

## **FRAMEWORK DE ECONOMIA CIRCULAR PARA DISTRIBUIÇÃO 4.0**

**LUCAS CONDE STOCCO**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

**LUCIANA ORANGES CEZARINO**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

**ETIENNE CARDOSO ABDALA**  
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV

# FRAMEWORK DE ECONOMIA CIRCULAR PARA DISTRIBUIÇÃO 4.0

## 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, Yu, Kumar & Upadhyay, 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 services*, *Internet of Things (IoT)* e impressão 3D (Prause & Atari, 2017; Stock, Obenaus, Kunz & Kohl, 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 EC 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 (Ghisellini, Cialani & Ulgiati, 2016; Batista, Bourlakis, Smart & Maull, 2018; Bernon, Tjahjono & Ripanti, 2018; Bressanelli, Perona & Saccani,

2018), processos produtivos mais limpos (Sauvé, Bernard & Sloan, 2015; Franco, 2017), 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 et al., 2018; Kalverkamp, 2018; Garza-Reyes et al., 2018; Piyathanavong, Garza-Reyes, Kumar, Maldonado-Guzm & Mangla, 2019), aumento de receita (Larsen, Knudby, Van Wonterghem & Jacobsen, 2017), análise de performance (Butzer, Schötz, Petroschke & Steinhilper., 2017), elaboração de proposições teóricas (Bressanelli et al., 2018; Batista et al, 2018; Geisendorf & Pietrulla, 2018) e de um *framework* para o Setor de Varejo (Bernon et al., 2018).

Essa revisão de literatura 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, o objetivo deste trabalho é desenvolver um *framework* para a implementação da EC 4.0 no setor atacadista a partir de conceitos teóricos e estudos publicados. Para isso o método utilizado no trabalho foi a revisão sistemática de literatura. Dessa maneira, buscou-se elaborar um *framework* de distribuição circular a partir dos preceitos da quarta revolução industrial. Como resultado, é apresentado um *framework* de distribuição circular destacando o papel que atacado-distribuidores desempenham na cadeia de suprimentos.

## 2. Metodologia

Esta seção apresenta o método utilizado para revisão sistemática e elaboração do *framework*. Utilizou-se como método de pesquisa o levantamento bibliométrico com uma revisão sistemática de literatura subsequente do conteúdo encontrado na plataforma Scopus considerando-se 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.

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).

### 2.1 Estrutura do Levantamento Bibliográfico

Foi realizada uma pesquisa exploratória na plataforma Scopus para observação das publicações sobre o tema. 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.

Quadro 1

**Estrutura do levantamento bibliográfico**

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

**Nota:** Elaborado pelos autores.

**2.2 Etapas da Revisão Sistemática de Literatura**

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, Kunz, Kleijnen & Antes, 2003). Com base nesse raciocínio, o estudo foi estruturado a partir das considerações de Tranfield et al. (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 2 apresenta de forma sintética as etapas definidas para a revisão da literatura disponível.

Quadro 2

**Etapas da revisão sistemática**

<b>Estágio</b>	<b>Fase</b>	<b>Ação</b>
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	
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 et al. (2003); Costa, Teixeira, Pimenta & Cezarino (2017).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 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 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, Jabbour, Foropon & Godinho Filho 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, Chaim, Cazarini & Gerolamo, 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, Müller, Arnold & Voigt, 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).

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, Hämmerle, Schlund & Vocke, 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, Muschard, Cazarini & Rozenfeld, 2018).

Lom, Pribyl & Svitek (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, Cai, Yan, Zou & Zhou (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.

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).

### **3.2 Economia Circular**

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, Krausman, Wiedenhoer & Heinz, 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, 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 passou a ser amplamente discutido (Geisendorf & Pietrulla, 2018).

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 et al. 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)	Um sistema industrial que é restaurativo ou regenerativo por intenção e design.
Tse, Esposito & Soufani (2015)	[...] 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[...].
Geisendorf & Pietrulla (2018)	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.

**Nota:** Elaborado pelos autores.

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 et al., 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).

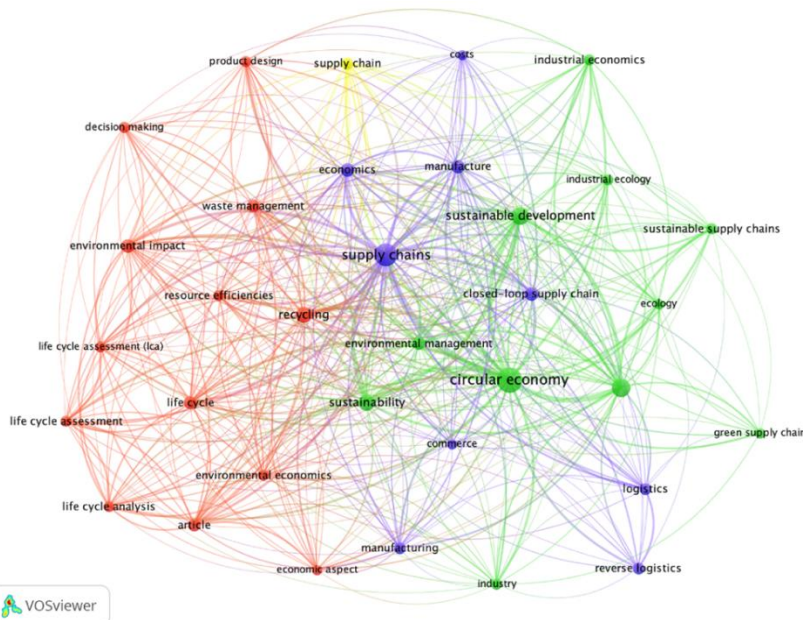
Isso se torna possível à medida que a EC transforma bens que atingiram o fim de sua utilidade em recursos produtivos retornando-os para a produção de novos bens, fechando ciclos de ecossistemas industriais e minimizando o desperdício (Stahel, 2016). Ainda, contribui para aumento da competitividade doméstica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

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 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 1 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 1  
**Rede de co-ocorrência de palavras-chave**



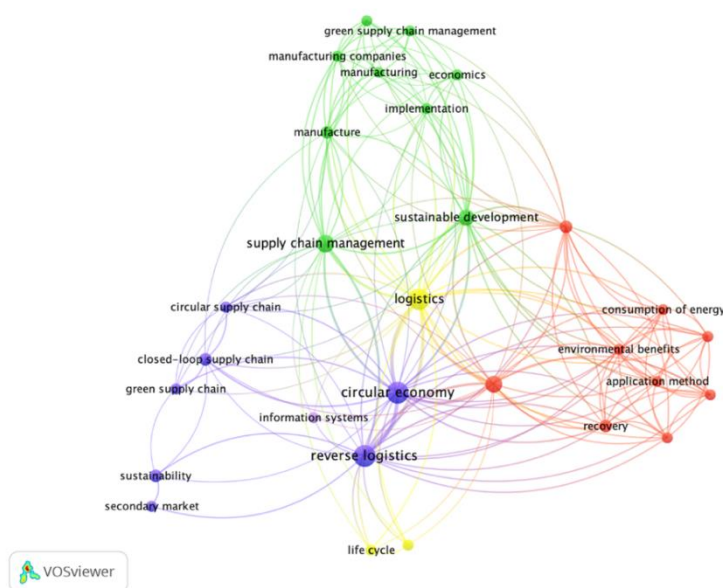
**Nota:** Elaborado pelos autores

A imagem apresentada acima 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 2 mostra a rede de co-ocorrência formada a partir da busca dos termos “*Circular Economy*”, “*Supply Chain*” e “*Reverse Logistics*”.

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*.



Figura 2  
Rede de co-ocorrência de palavras-chave



Nota: Elaborado pelos autores.

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 (Ghisellini et al., 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 et al., 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. 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 et al., 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 et al., 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 et al., 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 et al., 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). Nesse sentido, a Economia Circular é uma abordagem mais ampla onde a cadeia de suprimentos se insere. Conforme reforçam Aminoff e Kettunen (2016) as cadeias de suprimentos circulares fazem uma distinção nítida entre possuir um produto e ter acesso a ele e entre usar materiais e consumi-los. E isso cria uma necessidade de novos requisitos para a cadeia de suprimentos. Essa necessidade de alterações e inserções no sistema influencia a gestão da cadeia de suprimentos em grande medida. Os consumidores já começaram a exigir transparência em toda a cadeia de suprimentos e passaram a defender produtos e práticas empresariais responsáveis.

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. 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,

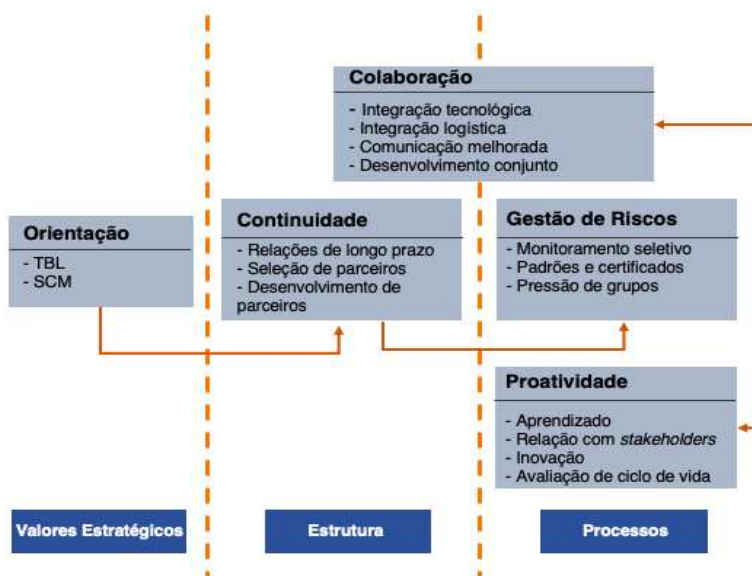
2008). A Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável busca a integração de perspectivas ambientais pelas organizações de maneira a diminuir as externalidades negativas decorrentes dos processos de produção e consumo (Nasir, Genovese, Koh & Yamoah, 2017).

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). A SSC pode ser definida 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* (Seuring & Müller, 2008: 1700).

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 contribuir 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 pró atividade com a qual se obtém a inovação a partir do processo de aprendizado organizacional e relação com os demais *stakeholders*. A Figura 3 apresenta a estrutura desse *framework*.

**Figura 3**  
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 et al., 2017).

Portanto, 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). Sistemas de Economia Circular estão relacionados a capacidade de 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, Du, Liu, Chang & Chiang, 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 et al, 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 et al, 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, recondicionamento ou remanufatura (Franco, 2017; Masi et al, 2017; Goyal et al., 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: 446).

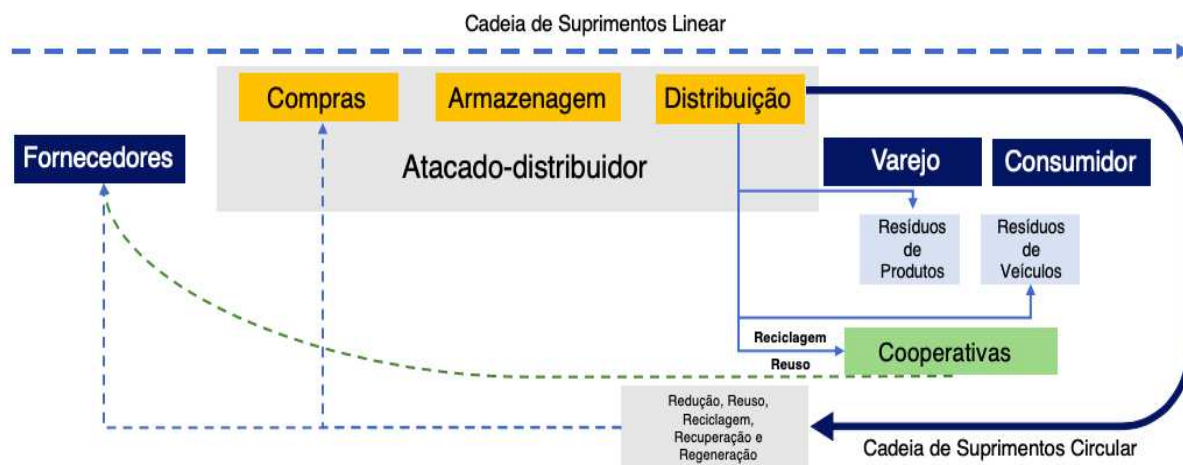
O fluxo de produtos ao longo da cadeia de suprimentos pode ser maximizado a partir da adoção dos princípios dos 5R, ou seja, Redução, Reuso, Reciclagem, Recuperação e Regeneração. Por Redução entende-se o processo de readequação produtiva para que a matéria prima utilizada passe de materiais não renováveis e com forte impacto ambiental para materiais biodegradáveis e de fácil recuperação para a cadeia produtiva (Goyal et al., 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 et al., 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 et al., 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).

A Figura 4 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 4  
**Framework de Distribuição Circular**



**Nota:** Elaborado pelos autores.

Diferentemente de uma cadeia de suprimentos linear, pode-se observar o retorno de materiais utilizados por atacado-distribuidores a cadeia produtiva. 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.

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.

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.

#### 4. Conclusão

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 nacional.

A principal limitação do trabalho está relacionada a dificuldade em encontrar material que fornecesse as bases para elaboração do *framework* proposto dado que a literatura disponível para estudo de atacado-distribuidores relacionando as temáticas Indústria 4.0 e

Economia Circular ainda se faz incipiente. Como contribuição o estudo apresenta uma proposta de integração entre esses conceitos e assim, traz uma nova perspectiva para o setor atacadista assim como para as atividades logísticas de distribuição na cadeia de suprimentos.

## Referências

- Abad – Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores de Produtos Industrializados. **Anuário Estatístico: 2017**. São Paulo, 2018.
- Araújo, C. A. 2006. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, 12 (1): 11-32.
- Aminoff, A., & Kettunen, O. (2016). Sustainable Supply Chain Management in a Circular Economy—Towards Supply Circles. **Smart Innovation, Systems and Technologies**. 61–72.
- Batista, L., Bourlakis, M., Smart, P. & Maull, R. 2018. In Search of a Circular Supply Chain Archetype: a content-analysis-based literature review. **Production Planning & Control**, 29 (6): 438-451.
- Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S. & Vocke, C. 2015. Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an “Industry 4.0”. **Procedia Manufacturing** 3: 417-424.
- Bernon, M., Tjahjono, B. & Ripanti, E. F. 2018. Aligning Retail Reverse Logistics Practice with Circular Economy Values: an exploratory framework. **Production Planning & Control**, 29 (6): 483-497.
- Beske, P. & Seuring, S. 2014. Putting sustainability into supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**, 19 (3) 322-331.
- Bressanelli, G., Perona, M. & Saccani, N. 2018. Towards the Circular Supply Chain: a literature review of challenges. **XXIII Summer School “Francesco Turco” – Industrial Systems Engineering**: 171-178.
- Brundtland, G. H. 1987. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future**, United Nations.
- Butzer, S., Schötz, S., Petroschke, M. & Steinhilper, R. 2017. Development of a Performance Measurement System for International Reverse Supply Chains, **24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering**, *Procedia CIRP* (61): 251-256.
- Cialani, C. & Ulgiati, S. 2015. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**.
- Carvalho, N., Chaim, O., Cazarini, E. & Gerolamo, M. 2018. Manufacturing in the fourth industrial revolution: a positive prospect in Sustainable Manufacturing. **Procedia Manufacturing** (21): 671-678.
- Chaim, O., Muschard, B., Cazarini, E. & Rozenfeld, H. 2018. Insertion of sustainability performance indicators in an industry 4.0 virtual learning environment. **Procedia Manufacturing** (21): 446-453.
- Costa, M. C., Teixeira, F. D., Pimenta, M. L. & Cezarino, L. O. 2017. Tendências de Pesquisa em Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde. **Gestão & Regionalidade**, 33(98): 153-166.
- 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. 1994. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**: 90-100.
- Franco, M. A. 2017. Circular Economy at the Micro Level: a dynamic view of incumbent’s struggles and challenges in the textile industry. **Journal of Cleaner Production** (168): 833-845.
- Flygansvær, B., Dahlstrom, R. & Nygaard, A. 2018. Exploring the Pursuit of Sustainability in Reverse Supply Chains for Electronics. **Journal of Cleaner Production**, 189: 472-484.

- Elsevier. **Infographic Panels.** 2017. Disponível em: <[https://www.elsevier.com/data/assets/pdf\\_file/0011/484553/The-Premier-Source-of-Profiles.pdf](https://www.elsevier.com/data/assets/pdf_file/0011/484553/The-Premier-Source-of-Profiles.pdf)> Acesso em: 20/09/2018.
- Garza-Reyes, J. A., Yu, M., Kumar, V. & Upadhyay, A. 2018. Total Quality Environmental Management: adoption status in the Chinese manufacturing sector. **The TQM Journal**, 30(1): 2-19.
- Geisendorf, S. & Pietrulla, F. 2018. The Circular Economy and Circular Economic Concepts: a literature analysis and redefinition. **Thunderbird Int Bus Rev.**, 60: 771-782.
- Geng, Y. & Doberstein, B. 2008. Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development.” **Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.**, 15: 231-239.
- Genovese, A.; Acquaye, A.A.; Figueroa, A. & Koh, S. C. L. 2017. Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: evidence and some applications. **Omega**, 66: 1-37.
- Ghisellini, P. Cialani, C. & Ulgiati, S. 2016. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, 11(4): 11-32.
- Gicquel, C., Kedad-Sidhoum, S., & Quadri, D. 2016. Remanufacturing Planning Under Uncertainty: a two-stage stochastic programming approach. **International Conference on Information Systems, Logistics and Supply chain ILS2016**, Bordeaux, France: 1-8.
- Govindan, K. & Hasanagic, M. 2018. A Systematic Review on Drivers, Barriers, and Practices Towards Circular Economy: a supply chain perspective. **International Journal of Production Research**.
- Goyal, S., Esposito, M. & Kapoor, A. 2018. Circular Economy Business Models in Developing Economies: lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms. **Thunderbird Int Bus Rev.**, 60: 729-740.
- Haas, W. Krausman, F. Wiedenhoer, D. & Heinz, M. 2015. 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**.
- Jabbour, A. B. L. S., Jabbour, C. J. C., Foropon, C. & Godinho Filho, M. 2018. When titans meet – can industry 4.0 revolutionise the environmentally sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting & Social Change**, 13: 18-25.
- Kalverkamp, M. 2018. Hidden Potentials in Open-loop Supply Chains for Remanufacturing. **The International Journal of Logistics Management**, 29 (4): 1125-1146.
- Khan, K. S.; Kunz, R.; Kleijnen, J. & Antes, G. 2003. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of The Royal Society of Medicine**, 96: 118-121.
- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C. & Voigt, K. 2017. Sustainable industrial value creation: benefits and challenges of industry 4.0. **International Journal of Innovation Management**: 1-34.
- Larsen, S. B., Knudby, T., Van Wouterghem, J. & Jacobsen, P. 2017. 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**: 195-1969.
- Lom, M., Pribyl, O. & Svitek, M. 2016. Industry 4.0 as a part of smart cities. **Smart Cities Symposium Prague**: 1-6.
- Masi, D.; Day, S. & Godsell, J. 2017. Supply Chain Configurations in the Circular Economy: a systematic literature review. **Sustainability**, 9: 1-22.
- Müller, J. M., Kiel, D. & Voigt, K. 2018. What drives the implementation of industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. **Sustainability**, 10: 1-24.



- Nasir, M. H. A.; Genovese, A. A. A.; Koh, S. C. L. & Yamoah, F. 2017. Comparing linear and circular supply chains: a case study from the construction industry. **International Journal of Production Economics**, 183: 1-45.
- Ness, D. 2008. Sustainable urban infrastructure in China: towards a factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system. **Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.**, 15: 288-301.
- Pan, S.; Du, M. A.; H. I.; Liu, I.; Chang, E. & Chiang, P. 2015. Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: a review. **Journal of Cleaner Production**: 1-13.
- Piyathanavong, V., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Maldonado-Guzm, G. & Mangla, S. K. 2019. The Adoption of Operational Environmental Sustainability Approaches in the Thai Manufacturing Sector. **Journal of Cleaner Production**, 220: 507-528.
- Prause, G. & Sina, A. 2017. On sustainable production networks for industry 4.0. The International Journal, **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, 4: 421-431.
- Pricewaterhousecoopers (Pwc). 2016. Industry 4.0: building the digital enterprise.
- Pritchard, A. 1969. Statistical bibliography or bibliometrics? **Journal of Documentation**, 25(4): 348-349.
- Sauvé, S. Bernard, S. & Sloan, P. 2015. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**.
- Seuring, S. & Müller, M. 2008. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, 16: 1699–1710.
- Stahel, W.R. 2016. Circular economy: a new relationship with our goods and materials would save resources and energy and create local jobs. **Nature** **531**: 435–439.
- Stock, T.; Obenaus, M.; Kunz, S. & Kohl, H. 2018. Industry 4.0 as Enabler for a Sustainable Development: a qualitative assessment of its ecological and social potential. **Process Safety and Environment Protection**.
- Stock, T. & Seliger, G. 2016. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, 40: 536 – 541.
- Su, B.; Heshmati, A.; Geng, Y. & Xiaoman, Y. 2013. A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**, 42: 215-227.
- Tranfield, D.; Denyer, D. & Smart, P. 2003. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, 14: 207-222.
- Trotta, D. & Garengo, P. 2018. Industry 4.0 Key Research Topics: a bibliometric review. **7th International Conference on Industrial Technology and Management**: 113-117.
- Tse, T.; Esposito, M. & Soufani, K. 2015. Why the Circular Economy Matters. **European Business Review**: 59-63.
- Vanti, N. A. P. 2002. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ci. Inf.**, 31 (2): 152-162.
- Xu, L. D.; Xu, E. L. & Li, L. 2018. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**: 1-22.
- Yuan, Z.; Bi, J. & Moriguichi, Y. 2006. The Circular Economy A New Development Strategy in China. **Journal of Industrial Ecology**, 10: 1-2.
- Yue, X., Cai, H., Yan, H., Zou, C. & Zhou, K. 2015. Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: an insight. **Microprocessors and Microsystems**, 39: 1262-1270.