a necessidade e oportunidade de desenvolver um *framework* de distribuição a partir desse *gap* encontrado. Sendo assim, o objetivo do capítulo foi a elaboração de um *framework* circular de distribuição 4.0 no qual os conceitos de Economia Circular (EC) e Indústria 4.0 estão relacionados.

No capítulo 4 foi proposta a análise do setor para compreender como as relações entre os *stakeholders* que compõem o ambiente de atacado distribuidores percebem as oportunidades de digitalização e adoção de práticas sustentáveis de gestão no atual contexto em que estão inseridos. As informações disponibilizadas pelos participantes das entrevistas possibilitaram validar o *framework* inicialmente proposto como também fazer uma análise sob a perspectiva sistêmica a partir da aplicação da *Soft System Methodology (SSM)*. A SSM permitiu avaliar o panorama geral do setor a partir das experiências compartilhadas pelas empresas, assim como propor mudanças as práticas que têm sido adotadas até então pelo setor.

De maneira geral o trabalho contribui para o campo de estudo de gestão de operações e sustentabilidade ao analisar as possibilidades de adoção de tecnologias para digitalização e práticas de gestão para sustentabilidade para empresas do Setor Atacado Distribuidor. Isso torna possível a minimização dos impactos decorrentes das atividades de produção e distribuição de mercadorias a partir da maior integração dos membros de cadeias de suprimentos.

Em relação a regionalidade observa-se a contribuição do trabalho para análise de um setor que tem na região de Uberlândia um importante posicionamento de empresas que asseguram a distribuição e transporte de mercadorias em todo o território nacional. Essa análise e apresentação de resultados obtidos no estudo pode contribuir para a formação de cadeias de suprimentos mais sustentáveis, como também integrar de maneira eficaz as ações desses *stakeholders*.

As limitações do estudo estão relacionadas a dificuldade de generalização dos resultados para empresas de outras regiões, dado as diferenças existentes entre os contextos vivenciados por essas organizações. Outra limitação do estudo em questão está relacionada a aplicabilidade do *framework* proposto visto que no Brasil a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 e consolidação do conceito 5R ainda estão em estágios iniciais. O estudo teve como limitação também a concessão de entrevistas por parte das empresas com as quais foi feito contato, uma das empresas inicialmente entrevistadas não autorizou a utilização das informações fornecidas para elaboração do estudo.

Para pesquisas futuras nessa temática sugere-se a ampliação do número de participantes para outras regiões para comparação das diferentes perspectivas que atacado distribuidores possam encontrar a partir de mercados regionais. Sugere-se também a coleta de dados junto aos *stakeholders* que constituem uma cadeia de suprimentos para comparação entre as práticas adotadas por cada um e qual a capacidade desses *stakeholders* em consolidar uma maior integração para o fluxo de materiais.

REFERÊNCIAS

ABAD – Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores de Produtos Industrializados. **Anuário Estatístico: 2017**. São Paulo, 2017.

_____. **Anuário Estatístico: 2018**. São Paulo, 2018a.

_____. **Cartilha: ABAD e IABAD orientam sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. São Paulo, 2018b.

_____. **Anuário Estatístico: 2019**. São Paulo. 2019.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, v. 12, n.1, p.11-32, 2006.

BARDIN, L. Definição e relação com outras ciências. In: ____ **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, p.33-57.

BATISTA, L., BOURLAKIS, M., SMART, P., MAULL, R. In Search of a Circular Supply Chain Archetype: a content-analysis-based literature review. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 6, p.438-451, 2018. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1343502>

BAUER, W., HÄMMERLE, M., SCHLUND, S., VOCKE, C. Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an “Industry 4.0”. **Procedia Manufacturing** 3, p.417-424, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.200>

BERNON, M., TIAHJONO, B., RIPANTI, E. F. Aligning Retail Reverse Logistics Practice with Circular Economy Values: an exploratory framework. **Production Planning & Control**, v.29, n.6, p.483-497, 2018. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449266>

BESKE, P.; SEURING, S. Putting sustainability into supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 19, n. 3 p.322-331, 2014. <https://doi.org/10.1108/SCM-12-2013-0432>

BRASIL. Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 agosto 2010. Seção 1, p.3.

BRESSANELLI, G., PERONA, M., SACCANI, N. Towards the Circular Supply Chain: a literature review of challenges. **XXIII Summer School “Francesco Turco” – Industrial Systems Engineering**, p.171-178, 2018.

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future**, United Nations. 1987.

BUTZER, S., SCHÖTZ, S., PETROSCHKE, M., STEINHILPER, R. Development of a Performance Measurement System for International Reverse Supply Chains, **24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering**, Procedia CIRP 61, p. 251-256, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.264>

CARROL, A. B.; NASI, J. Understanding stakeholder thinking: themes from a finish conference. **Business Ethics**, v.6, n. 1, p.46-51, 1997. <https://doi.org/10.1111/1467-8608.00047>

CARVALHO, N., CHAIM, O., CAZARINI, E., GEROLAMO, M. Manufacturing in the fourth industrial revolution: a positive prospect in Sustainable Manufacturing. **Procedia Manufacturing** 21, p. 671-678, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.170>

CEZARINO, L. O.; LIBONI, L. B.; OLIVEIRA, M. F.; CALDANA, A. C. F. Soft Systems Methodology and Interdisciplinarity in Management Education. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 33, p.278–288, 2016. <https://doi.org/10.1002/sres.2383>

CEZARINO, L. O.; LIBONI, L. B.; STEFANELLI, N. O.; OLIVEIRA, B. G.; STOCCO, L. C. Diving into emerging economies bottleneck: industry 4.0 and implications for circular economy. **Management Decision**, 2019. <https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1084>

CHECKLAND, P. From Optimizing to Learning: a development of systems thinking for the 1990s. **Journal Opt. Res. Soc.**, v. 36, n.9, p.757-767, 1985. <https://doi.org/10.1057/jors.1985.141>

_____. Four Conditions for Serious Systems Thinking and Action. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 29, p. 465-469, 2012. <https://doi.org/10.1002/sres.2158>

CHECKLAND, P.; TSOUVALIS, C. Reflecting on SSM: The Link Between Root Definitions and Conceptual Models. **System Research Behavior Science**, v. 14, n. 3, p. 153–168, 1997. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1743\(199705/06\)14:3<153::AID-SRES134>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1743(199705/06)14:3<153::AID-SRES134>3.0.CO;2-H)

CHAIM, O., MUSCHARD, B., CAZARINI, E., ROZENFELD, H. Insertion of sustainability performance indicators in an industry 4.0 virtual learning environment. **Procedia Manufacturing** 21, p.446-453, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.143>

CIALANI, C. ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of CleanerProduction**, 2015.

CLEPS, G.D.G. A Origem e o Desenvolvimento do Comércio Atacadista de Uberlândia (MG). **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.12, n.23, p. 5-45, jan./jun. 2000.

COSTA, M. C., TEIXEIRA, F. D., PIMENTA, M. L., CEZARINO, L. O. Tendências de Pesquisa em Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde. **Gestão & Regionalidade**, v.33, n.98, p.153-166, 2017. <https://doi.org/10.13037/gr.vol33n98.4007>

DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. A Disciplina e a Prática da Pesquisa Qualitativa. In: ____ **O Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p.15-41.

DONALDSON, T.; PRESTON, L.E. The stakeholder theory of the corporation: concepts, evidence, and implications. **Academy of Management Review**, v.20, n. 1, p.65-91, 1995. <https://doi.org/10.5465/amr.1995.9503271992>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition**. 2013. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>> Acesso em: 20/10/2018.

ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, p.90-100, 1994. <https://doi.org/10.2307/41165746>

Elsevier. **Infographic Panels**. 2017. Disponível em: <https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0011/484553/The-Premier-Source-of-Profiles.pdf> Acesso em: 20/09/2018.

FLICK, U. Introdução a Pesquisa Qualitativa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLYGANSVÆR, B., DAHLSTROM, R., NYGAARD, A. Exploring the Pursuit of Sustainability in Reverse Supply Chains for Electronics. **Journal of Cleaner Production**, v.189, p. 472-484, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.014>

FRANCO, M. A. Circular Economy at the Micro Level: a dynamic view of incumbent's struggles and challenges in the textile industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 833-845, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.056>

FREEMAN, R. E. Stakeholder theory. **Wiley Encyclopedia of Management**, p.1-6, 2014. <https://doi.org/10.1002/9781118785317.weom020179>

FREEMAN, R. E.; WICKS, A.C.; PARMAR, B. Stakeholder theory and “the corporate objective revisited”. **Organization Science**, v.15, n.3, p.364-369, 2004. <https://doi.org/10.1287/orsc.1040.0066>

FREEMAN, R. E.; HARRISON, J. S.; WICKS, A. C.; PARMAR, B. L.; COLLE, S. The genesis of stakeholder theory. In: ____ **Stakeholder theory: the state of the art**. New York: Cambridge University Press, 2010, p.3-82. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815768>

FREEMAN, R. E. Stakeholder theory. **Wiley Encyclopedia of Management**, p.1-6, 2014. <https://doi.org/10.1002/9781118785317.weom020179>

GARZA-REYES, J. A., YU, M., KUMAR, V., UPADHYAY, A. Total Quality Environmental Management: adoption status in the Chinese manufacturing sector. **The TQM Journal**, v. 30, n.1, p.2-19, 2018. <https://doi.org/10.1108/TQM-05-2017-0052>

GASKELL, G. Entrevistas Individuais e Grupais. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som: um manual prático**. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2002, p.64-89.

GASSON, S. The Use of Soft Systems Methodology (SSM) As a tool for investigation. **Warwick Business School**, p.1-18, 1994.

GEISENDORF, S., PIETRULLA, F. The Circular Economy and Circular Economic Concepts: a literature analysis and redefinition. **Thunderbird Int Bus Rev.**, v.60, p.771-782, 2018. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>

GEISSDOERFER, M. SAVAGET, P. BOCKEN, N. M. P. HULTINK, E. J. The Circular Economy: a new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v.14, n.3, p.757-768, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

GENG, Y., DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development.” **Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.**, v.15, p.231-239, 2008. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6>

GENOVESE, A.; ACQUAYE, A.A.; FIGUEROA, A.; KOH, S. C. L. Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: evidence and some applications. **Omega**, v.66, p. 1-37,2017. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.015>

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.11, n.4, p.11-32, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>

GICQUEL, C., KEDAD-SIDHOUM, S., QUADRI, D. Remanufacturing Planning Under Uncertainty: a two-stage stochastic programming approach. **International Conference on Information Systems, Logistics and Supply chain ILS2016**, Bordeaux, France, p. 1-8, 2016.

GIL, A. C. Como Classificar as Pesquisas. In: ____ **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas: São Paulo, 2002, p. 41-59.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n.3, p. 20-29, 1995. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>

GOVINDAN, K.; HASANAGIC, M. A Systematic Review on Drivers, Barriers, and Practices Towards Circular Economy: a supply chain perspective. **International Journal of Production Research**, 2018. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402141>

GOYAL, S., ESPOSITO, M., KAPOOR, A. Circular Economy Business Models in Developing Economies: lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms. **Thunderbird Int Bus Rev.**, v. 60, p.729-740, 2018. <https://doi.org/10.1002/tie.21883>

HAAS, W. KRAUSMAN, F. WIEDENHOER, D. HEINZ, M. How Circular is the Global Economy? An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. **Journal of Industrial Ecology**, 2015. <https://doi.org/10.1111/jieec.12244>

HAESBAERT, R. Região, Regionalização e Regionalidade: questões contemporâneas. **ANTARES**, n.3, p. 1-24,jan./jun. 2010.

HERMAN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industry 4.0 Scenarios. **49th Hawaii International Conference on System Sciences**, p. 3928-3937, 2016. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>

HUERTAS, D. M. O Papel do Transporte Rodoviário de Carga em Uberlândia, Epicentro Logístico do Setor Atacadista-Distribuidor. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.26, n.3, set/dez., p. 445-458, 2014. <https://doi.org/10.1590/1982-451320140304>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – **Sistema de Contas Nacionais: Brasil 2016**. n.63, 2018.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). Carta IEDI, 890. Mudança estrutural e desindustrialização: repensando as políticas de desenvolvimento. 2018. Disponível em: <https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_890.html> Acesso em: 23/11/2018.

JABBOUR, A. B. L. S., JABBOUR, C. J. C., FOROPON, C., GODINHO FILHO, M. When titans meet – can industry 4.0 revolutionise the environmentally sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting & Social Change** v. 13, p.18-25, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.017>

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: final report of the Industrie 4.0 Working Group**. National Academy of Science and Engineering, Alemanha, 2013, p.1-85.

KALVERKAMP, M. Hidden Potentials in Open-loop Supply Chains for Remanufacturing. **The International Journal of Logistics Management**, v.29, n. 4, p.1125-1146, 2018. <https://doi.org/10.1108/IJLM-10-2017-0278>

KHAN, K. S.; KUNZ, R.; KLEIJNEN, J.; ANTES, G. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of The Royal Society of Medicine**, 96, p.118-121, 2003. <https://doi.org/10.1258/jrsm.96.3.118>

KIEL, D., MÜLLER, J. M., ARNOLD, C., VOIGT, K. Sustainable industrial value creation: benefits and challenges of industry 4.0. **International Journal of Innovation Management**, p. 1-34, 2017. <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Técnicas de Pesquisa. In: ____ **Fundamentos de metodologia científica**, 5. ed., São Paulo: Atlas, 2003, p.- 174-215.

LARSEN, S. B., KNUDBY, T., VAN WONTERGHEM, J., JACOBSEN, P. On the Circular Supply Chain's Impact on Revenue Growth for Manufacturers of Assembled Industrial Products: a conceptual development approach. **2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, p. 195-1969, 2017. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290235>

LIBONI, L. B., LIBONI, L. H. B., CEZARINO, L. O. Electric utility 4.0: trends and challenges towards process safety and environmental protection. **Process Safety and Environmental Protection**, v.117, p.593-605, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.027>

LOM, M., PRIBYL, O., SVITEK, M. Industry 4.0 as a part of smart cities. **Smart Cities Symposium Prague**, p. 1-6, 2016. <https://doi.org/10.1109/SCSP.2016.7501015>

LUMMUS, R. E.; DUCLOS, L. K. Implementation of EDI Systems. **Journal of Systems Management**, v.26, n.5, 1995.

MASI, D.; DAY, S.; GODSELL, J. Supply Chain Configurations in the Circular Economy: a systematic literature review. **Sustainability**, v.9, p.1-22, 2017.
<https://doi.org/10.3390/su9091602>

MAZZON, J. A. Uso da matriz de amarração metodológica em marketing. **Brazilian Journal of Marketing**. São Paulo, Special Issue, v.17, n.5., p. 759-770, 2018.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3133-mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-a-industria-4-0-no-forum-economico-mundial>> Acesso em: 22/11/2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>> Acesso em: 24/11/2018.

MOZZATO, A. R., GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: potencial e desafios. **RAC**, v.15, n.4, p.731-747, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552011000400010>

MÜLLER, J. M., KIEL, D., VOIGT, K. What drives the implementation of industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. **Sustainability**, v.10, p.1-24, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10010247>

NASIR, M. H. A.; GENOVESE, A. A. A.; KOH, S. C. L.; YAMOA, F. Comparing linear and circular supply chains: a case study from the construction industry. **International Journal of Production Economics**, v. 183, p.1-45, 2017.

NESS, D. Sustainable urban infrastructure in China: towards a factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system. **Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.**, v.15, p. 288-301, 2008.

PAN, S.; DU, M. A.; H. I.; LIU, I.; CHANG, E.; CHIANG, P. Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: a review. **Journal of Cleaner Production**, p.1-13, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.124>

PAULA, A. Perda do varejo com greve dos caminhoneiros chega a R\$ 3,1 bi, diz CNC. **ABAD**, São Paulo, 29 mai. 2018. Disponível em: <<http://abad.com.br/mercado/perda-do-varejo-com-greve-dos-caminhoneiros-chega-a-r-31-bi-diz-cnc/>> Acesso em: 20 jan. 2020.

PIYATHANAVONG, V., GARZA-REYES, J. A., KUMAR, V., MALDONADO-GUZM, G., MANGLA, S. K. The Adoption of Operational Environmental Sustainability Approaches in the Thai Manufacturing Sector. **Journal of Cleaner Production**, v.220, p.507-528, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.093>

PRAUSE, G., ATARI, S. On sustainable production networks for industry 4.0. **The International Journal - Entrepreneurship and Sustainability Issues** 4, v.4, p.421-431, 2017. [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4\(2\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4(2))

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Dados Geoeconômicos**. Diretoria de Inteligência de Negócios. 2018.

PRICEWATERHOUSECOOPERS (PWC). Industry 4.0: building the digital enterprise. 2016.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics? **Journal of Documentation**, v.25, n.4, p.348-349, 1969. <https://doi.org/10.1108/eb026482>

SARKIS, J.; HELMS, M. M.; HERVANI, A. A. Reverse Logistics and Social Sustainability. Corp. Soc. Responsib. **Environmental Management**, v.17, p.337–354, 2010. <https://doi.org/10.1002/csr.220>

SAUVÉ, S. BERNARD, S. SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>

SCHWARTZ, M. S. Universal moral values for corporate codes of ethics. **Journal of Business Ethics**, v.59, p.27-44, 2005. <https://doi.org/10.1007/s10551-005-3403-2>

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v.16, p.1699–1710, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>

SHROUF, F., ORDIERES, J., MIRAGLIOTTA, G. Smart factories in industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the internet of things paradigm. **Proceedings of the 2014 IEEE**, p. 697-701, 2014. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2014.7058728>

SOUSA, D.; CHIARA, M.; BATISTA, R. Com distribuição comprometida, preço de alimentos sobe. **Estadão**, São Paulo, 23 mai. 2018. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral/greve-de-caminhoneiros-afeta-abastecimento-de-frutas-e-verduras-diz-associacao-de-supermercados,70002320890>> Acesso em: 20 jan. 2020.

STAHEL, W.R. Circular economy: a new relationship with our goods and materials would save resources and energy and create local jobs. **Nature** 531, p.435–439, 2016.

STARK, R., GROSSER, H., BECKMANN-DOBREV, B., KIND, S. Advanced technologies in life cycle engineering. **Procedia CIRP** 22, p. 3-14, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.118>

STOCK, T.; OBENAU, M.; KUNZ, S.; KOHL, H. Industry 4.0 as Enabler for a Sustainable Development: a qualitative assessment of its ecological and social potential. **Process Safety and Environment Protection**, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.026>

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v.40, p.536 – 541, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>

SU, B.; HESHMATI, A.; GENG, Y.; XIAOMAN, Y. A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**, v.42, p.215-227, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>

TELLES, R. A Efetividade da Matriz de Amarração de Mazzon nas Pesquisas em Administração. **Revista de Administração**, v.36, n.4, p.64-72, 2001.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v.14, p.207-222, 2003. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>

TROTTA, D.; GARENGO, P. Industry 4.0 Key Research Topics: a bibliometric review. **7th International Conference on Industrial Technology and Management**, p.113-117, 2018. <https://doi.org/10.1109/ICITM.2018.8333930>

TSE, T.; ESPOSITO, M.; SOUFANI, K. Why the Circular Economy Matters. **European Business Review**, 59-63, 2015. <https://doi.org/10.1002/tie.21764>

TSOUVALIS, C.; CHECKLAND, P. Reflecting on SSM: The Dividing Line Between “Real World” and “Systems Thinking World”. **Systems Research**, v.13, n.1, p. 35-45, 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1735\(199603\)13:1<35::AID-SRES73>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1735(199603)13:1<35::AID-SRES73>3.0.CO;2-O)

UNIÃO EUROPEIA. **Circular Economy Package: Questions & Answers**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_15_6204> Acesso em: 18/11/2019.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ci. Inf.**, v.31, n.2, p. 152-162, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652002000200016>

WEYER, S.; SCHMITT, M.; OHMER, M.; GORECKY, D. Towards Industry 4.0: standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. **IFAC-PapersOnLine**, v.48, n.3, p. 579–584, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143>

XU, L. D.; XU, E. L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, p.1-22, 2018. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y. The Circular Economy A New Development Strategy in China. **Journal of Industrial Ecology**, v.10, n. 1-2, 2006. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>

YUE, X., CAI, H., YAN, H., ZOU, C., ZHOU, K. Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: an insight. **Microprocessors and Microsystems**, v.39, p.1262-1270, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2015.08.013>

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

Data: ____/____/____

Local da Entrevista: _____

Horário início: _____

Horário final: _____

1. Fale sobre o seu cargo na organização, função que desempenha e há quanto tempo trabalha na empresa, por favor.
2. Dos produtos que vamos apresentar, identifique quais fazem parte de sua carteira de fornecedores:
 - a. Faz comercialização ou armazenamento de defensivo agrícola?
 - b. Faz comercialização ou armazenagem de pilhas e baterias?
 - c. Faz comercialização ou armazenagem de pneus?
 - d. Faz comercialização ou armazenagem de óleos lubrificantes?
 - e. Faz comercialização ou armazenagem de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio ou de luz mista?
 - f. Faz comercialização ou armazenagem de eletrônicos e seus componentes?
 - g. Faz comercialização ou armazenagem de produtos em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro?
3. Dos produtos identificados (falar quais) quais são os processos de descarte dos resíduos?
4. Você considera o descarte adequado?
5. Quais são as iniciativas de reciclagem?
6. Quais são as iniciativas de reuso?
7. Quais são as iniciativas de acondicionamento?
8. E quais são as iniciativas de compartilhamento desses resíduos pelo atacado?
9. Considerando apenas o processo de compra-armazenagem-distribuição do atacado, quais são os resíduos gerados?
10. Você considera o atacado como responsável pelo resíduo causado por esses produtos?
11. Você acha que o atacado poderia ter um papel maior na logística reversa desses produtos?
12. Estamos passando por uma revolução tecnológica. Você consegue descrever quais foram as inovações tecnológicas implementadas no atacado nos últimos 5 anos?

13. Por que foram implementadas?
14. Você considera o processo atual de gestão digitalizado?
15. Você percebe oportunidades de digitalização?
16. Como você imagina o atacado no futuro em termos de inovação tecnológica?
17. O objetivo de implementação das inovações efetuadas teve alguma relação com os fornecedores e clientes?
18. Quais carências tecnológicas você sente na gestão do atacado?
19. As inovações tecnológicas tiveram alguma relação com as práticas ambientais ligadas ao manejo de resíduos sólidos pelo atacado? (reciclagem, reuso, acondicionamento e compartilhamento)