



## ***ECONOMIA CIRCULAR E INDÚSTRIA 4.0 NA AMÉRICA LATINA: O PAPEL DA GREEN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT***

### ***CIRCULAR ECONOMY AND INDUSTRY 4.0 IN LATIN AMERICA: THE ROLE OF GREEN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT***

Área temática: Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade

Larissa Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Wesley Ricardo de Souza Freitas<sup>2</sup>, Hevelen Kaila Barbosa Queiroz<sup>3</sup>, Fabiano Martins Tiozzi<sup>4</sup>, Adriano Alves Teixeira<sup>5</sup>, Jorge Henrique Caldeira Oliveira<sup>6</sup>

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo é verificar se há correlação entre as áreas de Green Human Resource Management (GHRM), Economia Circular (E.C) e Indústria 4.0 (setor 4.0). Para sua realização, foi feito um levantamento das publicações sobre o tema no período de 2018 a 2020, tendo como palavras-chave “green human resource management”, “circular economy” e “industry 4.0” buscando identificar *insights* coletivos por meio de síntese teórica. **O artigo busca apresentar uma relação ainda não encontrada na literatura.** Os resultados apresentam que há relação entre a EC e Indústria 4.0, mas baixo grau de interseção com GHRM. A literatura considera que a EC é uma fonte impulsionadora para Indústria 4.0, sendo considerada uma ferramenta de viabilização para o aumento da eficiência e desenvolvimento de novos modelos de negócios. Os resultados também apontam a possibilidade da EC necessitar diretamente da GHRM, de modo a despertar o lado humano no ambiente organizacional por meio de treinamento, seleção e capacitação de seus funcionários. Além de que, as iniciativas da GHRM são capazes de alavancar o equilíbrio entre a vida pessoal e profissional dos colaboradores. Para pesquisas futuras, sugere-se avanços investigando qualitativamente como pode ocorrer a relação entre a GHRM e a EC no contexto da Indústria 4.0.

**Palavras Chave:** Indústria 4.0, Gestão de Recursos Humanos, Economia Circular, Sustentabilidade, Green Human Resource Management.

**Palavras-chave:** 3 palavras-chave, separadas por vírgula.

#### **ABSTRACT**

<sup>1</sup> Bacharel em Administração (UFMS/CPAR). [lari.life@hotmail.com](mailto:lari.life@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professor Adjunto (UFMS/CPAR), PhD em Administração (FEARP-USP) [Wesley.freitas@ufms.br](mailto:Wesley.freitas@ufms.br)

<sup>3</sup> Bacharel em Administração (UFMS/CPAR). [hevelen\\_kaila@hotmail.com.br](mailto:hevelen_kaila@hotmail.com.br)

<sup>4</sup> Professor Assistente (UFMS/CPAR), PhD em Gestão e Economia (Universidade Beira Interior - Portugal), [fabiano.tiozzi@ufms.br](mailto:fabiano.tiozzi@ufms.br)

<sup>5</sup> Professor Adjunto (UFMS/CPTL), PhD em Administração (FEARP-USP), [aatadrianobirigui@gmail.com](mailto:aatadrianobirigui@gmail.com)

<sup>6</sup> Professor Livre Docente (FEARP-USP), [jorgecaldeira@usp.br](mailto:jorgecaldeira@usp.br)

The objective of this study is to verify if there is a correlation between the areas of Green Human Resource Management (GHRM), Circular Economy (E.C) and Industry 4.0 (sector 4.0). A survey of publications on the topic from 2018 to 2020 was carried out, using the keywords “green human resource management”, “circular economy” and “industry 4.0” seeking to identify collective insights through theoretical synthesis. The article seeks to present a relationship not yet found in the literature. The results show that there is a relationship between EC and Industry 4.0, but a low degree of intersection with GHRM.

The literature considers that EC is a driving force for Industry 4.0, being considered a viability tool for increasing efficiency and developing new business models. The results also point to the possibility of EC directly needing GHRM, in order to awaken the human side in the organizational environment through training, selection and qualification of its employees. In addition, GHRM initiatives are capable of leveraging the balance between the personal and

professional lives of employees. For future research, advances are suggested investigating qualitatively how the relationship between GHRM and CE can occur in the context of Industry 4.0.

**Keywords:** Industry 4.0, Human Resource Management, Circular Economy, Sustainability, Green Human Resource Management.

## 1 INTRODUÇÃO

As empresas estão incorporando práticas ambientais, abrindo, assim, oportunidades para ampliar o negócio e seus resultados (WELFENS et. al., 2016; BUSSLER et. al., 2017). As empresas que se preocupam com as questões ambientais elevam seu nível pelo fato de se preocuparem com a vida humana e mostram uma gestão responsável (MARTINS; ESCRIVÃO FILHO; NAGANO, 2015; PEREIRA et. al., 2017).

Sendo assim, um elevado nível de desempenho ambiental e financeiro da organização são resultados diretos da junção entre a gestão de recursos humanos (HRM) e as práticas da Green Human Resource Management (GHRM) além de proporcionar o bem-estar dos funcionários no ambiente de trabalho (RENWICK, REDMAN, MAGUIRE; 2013).

De maneira geral, o Green Human Resource Management (GHRM) incorpora práticas verdes nas funções relacionadas à gestão de recursos humanos, fazendo com que aumente o nível de sustentabilidade e competitividade da empresa (AHMAD, 2015), bem como o grau de confiabilidade perante os investidores, governo e sociedade (YONG; YUSLIZA; FAWEHINMI, 2019).

Já em termos econômicos, a Economia Circular (EC) ainda é pouco aplicada na prática, porém acaba se tornando atraente para as empresas devido à incorporação crítica de indagações de sustentabilidade, negócios e desenvolvimento nos ofícios das organizações (RITZÉN, SANDSTROMA; 2017). Sendo assim, a principal finalidade e expectativa da EC, nas agências e associações empresariais, é transformar as atividades econômicas em geral para uma visão mais aberta para a sustentabilidade, com intuito de diminuir a dependência de carbono não renovável e emissões em geral (HEYES et. al., 2018; KORHONEN et. al., 2018; FRANK-BOIX, LEIPOLD; 2018).

Posteriormente, a nova etapa industrial que vem ganhando espaço no ambiente organizacional é a Indústria 4.0, onde tecnologias emergentes estão convergindo para fornecer soluções digitais eficazes com base nas tecnologias front-end e básicas, por isso, a fabricação

inteligente torna-se valorosa na Indústria 4.0 e está associada diretamente aos produtos inteligentes (FRANK, DALENOGARE, AYALA; 2019).

Para a Indústria 4.0 é necessário administrar negócios adquirindo tecnologias digitais que podem incentivar empresas a criar conexões entre suas máquinas, sistemas de suprimento, instalações de produção, produtos finais e clientes, com a finalidade de reunir e compartilhar mercado e operação em tempo real e, somente assim, a sublime quarta revolução industrial possa ser adaptada de maneira íntegra e totalmente funcional (ARDITO et. al., 2019). Não obstante os esforços para o aperfeiçoamento e inserção da Indústria 4.0 tem o potencial de mudar a cadeia de valor industrial e revelar muitos benefícios, novamente às diligências para uma visão mais holística do setor 4.0 impõem riscos previsíveis e que ainda não foram sabiamente investigados (BIRKEL et. al., 2019).

A Indústria 4.0 e a Economia Circular (E.C) são, notavelmente, pouco discutidas no Brasil e em outros países subdesenvolvidos. Cabe ressaltar que a maioria das pesquisas, em

torno desta especialidade, ainda é dominada por países com a economia mais desenvolvida e, por isso, teve sua influência dispersa primeiramente por nações Alemãs e Europeias (LIAO et. al., 2017). Uma lacuna pouco explorada é constatada em como despertar a EC na Indústria 4.0, entretanto, pode-se alegar que os gerentes tem um ponto de partida, tendo como exemplo, as tecnologias avançadas de manufatura digital que são capazes de desbloquear a circularidade de recursos nas cadeias de suprimentos, ainda que incerta fornecesse uma base para novas pesquisas e estudos futuros (SOUSA JABBOUR et. al., 2018).

Visto que ambos os setores podem estar diretamente associados a insights irrevogáveis para a produção sustentável, é concebível que o uso de materiais biodegradáveis e resíduos de embalagens para os profissionais do setor podem executar a economia circular prontamente, fornecendo utensílios puros e de alta qualidade com aplicações entre ambos os setores (RAJPUT, SINGH; 2019).

Diante desse contexto, qual o papel da Green Human Resource management para a Economia Circular no contexto da indústria 4.0? Consoante, a pesquisa tem como objetivo verificar se há correlação entre as áreas de Green Human Resource Management (GHRM), Economia Circular (E.C) e Indústria 4.0 (setor 4.0).

Além desta introdução, na seção 2 apresenta-se o embasamento teórico; na seção 3, os procedimentos metodológicos da pesquisa e, na seção 4, a discussão dos resultados. Por fim, são apresentadas as considerações finais do estudo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Green Human Resource Management

Desde a assinatura do protocolo de Kyoto, em 1997 e mais recentemente o de Copenhague, em 2009, a preocupação ambiental tem se fortalecido e se expandido nos diversos ramos organizacionais (AHMAD, 2015). Além disso, os autores Young, Yusliza e Fawehinmi (2019) ressaltam que a intensificação das preocupações ambientais fez com que as empresas, tanto dos países desenvolvidos quanto dos que estão em desenvolvimento, criassem e desenvolvessem ações voltadas para a sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

Com o aumento da conscientização sobre sustentabilidade e responsabilidade social corporativa, a área de Gerenciamento/Gestão de Recursos Humanos (GRH) teve sua importância elevada (AMRUTHA; GEETHA, 2020), uma vez que o GRH de qualidade é capaz de desempenhar um papel significativo na criação da cultura de sustentabilidade dentro da empresa (HARMON; FAIRFIELD; WIRTENBERG, 2010).

Para atender a essas exigências sustentáveis, houve a necessidade que o GRH evoluísse, surgindo assim o Green Human Resource Management (GHRM), o qual, de maneira resumida, é o responsável por incorporar iniciativas verdes na gestão de recursos humanos, fortalecendo assim, a responsabilidade social corporativa (AHMAD, 2015).

Uma pesquisa realizada por Amrutha e Geetha (2020) mostra que os estudos acerca da temática Green Human Resource Management (GHRM) foram evoluindo com o passar dos anos, sendo que, entre os anos de 1995 e 2005 pouco foi discutido sobre a temática, tornando-se crescente a discussão entre 2006 e 2015, uma vez que a necessidade de uma revolução ambiental nos negócios fez com que conceitos como sustentabilidade, responsabilidade social corporativa, recursos humanos sustentáveis, gerenciamento de recursos e gerenciamento de recursos humanos verde ganhassem importância. A partir de então, tornou-se imprescindível o desenvolvimento do campo de pesquisa sobre Green Human Resource Management (GHRM).

Para Ahmad (2015) o Green Human Resource Management (GHRM) é o responsável pelo planejamento e execução de políticas ecológicas, a fim de criar uma atmosfera verde, bem como garantir o bem-estar social e econômico da organização e dos funcionários. Para o autor,

com a conscientização e conhecimento dos funcionários sobre as ações necessárias, o funcionamento e a preservação do meio ambiente, faz com que eles se sintam motivados e desenvolvam um sentimento de orgulho por pertencerem ao programa ecológico.

Além disso, a implementação do comportamento “verde” na organização faz com que os funcionários acabem adquirindo valores sustentáveis que serão replicados nos ambientes fora do trabalho, por exemplo, nas atividades domésticas, contribuindo assim, significativamente, para a diminuição da emissão de poluentes para o meio ambiente (YONG; YUSLIZA; FAWEHINMI, 2019).

O Green Human Resource Management (GHRM) atua em todas as atividades envolvidas no desenvolvimento, elaboração e manutenção contínua de um sistema que tem como objetivo tornar “verde” os funcionários de uma organização. Sendo assim, ele atua desde a contratação verde, treinamento e envolvimento verde, gerenciamento de desempenho verde e compensação para os funcionários ambientalmente responsáveis (AMRUTHA; GEETHA, 2020; KIM et al., 2019; MASRI; JAARON, 2017; TANG et al., 2018; ZAID; BONAND; JAARON, 2018).

A contratação ou recrutamento verde consiste no processo de contratação de pessoas com conhecimentos, habilidades, abordagens e comportamentos que se identificam com os sistemas de gerenciamento ambiental dentro de uma organização (AHMAD, 2015). O treinamento e o envolvimento verde educam os funcionários para economizarem energia, reduzirem o desperdício e difundirem a conscientização ambiental dentro da organização, oferecendo oportunidade de envolver os funcionários na solução de problemas ambientais (AHMAD, 2015).

O gerenciamento de desempenho verde está voltado para questões relacionadas a preocupações, políticas e responsabilidades ambientais da empresa (AHMAD, 2015). No contexto da Green Human Resource Management (GHRM), as organizações modernas estão desenvolvendo sistemas de recompensa para incentivar iniciativas ecológicas empreendidas por seus funcionários (AHMAD, 2015).

A prática de Green Human Resource Management (GHRM) atraiem os melhores talentos verdes ou criam talentos verdes por meio de treinamento e desenvolvimento relacionados à proteção ambiental, elevando o nível de satisfação, comprometimento e intenção de ficar do funcionário. Esses funcionários fazem com que os objetivos de sustentabilidade organizacional sejam alcançados com maior facilidade (AMRUTHA; GEETHA, 2020).

Sendo assim, a Green Human Resource Management (GHRM) equipa as organizações com funcionários ambientalmente conscientes, comprometidos e competentes, que podem ajudar a organização a minimizar os prejuízos ao meio ambiente utilizando de maneira eficiente e eficaz dos recursos existentes, incluindo ferramentas de telecomunicações, diminuição na impressão de papeis, compartilhamento de trabalhos e videoconferência (NEJATI; JABBOUR, 2017).

Para Amrutha e Geetha (2020) uma organização sustentável importa-se com três aspectos, sendo eles as pessoas, o planeta e o lucro, aspectos estes presentes nas práticas da Green Human Resource Management (GHRM).

A pesquisa de Amrutha e Geetha (2020) mostra ainda que, conceitualmente e cientificamente, está claro o papel da Green Human Resource Management (GHRM) na melhora do desempenho produtivo organizacional, reduzindo consequências prejudiciais ao meio ambiente. Contudo, a base empírica para os possíveis resultados sociais, econômicos e ambientais do esverdeamento de recursos humanos está em evolução, o que demanda a necessidade de extensa pesquisa nesse campo. Para os autores, o lado humano da

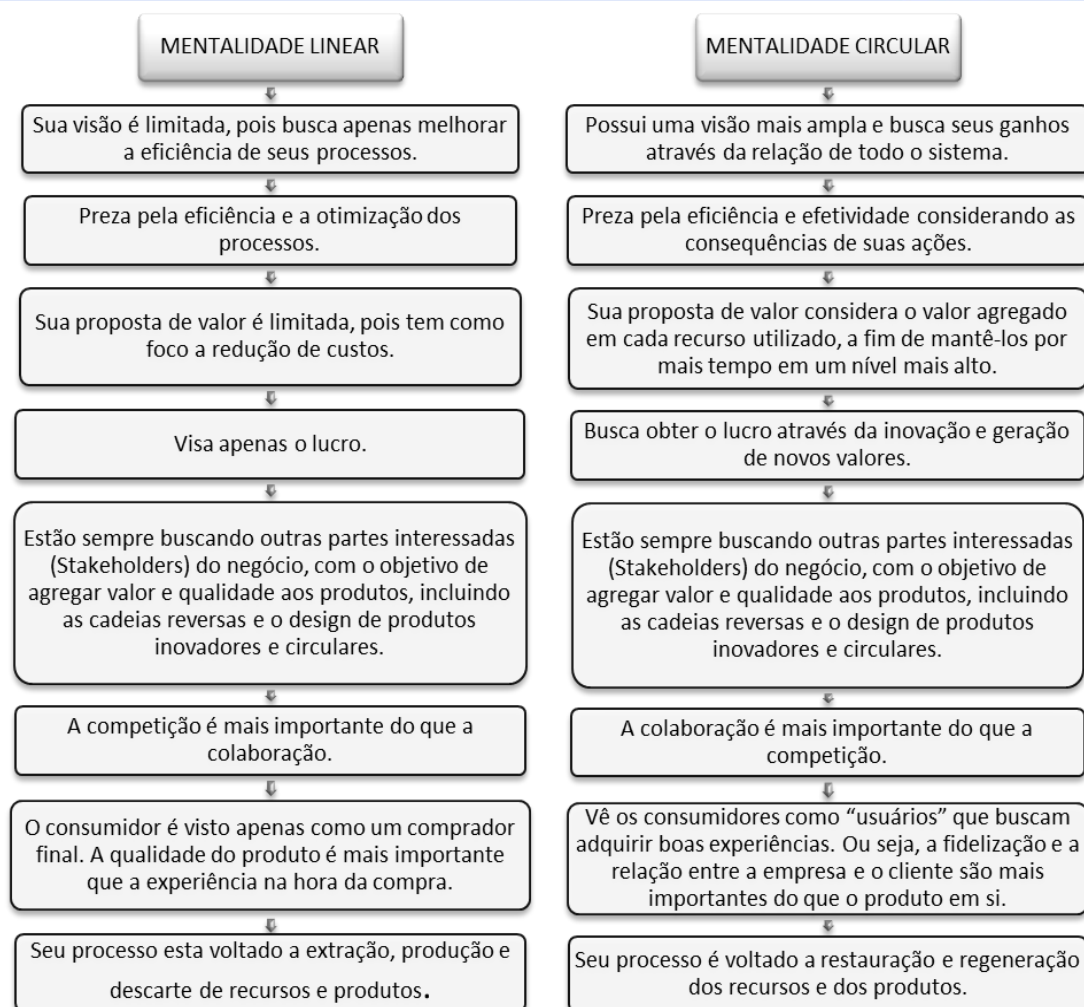
sustentabilidade está em seu estágio inicial e ainda precisa equilibrar-se no contexto de sustentabilidade dos negócios, em consonância com os de sustentabilidade financeira.

## 2.2 Circular Economy

A economia circular (EC) pode ser denotada como uma cadeia regenerativa onde o desperdício, a emissão de gases e o vazamento de energia são minimizados pelo controle de loops de material e energia (GEISSDOERFER et. al., 2017; PRIETO-SANDOVAL, JACA, ORMAZABAL; 2018). Sendo assim, ela representa nada mais que uma nova visão da integração da atividade econômica, adotada pela China como base de seu desenvolvimento e tem-se aperfeiçoado e expandido a cada nova descoberta em meio aos três pilares da sustentabilidade (social, econômico e ambiental); ademais a EC engloba diversas redes de produção e transfere responsabilidades para todas essas redes contribuindo para o desenvolvimento de condutas comerciais mais éticas, responsáveis e sustentáveis (MURRAY, SKENE, HAYNES; 2017).

Em contrapartida, a Economia Linear visa à extração crescente dos recursos naturais de modo a desconsiderar a limitação dos mesmos, em vista disso, é oportuna a transição de uma Economia Linear à Circular, pois esta mantém os materiais por mais tempo dentro dos ciclos reversos, reduz a dependência de matérias-primas; preserva, restaura e regenera o capital natural; reduz as mudanças climáticas devido à poluição e degradação do meio ambiente; e contribui na geração de empregos, entre outros fatores (ELLEN MAC ARTHUR FOUNDATION, 2014).

A Figura 1 apresenta diferenças entre a economia linear e a economia circular, evidenciando o que uma e outra realizam em suas práticas.



Fonte: CNI (2018) adaptada pelos autores.

Entre os diversos propósitos incorporados à economia circular (EC), distinguimos a prosperidade econômica, reiterado pela qualidade ambiental; onde seu impacto na equidade social e nas gerações futuras é pouco referido (KIRCHHERR, REIKE, HEKKERT; 2017). Além disso, a EC pode ser definida como um sistema econômico que centraliza suas atividades e substitui o princípio “fim de vida” por reduzir, reutilizar alternativamente, reciclar e recuperar materiais utilizados nos processos de produção e consumo nas organizações. Com intuito de agregar qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social em provento das gerações atuais e futuras (KIRCHHERR, REIKE, HEKKERT; 2017).

Em consequência a EC conquistou os olhares de diversas entidades, o que nos permite observar que o conceito deste método é promissor, pois atrai para o ambiente empresarial o potencial da EC à luz de suas quatro dimensões: desenvolvimento sustentável, econômico, ambiental e social (KORHONEN, HONKASALO, SEPPÄLÄ; 2018). Em outras palavras, a EC visa estratégias que incentivam, entre outros métodos específicos, prolongar a vida útil do produto (VANEGAS et. al., 2017). No âmbito atual, a EC tem sido adotada como uma alternativa assertiva para o modelo econômico linear, em algumas averiguações é perceptível que os procedimentos da EC favorecem a reciclagem deixando sem suporte os esforços da reutilização, para tanto, é necessário que os governantes de cada região à adotar a EC se

empenhem no incentivo a reutilização desses materiais e, somente assim, com o apoio normativo e cultural-cognitivo será possível uma plena gestão da EC (RANTA et. al. 2018).

Entretanto, a divulgação da EC ainda é precária, pois atualmente o seu campo é caracterizado por abordagens divergentes e as estratégias de execução do ramo ainda não foram desenvolvidas para facilitar a sua implantação (KALMYKOVAA, SADAGOPANB, ROSADOC; 2018). Recentes pesquisas sobre a EC concluem que os indicadores para medir o nível de aplicação de estratégias envolvendo o tema ainda são precários, porém, nos últimos anos, houve um crescente interesse pela área, o que torna possível o desenvolvimento contínuo da sustentabilidade no sistema econômico mundial (ELIA, GNONI, TORNESE; 2017).

Embora a EC seja pouco estudada e conhecida, existem pesquisas que enfatizam semelhanças entre a EC e sustentabilidade, pois ambas tornam relevante aumentar o conhecimento dos gestores sobre os múltiplos caminhos coexistentes para o desenvolvimento sustentável (GEISSDOERFER et. al., 2017). Logo o ciclo de vida do material precisa ser levado em consideração, uma vez que fica nítido que o esgotamento dos recursos naturais, o crescimento da demanda de materiais, o acentuado estoque em uso e a vida útil dos materiais devem estar presentes no agrupamento dos principais indicadores da EC (PAULIUK; 2018).

Em uma análise básica da EC e seu envolvimento no setor de resíduos sólidos e desperdício de energia nas indústrias da Europa, é notável que quanto maior a permanência das matérias primas no setor produtivo, mais otimização e economia são feitas na organização (MALINAUSKAITE et. al., 2017). Para tanto, é imprescindível que haja modelos de negócios de economia circular (CEBMs) para redirecionar empresas que aderem a EC, sendo assim, o reparo e manutenção, reutilização e redistribuição, reforma e manufatura, reciclagem, efeito cascata e redirecionamento, e modelo de negócios de matéria-prima orgânica são padrões que se encaixam na CEBM (LÜDEKE-FREUND, GOLD, BOCKEN; 2019).

O aprimoramento da economia circular é visto como um componente fundamental do desenvolvimento econômico sustentável nas organizações, de modo geral, o estado vinculou uma série de leis e regulamentos tencionando órgãos governamentais, empresas e a sociedade, com intuito de elaborar um sistema industrial circular baseado na economia chinesa (ZENG et. al., 2017; WINANS, KENDALL; 2017). Exemplos de parques eco industriais, com foco em um fluxo circular “recursos-produtos-recursos-renováveis”, tem sido cada vez mais comum e atualmente representa um padrão de desenvolvimento sustentável, à proporção que os padrões e exigências organizacionais mudam (ZENG et. al., 2017).

A efetivação de práticas para uma EC precisa requer uma transformação dos sistemas de consumo e produção das organizações. Sendo assim, é inevitável o desafio para os setores de criação, fabricação e comércio de produtos (RIOS, CHARNLEY; 2017). Não obstante, a concepção da *Norma de Economia Circular BS 8001: 2017* viabiliza ajustar as ambições de longa obtenção da EC com as rotinas comerciais pré-estabelecidas, com intuito de agregar nas organizações uma descrição precisa sobre questões econômicas, ambientais, de design, marketing e questões legais associadas á EC (PAULIUK; 2018).

Em análise profunda de pesquisadores da área, o conceito e gestão de EC em si ainda é um desafio, pois a torna mal definida e pouco investigada para ser compatível com o seu verdadeiro propósito, embora esteja sujeita a uma descrição orientada nos negócios para se obter vantagem competitiva (PRENDEVILLE, CHERIM, BOCKEN; 2018). Portanto, as políticas atuais da EC são amplas, mas ainda se concentram impreterivelmente nos meios, sem haver atenção suficiente aos fins e visão que campo proporciona (ZHU, FAN, SHI; 2019). Por conseguinte, a conscientização dos consumidores e das organizações é essencial para que os

esforços envolvidos na EC sejam significativos e, dentre eles, estão (RIOS, CHARNLEY; 2017):

- I. Aperfeiçoe o uso de recursos e energia;
- II. Mantenha produtos e elementos em uso por mais tempo;
- III. Utilize materiais puros para melhorar a qualidade do uso pós-vida;
- IV. Reutilizar se possível e controlar o descarte desses produtos.

Somente assim torna-se concebível a finalidade da EC: combinar uma contenção geral no consumo de recursos, ou seja, oportunidades nos negócios e manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor (KJAER et. al., 2019).

## 2.3 Industry 4.0

O avanço rápido da tecnologia propiciou diversas transformações na sociedade contemporânea e na nossa vida diária juntamente a inclusão de computadores em quase todos os nossos dispositivos técnicos, imediatamente, é cabível que essas inovações de Tecnologia da Informação e Comunicação afetem diretamente a fabricação industrial e essa tendência passou a ser intitulada de 4<sup>o</sup> Revolução Industrial, ou, simplesmente, a Indústria 4.0 (GATTULLO et. al., 2019). Em alguns relatos científicos, torna-se perceptível que o objetivo mais plausível para a Indústria 4.0 é atingir um nível avançado de eficácia e produtividade operacional, bem como um nível maior de automatização (XU, XU, LI; 2018; HASEEB et. al., 2019).

A Indústria 4.0 é uma realidade cada vez mais próxima e o uso de tecnologias avançadas dentro de fábricas para uma produção e economia mais sustentável é comum, por conseguinte, a fábrica inteligente é um dos parâmetros utilizados nesta nova era, sendo assim, o setor 4.0 vem ganhando força significativa para superar os desafios tecnológicos e aumentar o desempenho sustentável nos negócios, pois seus sistemas de Fábrica Inteligente, Big Data e Internet das Coisas, são fontes cruciais no desempenho sustentável das organizações (CHEN et. al., 2017; LU, Yang, 2017; HASEEB et. al., 2019; WANG, WANG et. al., 2019). Em vista disso, entre os componentes essenciais encontrados na Indústria 4.0 estão os sistemas cyber-físicos, relevantes na infraestrutura do setor 4.0, e o Big Data, elemento indispensável para lidar de maneira eficiente e eficaz com os dados gerados a partir de sistemas cyber-físicos (XU, DUAN; 2019).

Países como Alemanha e China foram pioneiros na implantação da renomada Indústria 4.0 e estão aprimorando gradativamente sua evolução, no entanto, vários estudos mostram que ainda há muitas descobertas a ser feita sobre a quarta revolução industrial como, por exemplo, a necessidade de um sistema sólido onde estimule outros diversos desafios, como segurança da informação, confiabilidade e integridade, além de outros gargalos a serem superados para uma implantação bem-sucedida da Indústria 4.0 (MUHURI, SHUKLA, ABRAHAM; 2019).

As incertezas quanto à quarta revolução industrial ainda geram impactos medianos no ambiente organizacional, por este motivo, os riscos associados a este ramo dificultam sua efetivação e carecem de uma visão abrangente essencialmente quando aludimos às ameaças de ampliação da concorrência de novos participantes no mercado, o bloqueio da criação de valor e aos investimentos altos ou falsos no domínio de trabalho da Indústria 4.0 (MÜLLER, KIEL, VOIGT; 2018; BIRKEL et. al., 2019).

Nas Pequenas e Médias Empresas (PME's) há pesquisas intensas no ramo, visto que se faculta uma maior dificuldade para a implantação da indústria 4.0, além do mais, evidenciou-se que as PME's são as mais afetadas por riscos econômicos, ecológicos e sociais que surgem na implantação da Indústria 4.0, além de ameaças técnicas, relacionadas a tecnologia de



informação (BIRKEL et. al., 2019; MÜLLER, 2019). Porém, as indústrias de aço, química e plástico, bem como as empresas automotivas, são impulsionadas principalmente por oportunidades, o que gera maior entusiasmo e empenho por parte dos gestores (MÜLLER, KIEL, VOIGT; 2018).

Ressalta-se, ainda, que a Economia Circular e a Indústria 4.0 estão diretamente ligadas, posto que a cadeia de suprimentos sustentável tão visada pela indústria 4.0 não pode ser

alcançada a menos que a Economia Circular seja considerada uma ferramenta facilitadora para o alcance desta meta (TSENG et. al., 2018; RAJPUT, SINGH; 2019).

Um das faces de estudo do setor 4.0 está particularizado em sua alta capacidade tecnológica, no qual agentes facilitadores e impulsionadores da cadeia de suprimentos ganham força como, por exemplo, (RAJPUT, SINGH; 2019):

1. Inteligência Artificial (E1);
2. A Política e Estrutura de Serviço (E3);
3. Economia Circular (E4).

Logo, os sistemas de tecnologias elaborados pela própria Indústria 4.0 são de extrema complexidade e denota um vasto conhecimento de seus usuários, posto isto, o obstáculo inerente a nossa sociedade é notavelmente em como orientar o design e a implantação do paradigma Indústria 4.0 nas empresas e como nortear o processo de integração de pessoas nos sistemas Cíber-Físicos (CP's), com intuito de progredir em um cenário gradualmente desejado (FANTINI, PINZONE, TAISCH; 2020).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para consecução do objetivo proposto e elaboração de uma revisão sistemática de literatura, foi realizado um levantamento das publicações no período de 2018-2020, tendo como palavras-chave “green human resource management”, “circular economy” e “industry 4.0” buscando identificar, segundo Tranfield, Denyer e Smart (2003), *insights* coletivos por meio de síntese teórica.

Para a seleção da amostra de artigos, utilizou-se a base de dados Scopus. A busca foi realizada no dia 16/06/20, buscando em TITLE-ABS-KEY as palavras-chave combinadas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados da pesquisa cruzando os temas:

Words used as topics in the search mechanism	Base Scopus
"Circular Economy" e "industry 4.0"	54 document results
"Green human resources management" e "circular economy"	2 document results
"Green human resources management" e "industry 4.0"	0 document results

Fonte: resultados da pesquisa

É possível observar que existem diversos estudos integrando EC e Indústria 4.0, mas, no que se refere a intersecção entre os três temas, não há nenhum resultado.

### 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO

Na sequência, são apresentados os resultados da pesquisa.

Apenas dois artigos investigaram a relação entre Green Human Resource Management e Economia Circular: Jabbour et. al (2019) e Pham, Hoang e Phan (2019), apresentando pesquisas teóricas.

49 estudos que interrelacionam Economia Circular e Indústria 4.0. Nota-se que há uma diversificação de pesquisas nesta área, voltados para explorar os desafios e oportunidades sobre os temas.

Os pesquisadores que debruçaram nessa relação foram (Quadro 2):

Quadro 2 – Resultados integrando Circular Economy and Industry 4.0

Autor	Método
Sousa Jabbour et al., (2018); Kerin, Pham, (2019); Okorie et al., (2018); Rosa et al., (2020); Rajput, Singh (2019); Cezarino et al., (2019); Rejikumar et al., (2019); Erro-Garcés (2019); Ramakrishna et al., (2020); Kerin, Pham (2020); Piscitelli, Ferazzoli, Petrillo, ParmentolaTravaglioni (2020).	Teórico
Bressanelli et al. (2018); Daú et al., (2019); Poschmann, Brüggemann, Goldmann; (2020); Makarova, Gubacheva, Andreev (2019).	Quantitativo/Qualitativo
Tseng et al., (2018); Rajput e Singh (2019); Martín-Gómez, Aguayo-González, Luque (2019); Chiappetta et al. (2020); Bag et. al (2020); Lu et al., (2020); Ozkan-Ozen, Kazancoglu, Kumar Mangla (2020); Limba et al., (2020); Jayakumar et al., (2020).	Quantitativo
Nascimento et al. (2019); Jensen, Remmen (2017); Garcia-Muiña, González-Sánchez, Ferrari e Settembre-Blundo (2018); Yang, MR, Kaminski e Pepin, (2018); Bressanelli et al. (2018); Lin (2018); Garcia-Muiña et al. (2019); Gravagnuolo, Angrisano, Girard (2019); Belaud, Prioux, Vialle, Sablayrolles (2019); Yadav et al. (2020); Dev, Shankar, Qaiser (2020); Garrido-Hidalgo et al., (2019); Manavalan, Jayakrishna (2019); Kerdlap, Low, Ramakrishna (2019); Turner et al. (2019); Sarc et al. (2019); Kouhizadeh, Zhu, Sarkis (2020); Rocca et al. (2020); Jabbour et al. (2020); Pham et al. (2019); Chauhan, Sharma, Singh (2019); Fatimah et al. (2020); Fisher et al. (2020); Mboli, Thakker, Mishra (2020); Acharya, Serizawa, Gaur (2019).	Qualitativo

Fonte: resultados da pesquisa

Nos Quadros 3, 4 e 5 são apresentadas as principais práticas de GRHM, CE e Industria 4.0, respectivamente.

Quadro 3: Principais práticas evidenciadas de Green Human Resource Management

Práticas GRHM	Referencial Teórico	Explicação das práticas
Recrutamento e Seleção	Pham, Hoang, Phan (2019); Amrutha; Geetha (2020); Kim et al. (2019); Masri; Jaaron (2017); Tang et al. (2018); Zaid; Bonand; Jaaron (2018).	Consistem no processo de contratação de pessoas com conhecimentos, habilidades, abordagens e comportamentos que se identificam com os sistemas de gerenciamento ambiental dentro de uma organização. Sendo assim, torna-se viável a incorporação de práticas verdes no ambiente de trabalho.
Avaliação de desempenho	Jabbour et al. (2019); Pham, Hoang, Phan (2019).	O desenvolvimento verde no ambiente organizacional contribui essencialmente no desenvolvimento da vida profissional e pessoal do colaborador, além de, afetar diretamente a gestão da empresa.

Treinamento Ambiental	Jabbour, Teixeira, Jabbour (2013); Jabbour et al. (2019); Pham, Hoang, Phan (2019).	Uma das principais qualificações das iniciativas verdes dentro da GHRM, com os seguintes propósitos: (1) capacitar os funcionários sobre a política ambiental organizacional; e (2) alterar o comportamento organizacional do colaborador para com o meio ambiente.
Recompensas Ambientais	Ahmad (2015).	A prática de Recompensas verdes atribui benefícios diretamente ao colaborador, de modo a incentivar iniciativas ecológicas empreendidas por seus funcionários.

Fonte: Resultados da pesquisa

Quadro 4: Principais práticas evidenciadas de Economia Circular

Práticas Circular	Economia	Referencial Teórico	Explicação das práticas
3R's- Recuperação e Reciclagem	Redução,	Jensen, Remmen (2017); Bressanelli et al. (2018); Lin (2018); Kaminski e Pepin, 2018; Tseng et al., 2018; Yang, MR, Daú et al., 2019; Rajput, Singh (2019).	Em um conceito simples a prática dos 3R's consiste em substituir o princípio "fim de vida" por reduzir, recuperar e reciclar/reutilizar materiais utilizados nos processos de produção e consumo nas organizações, além de minimizar o desperdício de materiais e produtos.

Fonte: Resultados da pesquisa

Quadro 5: Principais práticas evidenciadas na Indústria 4.0

Práticas Indústria 4.0	Referencial Teórico	Explicação das práticas
Internet das Coisas (IOT)	Jensen, Remmen (2017); Bressanelli et al. (2018); Tseng et al. (2018).	A IOT está correlacionada com o envolvimento direto das pessoas ou seus usuários, isto é, uma rede de objetos físicos capaz de conectar, reunir e transmitir dados.
Sistemas Ciber Físicos	Belaud, Prioux, Vialle, Sablayrolles, (2019); Kerdlap, Low, Ramakrishna, (2019); Chiappetta et al. (2020).	São sistemas que envolvem computação, comunicação e controle através de redes e processos físicos.
Computação em Nuvem	Cezarino et al. (2019); Nascimento et al. (2019); Rajput, Singh (2019).	Fornecimento de serviços de computação, onde, incluíse servidores, armazenamento, bancos de dados, software entre outros.
Big Data	Xu; Duan (2019); Rosa et al. (2020); Yadav et al. (2020).	Elemento indispensável para lidar de maneira eficiente e eficaz com os dados gerados a partir de sistemas cyber-físicos, logo, é uma ferramenta tecnológica capaz de analisar e interpretar grandes volumes de dados de um vasto conteúdo proposto.
Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR)	Bressanelli et al. (2018); Lin (2018); Kerin, Pham (2019); Daú et al. (2019).	Ambas as práticas aparentam estar bem próximas e, até mesmo, interagir entre si. Porém, elas possuem algumas distinções: Realidade Virtual (VR): seria o renomado mundo digital quando as imagens e sons ao seu redor são substituídos por conteúdo virtual, gerado e gerido por computador. Realidade Aumentada (AR): quando o ambiente real se sobrepõe ou proporciona elementos com

		informações e gráficos específicos de games ou outras ferramentas do mundo digital.
--	--	---

Fonte: Resultados da pesquisa

Pode-se verificar destaques na relação entre a Economia Circular (E.C) e Indústria 4.0 (49 artigos), mas baixo grau de interseção com Green Human Resource Management, dado que a relação entre as três áreas ainda é incipiente, pois apenas o artigo de Erro-Garcés (2019) discute a interação entre indústria 4.0 e a necessidade do RH estar dentro dessas atividades, dando enfoque na responsabilidade ambiental e social dos colaboradores envolvidos.

Nota-se, também, em uma análise aprofundada, que ainda são precários os conceitos e pré-definições da Gestão de Economia Circular visto que podem deixar lacunas incertas para os possíveis pesquisadores da área, no entanto, o tema é uma fonte impulsionadora para Indústria 4.0 sendo considerada uma ferramenta de viabilização para o aumento da eficiência e desenvolvimento de novos modelos de negócios (PRENDEVILLE, CHERIM, BOCKEN; 2018; TSENG et. al. 2018; RAJPUT, SINGH; 2019; ZHU, FAN, SHI; 2019).

Em conjuntura desses dados obtidos, foi apontada a possibilidade da E.C necessitar diretamente da Green Human Resource Management (GHRM), de modo a despertar o lado humano no ambiente organizacional por meio de treinamento, seleção e capacitação de seus funcionários. Além de que, as iniciativas da Green Human Resource Management (GHRM) são capazes de alavancar o equilíbrio entre a vida pessoal e profissional dos colaboradores. Não obstante, é apreciável que a GHRM esteja diretamente ligada a EC por fornecer um forte incentivo a este ramo, assim como, a E.C possibilita ações para prolongar a vida útil dos produtos e materiais para a produção e a GHRM concede auxílio a este propósito, fornecendo a destreza de seus gestores e colaboradores na execução de seus procedimentos.

A despeito da relevância da Indústria 4.0 para a Economia Circular, concentra-se na solicitude para promover um gerenciamento sustentável correto, seja concedendo pleno desenvolvimento para ambas ou, até mesmo, como ferramenta facilitadora para auferir processos tão desejáveis e árduos no meio institucional.

Vale ressaltar que um fator preponderante de dúvida na pesquisa é constatado em como despertar a E.C na Indústria 4.0, sendo indagada por Jabbour et. al. (2018), pois ainda que incerto, as tecnologias avançadas dominadas pela fábrica inteligente são fontes prováveis para driblar essa adversidade, concedendo a proximidade admissível entre ambos os temas.

Para os desafios, restam superar as adversidades de caráter Tecnológico, Financeiro Institucional e Cultural, dado que a ausência de incentivos fiscais nas áreas e as limitações de infraestrutura são abundantes e requerem padrões distintos nestes tópicos. Além disso, é notável que a adoção de novas práticas e tecnologias no Brasil não tem sido fácil, ainda existem inúmeros desafios a serem superados, e, quando se trata do quesito burocracia, são inúmeras regras e legislações que acabam atrapalhando ou atrasando sua efetivação.

Outro fator limitante concentra-se na baixa adesão de iniciativas inovadoras devido à dificuldade das empresas em gerenciar as novas mudanças dentro da rotina dos funcionários e gestores ou, até mesmo, um redundante ceticismo dentro das empresas por conta de falhas sucessivas e abandonos na realização de projetos, assim como a falta de recursos especializados e a escassez de orçamento.

Tão somente, o esverdeamento dos Recursos Humanos, a conscientização dos consumidores e as habilidades necessárias aos gestores e colaboradores de uma organização estão em constante evolução, sendo viável para o aprimoramento da Green Human Resource Management (GHRM), Economia Circular e da Indústria 4.0 (RIOS, CHARNLEY, 2017; AMRUTHA, GEETHA, 2020; FANTINI, PINZONE, TAISCH; 2020).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desta pesquisa foi verificar se há correlação entre três áreas vigentes: a Green Human Resource Management (GHRM), a Economia Circular (E.C) e a Indústria 4.0 (setor 4.0). Pelos resultados, verificou-se que todas as áreas de pesquisa apresentaram constante interesse e proposta de estudos futuros para a área acadêmica. Entretanto, a responsabilidade social e a crescente preocupação com o meio em que vivemos, faz-se essencial as adequações das organizações aos padrões estabelecidos pela sociedade, visto que as execuções das mesmas proporcionam crescimento econômico, financeiro, sustentável e produtivo.

Ressalta-se, ainda, que cada domínio de estudo oportuniza uma vantagem inerente de sua função tanto para as organizações quanto para a sociedade. A vista disso, a E.C é um excelente veículo para obter vantagem competitiva e promover a sustentabilidade simultaneamente e, nestas circunstâncias, a Indústria 4.0 pode expandir significativamente a produtividade de entidades organizacionais, considerando sua alta capacidade tecnológica, além de aperfeiçoar o gerenciamento de fluxos de trabalho.

Não menos importante, a GHRM preconiza a célebre Iniciativa Verde no departamento de Recursos Humanos, facilitando o aprendizado e qualificação do colaborador no ambiente organizacional. Além de tudo, é uma grande aliada no desenvolvimento e transformação do atual processo industrial, pois é apta e confiável para introduzir iniciativas sustentáveis na gestão de recursos humanos, com o objetivo de consolidar a responsabilidade social corporativa por meio de ações voltadas à educação ambiental, da qual poderá incentivar e motivar seus colaboradores a mudarem seus hábitos, assim como auxiliar na execução de políticas ambientais e de procedimentos internos que tenham como propósito garantir o bem-estar da organização e de seus funcionários.

É aconselhável reestruturar o modelo econômico atual, assim como, a política pública e legislações vigentes, a fim de aderir novas estratégias que consigam conciliar o crescimento econômico com o desenvolvimento social de maneira sustentável, com o intuito de remover as barreiras existentes dentro das indústrias, como por exemplo: a falta de incentivos para o uso de recursos secundários, as limitações de infraestrutura, a ausência de tecnologias efetivas e o descarte inadequado dos resíduos.

Para que isso ocorra, é necessário que haja uma mudança cultural na forma de se produzir. O ideal é que as empresas comecem a pensar em uma economia baseada na agregação de valor, por meio de uma visão sistêmica de longo prazo que tenha como objetivo promover a regeneração dos recursos naturais, evitando gerar maiores impactos sociais e econômicos (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2018).

Além disso, é relevante citar que a interação da indústria 4.0 com a E.C permite, além de vantagens competitivas, as seguintes conjunturas: a inclusão de novas tecnologias de produção; melhor desempenho financeiro, a expansão de mercado e novos modelos de negócios.

Tendo em vista as características desta pesquisa e dos resultados obtidos, sugere-se que pesquisas futuras avancem investigando qualitativamente como pode ocorrer a relação entre a GHRM e EC no contexto da indústria 4.0, identificando quais são as barreiras e desafios para as áreas atuarem em conjunto.

## REFERÊNCIAS

Acharya, J., Serizawa, Y. & Gaur, S. (2019). Emerging technologies: Connecting millennials and manufacturing, Proceedings, IEEE 1st **International Conference on Cognitive Machine Intelligence**, CogMI 2019, 180.

Ahmad, S. (2015). Green human resource management: Policies and practices. **Cogent business & management**, 2(1).

Amrutha, V. N., Geetha, S. N. (2020). A systematic review on green human resource management: Implications for social sustainability. **Journal of Cleaner Production**, 247, 119-131.

Ardito, L., Petruzzelli, A.M., Panniello, U. & Garavelli, A.C. (2019). Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration, **Business Process Management Journal**, 25(2), 323-346.

Bag, S., Yadav, G., Wood, L.C., Dhamija, P. & Joshi, S. (2020). Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics", **Resources Policy**, 68.

Belaud, J., Prioux, N., Vialle, C. & Sablayrolles, C. (2019). Big data for agri-food 4.0: Application to sustainability management for by-products supply chain, **Computers in Industry**, 111, 41-50.

Birkel, H.S., Veile, J.W., Müller, J.M., Hartmann, E. & Voigt, K. (2019). Development of a risk framework for Industry 4.0 in the context of sustainability for established manufacturers, **Sustainability (Switzerland)**, 11 (2).

Bressanelli, G., Adrodegari, F., Perona, M. & Saccani, N. (2018). The role of digital technologies to overcome Circular Economy challenges in PSS Business Models: An exploratory case study, **Procedia CIRP**, 216.

Bussler, N. R. C., Sausen, J. F. C. L., Baggio, D. K., Froemming, L. M. S. & Fernandez, S. B. V. (2017). Responsabilidade social e a governança corporativa: perspectivas de gestão socioambiental nas organizações. **RGC**, Santa Maria, v.4, n.8, p. 91-108, jul./dez. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2359043227199>

Cezarino, L.O., Liboni, L.B., Oliveira Stefanelli, N., Oliveira, B.G. & Stocco, L.C. (2019). Diving into emerging economies bottleneck: Industry 4.0 and implications for circular economy, **Management Decision**.

Chauhan, C., Sharma, A. & Singh, A. (2019). A SAP-LAP linkages framework for integrating Industry 4.0 and circular economy, **Benchmarking**.

Chen, B., Wan, J., Shu, L., Li, P., Mukherjee, M. & Yin, B. (2017). Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges, **IEEE Access**, vol. 6, pp. 6505-6519. DOI: 10.1109 / ACCESS.2017.2783682.

Jabbour, C. C. J., Fiorini, C. P., Wong, C.W.Y., Jugend, D., Jabbour, A.B. L. S., Seles, B.M. R. P., Pinheiro, M.A. P. & Silva, H.M. R. (2020). First-mover firms in the transition towards the sharing economy in metallic natural resource-intensive industries: Implications for the circular economy and emerging industry 4.0 technologies, **Resources Policy**, vol. 66.

Jabbour, C. J. C, Sarkis, J., Jabbour, A. B. L. S., Scott Renwick, D.W., Singh, S.K., Grebinevych, O., Kruglianskas, I. & Filho, M.G. (2019). Who is in charge? A review and a research agenda on the 'human side' of the circular economy, **Journal of Cleaner Production**, vol. 222, 793-801.

Confederação Nacional da Indústria. Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira / **Confederação Nacional da Indústria**. – Brasília: CNI, 2018. 64 p.: il. ISBN 978-85-7957-166-4

Daú, G., Scavarda, A., Scavarda, L.F. & Portugal, V.J.T. (2019). The healthcare sustainable supply chain 4.0: The circular economy transition conceptual framework with the corporate social responsibility mirror, **Sustainability (Switzerland)**, vol. 11, no. 12.

Dev, N.K., Shankar, R. & Qaiser, F.H. (2020). Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance, **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 153.

Elia, V, Gnoni, M. G & Tornese, F. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. **Journal of Cleaner Production** 142 2741e2751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.196>.

Ellen Mac Arthur Foundation, EMF. (2014). Toward the Circular Economy - Accelerating the Scale-Up across Global Supply Chains. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_ENV\\_TowardsCircularEconomy\\_Report\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf).

Erro-Garcés, A.(2019). Industry 4.0: defining the research agenda, **Benchmarking** .

Fantini, P., Pinzone, M. & Taisch, M. (2020). Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design: Modelling and assessing human activities within cyber-physical systems, **Computers and Industrial Engineering**, vol. 139. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.01.025>.

Fatimah, Y.A., Govindan, K., Murniningsih, R. & Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia, **Journal of Cleaner Production**, vol. 269.

Fisher, O.J., Watson, N.J., Escrig, J.E., Witt, R., Porcu, L., Bacon, D., Rigley, M. & Gomes, R.L. (2020). Considerations, challenges and opportunities when developing data-driven models for process manufacturing systems, **Computers and Chemical Engineering**, vol. 140.

Frank, A.G., Dalenogare, L.S. & Ayala, N.F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies, **International Journal of Production Economics**, vol. 210, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>.

Garcia-Muiña, F.E., González-Sánchez, R., Ferrari, A.M. & Settembre-Blundo, D. (2018). The paradigms of Industry 4.0 and circular economy as enabling drivers for the competitiveness of businesses and territories: The case of an Italian ceramic tiles manufacturing company, **Social Sciences**, vol. 7, no. 12.

Garcia-Muiña, F.E., González-Sánchez, R., Ferrari, A.M., Volpi, L., Pini, M., Siligardi, C. & Settembre-Blundo, D. (2019). Identifying the equilibrium point between sustainability goals and circular economy practices in an Industry 4.0 manufacturing context using eco-design, **Social Sciences**, vol. 8, no. 8.

Garrido-Hidalgo, C., Olivares, T., Ramirez, F.J. & Roda-Sanchez, L. (2019). An end-to-end Internet of Things solution for Reverse Supply Chain Management in Industry 4.0, **Computers in Industry**, vol. 112.

Gattullo, M., Scurati, G.W., Fiorentino, M., Uva, A.E., Ferrise, F. & Bordegoni, M. (2019). Towards augmented reality manuals for industry 4.0: A methodology, **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, vol. 56, 276-286. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2018.10.001>.

Geissdoerfer et al. (2017). The Circular Economy e A new sustainability paradigm? M. 758 Geissdoerfer et al. / **Journal of Cleaner Production** 143 757e768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.

Gravagnuolo, A., Angrisano, M. & Girard, L.F. (2019). Circular economy strategies in eight historic port cities: Criteria and indicators towards a circular city assessment framework, **Sustainability (Switzerland)**, vol. 11, no. 13.

Harmon, J., Fairfield, K. D. & Wirtenberg, J. (2010). Missing an opportunity: HR leadership and sustainability. **People and strategy**, v. 33, n. 1, 16,

Haseeb, M., Hussain, H.I., Ślusarczyk, B. & Jermsittiparsert, K. (2019). Industry 4.0: A solution towards technology challenges of sustainable business performance, **Social Sciences**, vol. 8, no. 5. <https://doi.org/10.3390/socsci8050154>.

Heyes, G., Sharmina, M., Mendoza, J.M.F., Gallego-Schmid, A. & Azapagic, A. (2018). Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies, **Journal of Cleaner Production**, vol. 177, 621-632. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.168>.

Malinauskaite, J., Jouhara, H., Czajczyńska, D., Stanchev, P., Katsou, E., Rostkowski, P., Thorne, R.J., Colon, J., Ponsa, S., Al-Mansour, F., Anguilano, L., Krzyzyska, R., Lopez, I.C. & Vlasopoulos, A.N. Spencer. (2017). Gestão municipal de resíduos sólidos e desperdício de energia no contexto de uma economia circular e reciclagem de energia na Europa. **The Authors. Published by Elsevier Ltd.** <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.1280360-5442/©>.

Jabbour, C. J. C., Teixeira, A. A. & Jabbour, A. B. L. S. (2013). Treinamento ambiental em organizações com certificação ISO 14001: estudo de múltiplos casos e identificação de coevolução com a gestão ambiental. **Prod.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 80-94, Mar. . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132013000100006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132013000100006&lng=en&nrm=iso)>. access on 26 Sept. 2020. Epub June 21, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000047>.

Jayakumar, J., K, J., K.E.K, V. & Hasibuan, S. (2020). Modelling of sharing networks in the circular economy, **Journal of Modelling in Management**, vol. 15, no. 2, 407-440.

Jensen, J. P. & Remmen, A. (2017). Enabling Circular Economy Through Product Stewardship, **Procedia Manufacturing**, vol. 8, 377-384.

Kalmykova, Y., Sadagopan, M. & Rosadoc, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, Conservation & Recycling** 135 190–201, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>

Kerdlap, P., Low, J.S.C. & Ramakrishna, S. (2019). Zero waste manufacturing: A framework and review of technology, research, and implementation barriers for enabling a circular economy transition in Singapore, **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 151.

Kerin, M. & Pham, D.T. (2019). A review of emerging industry 4.0 technologies in remanufacturing, **Journal of Cleaner Production**, vol. 237.

Kerin, M. & Pham, D.T. (2020). Smart remanufacturing: a review and research framework, **Journal of Manufacturing Technology Management**.

Kim, Y. J. et al. (2019). The effect of green human resource management on hotel employees' eco-friendly behavior and environmental performance. **International Journal of Hospitality Management**, v. 76, p. 83-93,.

Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceituando a economia circular: uma análise de 114 definições. **Resources, Conservation & Recycling** 127, 221–232, 0921-3449/ © 2017 The Author(s). Published by Elsevier B.V. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Kjaer, L.L., Pigosso, D.C.A., Niero, M., Bech, N.M. & McAloone, T.C. (2019). Product/Service-Systems for a Circular Economy: The Route to Decoupling Economic Growth from Resource Consumption? **Journal of Industrial Ecology**, vol. 23, no. 1, 22-35. <https://doi.org/10.1111/jiec.12747>.

Korhonen, J., Honkasalo, A. & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. **Ecological economics**, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.



Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A. & Birkie, S.E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept, **Journal of Cleaner Production**, vol. 175, 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>.

Kouhizadeh, M., Zhu, Q. & Sarkis, J. (2020). Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice, **Production Planning and Control**, vol. 31, no. 11-12, 950-966.

Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E.F.R. & Ramos, L.F.P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal, **International Journal of Production Research**, vol. 55, no. 12, 3609-3629., DOI: [10.1080/00207543.2017.1308576](https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576)

Limba, T., Novikovas, A., Stankevičius, A., Andrulevičius, A. & Tvaronavičiene, M. (2020). Big data manifestation in municipalwaste management and cryptocurrency sectors: Positive and negative implementation factors, **Sustainability (Switzerland)**, vol. 12, no. 7.

Lin, K.. (2018). User experience-based product design for smart production to empower industry 4.0 in the glass recycling circular economy, **Computers and Industrial Engineering**, vol. 125, 729-738.

Jabbour, A.B. L. S. , Jabbour, C. J. C., Godinho Filho, M. & Roubaud, D. (2018) Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations, **Annals of Operations Research**, vol. 270, no. 1-2, 273-286. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2772-8>.

Lu, J., Ren, L., Zhang, C., Rong, D., Ahmed, R.R. & Streimikis, J. (2020). Modified Carroll's pyramid of corporate social responsibility to enhance organizational performance of SMEs industry, **Journal of Cleaner Production**, vol. 271.

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues, **Journal of Industrial Information Integration**, vol. 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.

Lüdeke-Freund, F., Gold, S. & Bocken, N.M.P. (2019). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns, **Journal of Industrial Ecology**, vol. 23, no. 1, 36-61. <https://doi.org/10.1111/jiec.12763>.

Makarova, I., Gubacheva, L. & Andreev, A. (2019). Improving transport system environmental friendliness and energy efficiency due to using the gas generator as an alternative fuel, Proceedings - International **Conference on Developments in eSystems Engineering**, DeSE, 789.

Manavalan, E. & Jayakrishna, K. (2019). An analysis on sustainable supply chain for circular economy, **Procedia Manufacturing**, 477.

Martín-Gómez, A., Aguayo-González, F. & Luque, A. (2019). A holonic framework for managing the sustainable supply chain in emerging economies with smart connected metabolism, **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 141, 219-232.

Martins, P. S., Escrivao Filho, E. & Nagano, M. S. (2015). Gestão ambiental e estratégia empresarial em pequenas e médias empresas: um estudo comparativo de casos. **Eng. Sanit. Ambient.** [online], v. 20, n. 2, p.225-234. DOI: 10.1590/S1413-41522015020000115365.

Masri, H. A. & Jaaron, A. A. M. (2017). Assessing green human resources management practices in Palestinian manufacturing context: An empirical study. **Journalofcleanerproduction**, v. 143, p. 474-489.

Mboli, J.S., Thakker, D. & Mishra, J.L. (2020). An Internet of Things-enabled decision support system for circular economy business model, **Software - Practice and Experience**, .

McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Kemp, R. & Doménech, T. (2017). Circular Economy Policies in China and Europe, **Journal of Industrial Ecology**, vol. 21, no. 3, 651-661. <https://doi.org/10.1111/jiec.12597>.

Mortensen, S.T., Nygaard, K.K. & Madsen, O. (2019). Outline of an Industry 4.0 Awareness Game, **Procedia Manufacturing**, 309.

Muhuri, P.K., Shukla, A.K. & Abraham, A. (2019). Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview, **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, vol. 78, 218-235. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007>.

Müller, J.M. (2019). Business model innovation in small- and medium-sized enterprises: Strategies for industry 4.0 providers and users, **Journal of Manufacturing Technology Management**, vol. 30, no. 8, 1127-1142. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2018-0008>.

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 (Switzerland)**, vol. 10, no.1. <https://doi.org/10.3390/su10010247>.

Murray, A., Skene, K. & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context, **Journal of Business Ethics**, vol. 140, no. 3, 369-380. DOI 10.1007/s10551-015-2693-2.

Nascimento, D.L.M., Alencastro, V., Quelhas, O.L.G., Caiado, R.G.G., Garza-Reyes, J.A., Lona, L.R. & Tortorella, G. (2019). Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal, **Journal of Manufacturing Technology Management**, vol. 30, no. 3, 607-627.

Nejati, M., Rabiei, S. & Jabbour, C. J. C. (2017). Envisioning The Invisible: Understanding The Synergy Between green human resource management and green supply chain management in manufacturing firms in Iran in light of the moderating effect of employees' resistance to change. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, 163-172.

Okorie, O., Salonitis, K., Charnley, F., Moreno, M., Turner, C. & Tiwari, A. (2018). Digitisation and the circular economy: A review of current research and future trends, **Energies**, vol. 11, no. 11.

Ozkan-Ozen, Y.D., Kazancoglu, Y. & Kumar Mangla, S. (2020). Synchronized Barriers For Circular Supply Chains In Industry 3.5/Industry 4.0 Transition For Sustainable Resource Management, **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 161.

Pauliuk, S. (2017). Avaliação crítica da norma de economia circular BS 8001: 2017 e um painel de indicadores quantitativos do sistema para sua implementação nas organizações. **Resources, Conservation & Recycling 129 (2018) 81–92**. The Author(s). Published by Elsevier B.V.

Pereira, R. M., Silva, V. R. F., Reina, D. R. M., Reina, D., Silva & W. A. M.. S. (2017). Disclosure Socioambiental Das Empresas brasileiras de capital aberto listadas no indice de sustentabilidade empresarial. **RAC - Revista de Administração e Contabilidade**, ano 16, n. 32, 120-143, jul./dez.

Petit-Boix, A. & Leipold, S. (2018). Circular economy in cities: Reviewing how environmental research aligns with local practices, **Journal of Cleaner Production**, vol. 195, 1270-1281. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.281>.

Pham, N.T., Hoang, H.T. & Phan, Q.P.T. (2019). Green human resource management: a comprehensive review and future research agenda, **International Journal of Manpower**.

Pham, T.T., Kuo, T., Tseng, M., Tan, R.R., Tan, K., Ika, D.S. & Lin, C.J. (2019). Industry 4.0 to accelerate the circular economy: A case study of electric scooter sharing, **Sustainability (Switzerland)**, vol. 11, no. 23.

Piscitelli, G., Ferazzoli, A., Petrillo, A., Cioffi, R., Parmentola, A. & Travagliani, M. (2020). Circular economy models in the industry 4.0 era: A review of the last decade, **Procedia Manufacturing**, 227.

Poschmann, H., Brüggemann, H. & Goldmann, D. (2020). Disassembly 4.0: A Review on Using Robotics in Disassembly Tasks as a Way of Automation, **Chemie-Ingenieur-Technik**, vol. 92, no. 4, 341-359.

Predeville, S., Cherim, E., & Bocken, N. (2018). Circular cities: mapping six cities in transition. **Environmental innovation and societal transitions**, 26, 171-194. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.03.002>

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C. & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy, **Journal of Cleaner Production**, vol. 179, 605-615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>.

Rajput, S. & Singh, S.P. (2019). Connecting circular economy and industry 4.0, **International Journal of Information Management**, vol. 49, 98-113. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.03.002>.

Rajput, S. & Singh, S. P. (2019). Industry 4.0 – challenges to implement circular economy, **Benchmarking**.

Ramakrishna, S., Ngowi, A., Jager, H.D. & Awuzie, B.O. (2020). Emerging Industrial Revolution: Symbiosis of Industry 4.0 and Circular Economy: The Role of Universities, **Science, Technology and Society**.

Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P., & Mäkinen, S. J. (2018). Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. **Resources, Conservation and Recycling**, 135, 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.017>.

Rejikumar, G., Sreedharan V, R., Arunprasad, P., Persis, J. & K.M, S. (2019). Industry 4.0: key findings and analysis from the literature arena, **Benchmarking**, vol. 26, no. 8, 2514-2542.

Renwick, D. W. S., Redman, T. & Maguire, S. (2013). Green human resource management: A review and research agenda. **International Journal of Management Reviews**, 15(1), 1-14. doi:10.1111/j.1468-2370.2011.00328.x.

Rios, I. C. & Charnley, F. J. S. (2017). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. **Journal of Cleaner Production** 160 109e122. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.130>.

Ritzén, S. & Sandstroma, G. O. (2017). Barreiras à Economia Circular - Integração De Perspectivas E Domínios. 2212-8271 © **Published by Elsevier B.V.** This is an open access article under the CC BY-NC-ND license. doi: 10.1016/j.procir.2017.03.005.

Rocca, R., Rosa, P., Sassanelli, C., Fumagalli, L. & Terzi, S. (2020). Integrating virtual reality and digital twin in circular economy practices: A laboratory application case, **Sustainability (Switzerland)**, vol. 12, no. 6.

Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D. & Terzi, S. (2020). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review, **International Journal of Production Research**, vol. 58, no. 6, 1662-1687.

Sarc, R., Curtis, A., Kandlbauer, L., Khodier, K., Lorber, K.E. & Pomberger, R. (2019). Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management – A review, **Waste Management**, vol. 95, 476-492.

Tang, G. et al. (2018). Green human resource management practices: scale development and validity. **Asia Pacific Journal of Human Resources**, v. 56, n. 1, p. 31-55.

Tseng, M., Tan, R.R., Chiu, A.S.F., Chien, C. & Kuo, T.C. (2018). Circular economy meets industry 4.0: Can big data drive industrial symbiosis?, **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 131, 146-147. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.028>.

Turner, C., Moreno, M., Mondini, L., Salonitis, K., Charnley, F., Tiwari, A. & Hutabarat, W. (2019). Sustainable production in a circular economy: A business model for re-distributed manufacturing, **Sustainability (Switzerland)**, vol. 11, no. 16.

Vanegas, P., Peetersa, J. R., Cattryssea, D., Tecchioc, P., Ardentec, F., Mathieuxc, F., Dewulfa, W. & Dufloua, J. R. (2018). Facilidade de desmontagem de produtos para apoiar estratégias de economia circular. **Resources, Conservation & Recycling** 135, 323–334, The Authors. Published by Elsevier,.B.V.<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.022>.

Wang, X.V. & Wang, L. (2019). Digital twin-based WEEE recycling, recovery and remanufacturing in the background of Industry 4.0, **International Journal of Production Research**, vol. 57, no. 12, 3892-3902. DOI: 10.1080/00207543.2018.1497819.

Welfens P. J. J.; Perret J. K.; Irawan. T. & Yushkova. E. (2016). Towards Global Sustainability: issues; new indicators and economic policy. **Springer International Publishing**. DOI:10.1007/978-3-319-18666-5.

Winans, K., Kendall, A. & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, vol. 68, 825-833. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>.

Xu, L.D. & Duan, L. (2019). Big data for cyber physical systems in industry 4.0: a survey, **Enterprise Information Systems**, vol. 13, no. 2, 148-169. <https://doi.org/10.1080/17517575.2018.1442934>.

Xu, L.D., Xu, E.L. & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends, **International Journal of Production Research**, vol. 56, no. 8, 2941-2962.DOI: 10.1080 / 00207543.2018.1444806.

Yadav, G., Luthra, S., Jakhar, S.K., Mangla, S.K. & Rai, D.P. (2020). A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case, **Journal of Cleaner Production**, vol. 254.

Yang, S., M. R., A.R., Kaminski, J. & Pepin, H. (2018). Opportunities for Industry 4.0 to Support Remanufacturing. **Appl. Sci.** 8, 1177.

Yong, Jing Yi; Yusliza, M. Y. & Fawehinmi, O. O. (2019). Green human resource management. **Benchmarking: An International Journal**.

Zaid, A. A., Bon, A. T. & Jaaron, A. A. (2018). Green human resource management bundle practices and manufacturing organizations for performance optimization: a conceptual model. **International Journal of Engineering & Technology**, v. 7, n. 3.20, 87-91.

Zeng, H., Chen, X., Xiao, X. & Zhou, Z. (2017). Institutional pressures, sustainable supply chain management, and circular economy capability: Empirical evidence from Chinese eco-industrial park firms. **Journal of Cleaner Production** 155 54e65. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.093>.

Zhu, J., Fan, C., Shi, H. & Shi, L. (2019). Efforts for a Circular Economy in China: A Comprehensive Review of Policies, **Journal of Industrial Ecology**, vol. 23, no. 1, 110-118. <https://doi.org/10.1111/jiec.12754>.