

AS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 COMO MOTIVADORES PARA A ADOÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR EM FOOD TECHS: uma análise na perspectiva dos stakeholders

TIAGO HENNEMANN HILARIO DA SILVA
UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

SIMONE SEHNEM

Introdução

As organizações estão enfrentando uma escassez de recursos devido as práticas insustentáveis de fabricação dos processos industriais e a utilização de recursos não renováveis; A Economia Circular (EC) busca encontrar na Indústria 4.0 (I4.0), gerar uma base de apoio a sua devida utilização nas organizações. Com base nesta realidade, muitos Stakeholders, entendem a importância deste desafio e estão se movendo em direção a uma economia mais sustentável. Este artigo utilizará as startups do setor de Food Techs, como objeto de estudo.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O objetivo deste estudo é analisar as tecnologias da Indústria 4.0 como motivadores para a Economia Circular, em startups do setor de Food Techs, através dos stakeholders mais relevantes. Com base neste objetivo, este artigo oferece três questões de pesquisa: RQ1: Como as startups Food Techs estão inseridas no contexto da Economia Circular? RQ2: De que forma as tecnologias da Indústria 4.0 podem apoiar a Economia Circular em startups do setor de Food Techs? RQ3: Quais são os stakeholders mais relevantes para as startups nos processos da Economia Circular?

Fundamentação Teórica

Nesta seção são apresentados, primeiramente os dois constructos teóricos deste estudo. Na primeira subseção a Economia Circular (EC) e depois as tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0). Como também os fatores motivadores para Economia Circular suportadas pela Indústria 4.0. Logo após é descrita a teoria dos Stakeholders. Por fim, é descrito o framework teórico para desenvolvimento e categorização dos dados levantados.

Metodologia

Foi desenvolvido por meio de entrevistas em profundidade conduzidas junto a 9 gestores de foodtechs. Outras fontes de coleta de dados foram utilizadas, a saber, relatórios, apresentações, folders, catálogos de produtos, consultas aos sites das empresas, Instagram, Facebook, LinkedIn e vídeos no Youtube das empresas.

Análise dos Resultados

(i) as tecnologias da I4.0 são elementares nas práticas adotadas pelas foodtechs; (ii) a EC está sendo internalizada suportada pelas I4.0; (iii) EC é viabilizada mediante engajamento, sinergia e coparticipação dos stakeholders; (iv) o fator inovação encontra-se presente na adoção da I4.0; (v) criação de novos mercados também é decorrente da adoção da I4.0, (vi) virtualizar e regenerar são as estratégias mais fortalecidas; (vii) IoT, big data e integração de componentes onipresentes e inteligentes nas cadeias de suprimentos são os artefatos destaque.

Conclusão

A contribuição do estudo está associada a legitimação das tecnologias da I4.0 como motivadoras para a adoção de EC e engajamento de stakeholders para o sucesso de modelos de negócios circulares. A contribuição prática é a validação dos três constructos de pesquisa do contexto das startups foodtechs. A contribuição teórica deste estudo é interseção entre dois constructos e uma teoria já fundamentada aplicado no contexto de empresas brasileiras, o qual ainda necessita de maior profundidade.

Referências Bibliográficas

Freeman, E. R.; Harrison, J. S.; Wicks, A. C.; Parmar, B. L. & Colle, S. (2010). Stakeholder theory: the state of the art. New York: Cambridge Press. Rajput, S., & Singh, S. P. (2020). Industry 4.0 Model for Circular Economy and Cleaner Production. Journal of Cleaner Production, 123853. Doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123853. Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., & Terzi, S. (2019). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. International Journal of Production Research, 1–26. Doi: 10.1080/00207543.2019.1680896.

Palavras Chave

Economia Circular, Indústria 4.0, Startups

Agradecimento a órgão de fomento

Ao CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

AS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 COMO MOTIVADORES PARA A ADOÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR EM FOOD TECHS: uma análise na perspectiva dos stakeholders

1 Introdução

O planeta está passando por um momento de desafios ambientais, onde ameaças globais de saúde e desastres naturais estão cada vez mais presentes no dia a dia da humanidade, sendo que a mudança climática é um dos maiores obstáculos a serem superados (ONU, 2015). Em apenas 50 anos, o uso de materiais em nosso planeta quase quadruplicou e a geração de resíduos está gerando a aceleração do consumo, visto que mais de 90% dos todos os materiais extraídos e usados são desperdiçados (CGR, 2022). Contrapondo a esta realidade, no planeta há comida mais do que suficiente produzida para alimentar toda a população. Contudo, há cerca de 830 milhões de pessoas cronicamente subnutridas (FAO, 2022).

Com base nesta realidade, as organizações estão enfrentando uma escassez de recursos devido as práticas insustentáveis de fabricação dos processos industriais e a utilização de recursos não renováveis, sendo que estas empresas estão objetivando a utilização de iniciativas sustentáveis para diminuir esta escassez. No entanto, a maioria destas organizações não está conseguindo atingir suas metas de sustentabilidade (Bag, Gupta & Kumar, 2020). O aumento do consumo está diretamente ligado ao crescimento da fabricação de itens (Bag & Pretorius, 2020).

Visando apoiar estes desafios, a Economia Circular (EC), que tem como objetivo principal a manutenção de produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor em todo o ciclo de vida, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos (Ellen MacArthur Foundation, 2015), Sendo assim, a Economia Circular (EC) busca encontrar na Indústria 4.0 (I4.0), as quais são um conjunto de tecnologias, dispositivos e processos com capacidade de operação de forma integrada (Beltrami, Orzes, Sarkis & Sartir, 2021) gerar uma base de apoio a sua devida utilização nas organizações (Sehnm, Provensi, Silva & Pereira, 2021). Contudo, muitos são os desafios para a implementação da Economia Circular, entre estes estão os altos custos iniciais, complexidade da cadeia de suprimentos, não cooperação entre as empresas, informações incongruentes fabricação dos produtos e altos custos durante o processo (Jaeger & Upadhyay, 2020).

A alimentação está diretamente interligada a existência e a cultura humana, pois precisamos dela para sobreviver. O sistema atual que vivemos tem dado subsistência a uma população em rápido crescimento e acelerado o desenvolvimento econômico e a urbanização. Contudo, os ganhos de produtividade vieram junto com um ônus, sendo que este modelo não é mais adequado para atender necessidades de longo prazo, sendo assim a transição para uma economia circular dos alimentos se apresenta como modelo necessário com benefícios econômicos, ambientais e de saúde em toda a cadeia de valor e na sociedade, de uma forma geral (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Com base nesta realidade, muitos Stakeholders, de diferentes setores, entendem a importância deste desafio e estão se movendo em direção a uma economia mais sustentável (Agrawal, Wankhede, Kumar, Upadhyay & Garza-Reyes, 2021).

Este artigo utilizará as startups do setor de Food Techs, como objeto de estudo. Estas empresas foram fundadas com proposito de fomentar um modelo de negócio ágil e enxuto, com capacidade de gerar valor para seu cliente, via resolução de um problema real, do mundo real, com possibilidade de oferecer uma solução escalável para o mercado. Utilizando, para isto, a tecnologia como sua aliada e ferramenta principal (ABSTARTUPS, 2022).

Com base nesta realidade, este estudo tem como objetivo analisar as tecnologias da Indústria 4.0 como motivadores para a Economia Circular, em startups do setor de Food Techs, através dos stakeholders mais relevantes. Com base neste objetivo, este artigo oferece três questões de pesquisa:

RQ1: Como as startups Food Techs estão inseridas no contexto da Economia Circular?

RQ2: De que forma as tecnologias da Indústria 4.0 podem apoiar a Economia Circular em startups do setor de Food Techs?

RQ3: Quais são os stakeholders mais relevantes para as startups nos processos da Economia Circular?

As principais contribuições deste estudo se justificam na necessidade de preencher algumas lacunas na literatura existente, tais quais a necessidade de maiores estudos empíricos que corroborem com a literatura atual (Ranta, Aarikka-Stenroos & Väisänen, 2021; Rosa et al., 2020), buscar uma melhor compreensão de como as tecnologias da I4.0 podem apoiar adequadamente a EC, na percepção dos Stakeholders (Silva e Sehnem, 2022a) e a utilização de proposições teóricas já criadas para validação em outros contextos organizacionais empíricos (Silva e Sehnem, 2022b). Sendo assim, além desta seção introdutória, a próxima seção contempla o referencial teórico, o qual versa sobre os campos teóricos da EC, I4.0 e os Motivadores para Economia Circular suportadas pela Indústria 4.0, a apresentação de definições acerca da Teoria dos Stakeholders e finaliza com a descrição do framework teórico deste estudo. Logo após, a seção de metodologia apresenta o percurso percorrido para conduzir esta pesquisa. Na quarta seção a apresentação, análise e discussão dos resultados da pesquisa. E por fim, as considerações finais deste estudo.

2 Referencial teórico

Nesta seção são apresentados, primeiramente os dois constructos teóricos deste estudo. Na primeira subseção a Economia Circular (EC) e depois as tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0). Como também os fatores motivadores para Economia Circular suportadas pela Indústria 4.0. Logo após, é descrita a teoria dos Stakeholders. Por fim, é descrito o framework teórico para desenvolvimento e categorização dos dados levantados.

A EC toma como base dois ciclos, o biológico e o técnico. Os ciclos biológicos objetivam regenerar os ecossistemas, redução do excesso de extração de recursos naturais. Já os ciclos técnicos concentram-se em prolongar a vida útil dos produtos por meio de uma hierarquia de estratégias circulares, incluindo coleta, compartilhamento, manutenção/prolongamento, reutilização, reforma/remanufatura e reciclagem (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Sendo um sistema econômico que se baseia em modelos de negócios que substituem o conceito de fim de vida dos produtos e focam na redução do consumo de recursos e na geração de resíduos (Hettiarachchi, Brandenburg & Seuring, 2022). A EC tem sido amplamente utilizada nas organizações para transformar suas práticas produtivas mais éticas e sustentáveis.

Há disponível na literatura diversos modelos de negócios circulares, tais como: A Simbiose Industrial, que é uma estrutura que se baseia na ecologia industrial para a cooperação entre organizações, compartilhando água, recursos, energia, subprodutos e materiais residuais, projetando fluxos de materiais em que o consumo de energia e material é otimizado, a geração de resíduos é minimizado e os efluentes de um processo servem como material para outros processos (Sehnem, Vazquez-Brust, Pereira & Campos, 2019). O Produto como serviço, o qual oferece uma alternativa ao modelo tradicional “comprar e adquirir”, onde os produtos são usados por um ou vários agentes por meio de um contrato de arrendamento ou pagamento por uso por um determinado tempo (Sehnem, Campos, Julkovski & Cazella (2019). E também o Gerenciamento das Cadeias de Suprimentos Circulares, que integra a filosofia da economia circular na gestão da cadeia de suprimentos, o qual oferece uma perspectiva nova e atraente ao domínio da sustentabilidade da cadeia de suprimentos (Farooque, Zhang, Thürer, Qu, & Huisingh, 2019).

Neste estudo, é utilizado o modelo de negócio circular representado pela Estrutura ReSOLVE, criado pela Fundação Ellen MacArthur (2015). Este Framework identificou um conjunto de seis que organizações podem utilizar visando a transição para a economia circular,

podendo promover o aumento do uso de ativos físicos, prolongando seu ciclo de vida e também a substituição de recursos finitos por fontes renováveis. Cada uma destas ações reforça e acelera o desempenho das outras. Na Tabela 1 é representado estas seis ações.

Tabela 1 – Framework ReSOLVE adaptado pelos autores de Fundação Ellen MacArthur (2015)

Ação	Principais tópicos
Regenerar (<i>Regenerate</i>)	- transição para energia e materiais renováveis; - regenerar, manter e restaurar a saúde dos ecossistemas; - implementar recursos biológicos recuperados para a biosfera;
Compartilhar (<i>Share</i>)	- compartilhar ativos, como, por exemplo, carros, salas, eletrodomésticos; - usar e reutilizar produtos de segundo uso; - prolongar o tempo de vida dos produtos por intermédio de manutenção, projetos mais duradouros, miar possibilidade de atualização, entre outros;
Otimizar (<i>Optimize</i>)	- aumentar o desempenho dos produtos; - remover a utilização de resíduos nos processo produtivos e na cadeia de suprimentos; - promover a utilização de tecnologias da I4.0;
Ciclar (<i>Loop</i>)	- remanufaturar produtos ou matérias primas; - reciclar materiais; - objetivar a utilização de digestão anaeróbica; - expurgar substâncias bioquímicas dos resíduos orgânicos;
Virtualizar (<i>Virtualize</i>)	- desmaterialização direta, como, por exemplo, livros, DVD's, viagens, etc. - desmaterialização indireta, como, por exemplo, compras on-line,
Trocar (<i>Exchange</i>)	- substituição de materiais não renováveis antigos por outros mais atuais; - aplicação de novas tecnologias, como, por exemplo as da I4.0; - opção por novos produtos ou serviços, por exemplo, transportes compartilhados;

O conceito de I4.0, foi primeiramente apresentado na feira de Hannover, Alemanha, em 2011, descreve que as tecnologias digitais estão fundamentadas no computador, softwares e redes (Schwab, 2016). As tecnologias da Indústria 4.0 estão sendo cada vez mais exploradas por acadêmicos, pesquisadores, profissionais e outros interessados relevantes e há grandes expectativas que estas suportem mudanças drásticas nas cadeias produtivas e no setor de serviços (Nascimento et al, 2018). Dentre as tecnologias disponíveis atualmente, utilizaremos como foco deste estudo as previamente levantadas em estudos progressos sobre o tema da Indústria 4.0 (Silva e Sehnem, 2022a; Silva e Sehnem, 2022b). Estas tecnologias adicionam flexibilidade e adaptabilidade às redes da cadeia de suprimentos (Ivanov, Dolgui & Sokolov, 2022).

Estas tecnologias surgem como potenciais habilitares para modelos de negócios circulares e também possuem a capacidade de dar visibilidade de demonstrar visibilidade e inteligência aos produtos (Ranta, Aarikka-Stenroos, & Väisänen, 2021). Tomando como base o arcabouço teórico de estudos progressos este artigo abrange algumas das possíveis tecnologias da Indústria 4.0 para a aplicação na Economia Circular. Na tabela 2 são descritas quais são as tecnologias já estudadas, a sua definição e os autores bases para este referencial.

Tabela 2 – Principais tecnologias da I4.0 e a sua relação com a EC

Tecnologia	Definição	Relação com a Economia Circular	Autores base
Aprendizado de máquina (<i>Machine learning</i>)	Tecnologia computacional que possui a capacidade de aprender de acordo com a resposta gerada com base na associação de diferentes dados, sendo que estes podem ser imagens, números, mapas, fotografias, entre outros.	Os estudos existentes têm mostrado que a combinação de fatores de impacto ambiental, mais elementos de serviço e mudanças de preços, ter um forte efeito sobre a preferência dos clientes, principalmente na questão que aborda a redução de	Lieder, Asif & Rashid (2020);

		emissão de carbono, o que pode apoiar a alavancagem da EC.	
Aprendizagem Profunda (Deep Learning)	Técnica que toma como base múltiplas camadas de processamento para aprender representações de dados e a sua devida relação com vários níveis de abstração.	Pode gerar um suporte técnico personalizado em sites que utilizam as premissas da Economia Circular.	Lieder, Asif & Rashid, (2020); Akanbi, Oyedele, Oyedele & Salami (2020)
Automação	Conjunto de tecnologias que podem utilizar sensores, RFID, entre outros	Pode minimizar o consumo de energia elétrica utilizada nos maquinários produtivos (Rajput & Sing, 2020).	Rajput & Sing (2020)
Big Data	Sistema que gera dados, os formata e os reduz, gerando um padrão oculto destas informações.	Possibilita que os dados sejam virtualizados e que possam ser armazenados da maneira eficiente e econômica, sendo que pode apoiar a EC na obtenção de uma produção mais limpa.	Rajput & Sing, (2020); Bag & Pretorius, (2020)
Blockchain	Livros digitais que possuem registros e transações criptografados, podendo operar de forma independente, sem a necessidade de comunicação com outras partes, para confirmar as transações. Se tornou popular devido a sua utilização nas criptomoedas, como o Bitcoin.	A sua possível utilização pode alavancar resultados de programas de circularidade.	Kouhizadeh et al., (2019); Ma, Zhang, Yang, Lv, Ren & Liu, (2020); Zhu, Bai & Sarkis, (2022).
Integração de componentes onipresentes e inteligentes nas cadeias de suprimentos	Conjunto de técnicas que auxiliam a redução de custos na cadeia de suprimentos e permitem verificar resultados através de sensoriamento remoto, rastreabilidade e análise de resultados.	Podem promover a utilização de sistemas de produção mais limpos e sistemas produtivos éticos, permitindo gerar dados através de etiquetas de RFID, auxiliando assim a gestão da logística reversa dos materiais obsoletos	Rajput & Sing (2020)
Internet das Coisas (Internet of Things – IoT)	Tecnologia que utiliza combinações de dispositivos para gerar dados, enviá-los para outros dispositivos e depois enviá-los para a nuvem.	A sua utilização pode estender o ciclo de vida do produto ou até mesmo na utilização desta tecnologia para digitalização das práticas de EC, através de ambientes industriais inteligentes.	Rosa, Sassanelli, Urbinati, Chiaroni & Terzi (2019); Bag, Gupta & Kumar (2021); Rajput & Sing (2020)
Manufatura aditiva	Tecnologia, também conhecida como Impressão 3D, que permite a produção de determinados itens por intermédio da disposição camada por camada de determinado material, de forma contínua ou incremental remanufatura de produtos ou componentes.	Pode objetivar o aumento do ciclo de vida de produtos.	Rosa, Sassanelli, Urbinati, Chiaroni & Terzi (2019); Tavares, Godinho Filho, Ganga & Calfei, 2020
Manufatura inteligente	Estruturas que contribuem para a redução dos desperdícios e gera suporte a eficiência dos sistemas operacionais e de processamento	Tecnologia que objetiva o aumento na qualidade do produto, segurança e sustentabilidade. Estas ações contribuem para o desenvolvimento da EC	Sharma, Jabbour & Jabbour (2020)

Redes neurais computacionais	Redes que entendem padrões na rastreabilidade de produtos, os quais disponibilizados ao mercado	Reconhecem padrões, objetivando a pesquisa da circularidade dos materiais no projeto e execução	Akanbi, Oyedele, Oyedele & Salami (2020)
Sistemas Fuzzy Dematel	Sistemas que permitem traduzir em termos matemáticos a informação imprecisa expressa por um conjunto de regras linguísticas	É possível utilizar na EC para apoio na tomada de decisão para adoção de estratégias de realização de controles, classificação e previsão de séries.	Khan & Haleem, (2020); Kumar, Singh & Dwivedi, 2020; Khandelwal & Barua, 2020

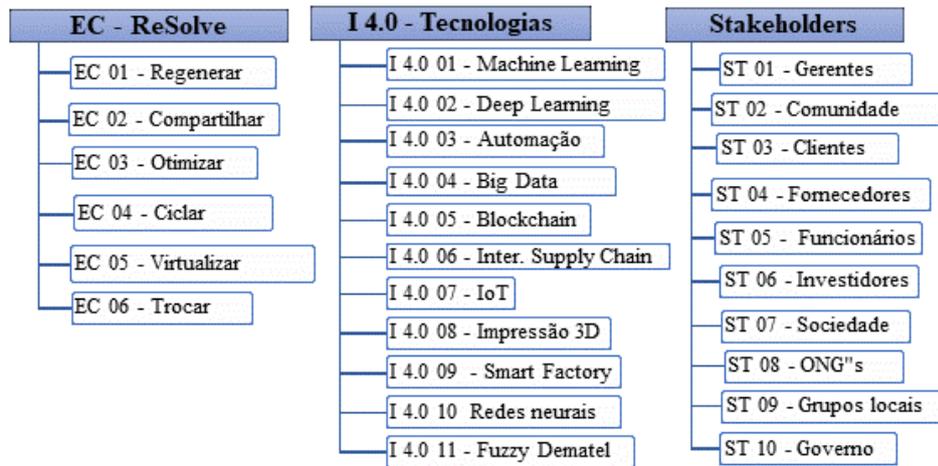
2.1 Teoria dos stakeholders

Os Stakeholder são qualquer grupo ou indivíduo que podem afetar ou ser afetado, pelo alcance dos propósitos de uma organização (Freeman, 1984). Estas partes interessadas são as que possuem, ou reivindicam propriedade, direitos ou interesses em uma organização (Clarkson, 1995). Esta teoria surgiu com o objetivo de entender e resolver três problemas: Como o valor é criado e negociado? Como conectar ética e capitalismo? Como os gerentes devem pensar a cerca de gestão objetivando que os dois primeiros tópicos sejam resolvidos (Freeman, Harrison, Wicks, Parmar & Colle, 2010).

A teoria dos stakeholders descreve que existem relacionamentos interconectados entre uma organização e vários outros agentes, a saber, gerentes, comunidade local, clientes, fornecedores, funcionários, investidores e sociedade civil, os quais afetam ou podem ser afetados pelas atividades organizacionais, descrevendo que uma empresa deve considerar o valor e as necessidades de um conjunto mais amplo de stakeholders, não apenas acionistas (Freeman, 2001). A pressão das partes interessadas pode motivar as organizações a adotarem certas práticas de sustentabilidade ambiental, sendo que a cadeia de suprimentos envolve também diversos atores que podem afetar a decisão de uma empresa de implementar uma nova tecnologia, incluindo também outras pressões externas, tais quais de organizações não governamentais (ONGs) ambientais, grupos de bairro ou até mesmo o governo (Zhu, Bai & Sarkis, 2022). Se tornou popular, tanto para acadêmicos, como também para executivos das organizações (Mitchell, Agile & Wood, 1997) e busca entender, dentro de sua unidade de análise as relações entre uma organização e os grupos ou indivíduos envolvidos, como clientes, fornecedores, acionais, bancos, comunidade, gestores, entre outros, podem interagir para criar e comercializar valor. Nesta teoria, a principal função dos gestores é administrar estas relações objetivando gerar o máximo de valor possível para todas as partes interessadas e gerenciar a distribuição deste valor (Freeman et al., 2010)

Suportada pela Teoria dos Stakeholders, com base no Framework ReSolve de negócios circulares, sendo motivados pelas tecnologias da Indústria 4.0, surge o framework teórico proposto neste estudo, conforme Figura 1. Nesta figura são descritas as categorias de análise de estudo. As suas denominações serão descritas mais reduzidas e também com algumas em inglês, pois são mais usuais na literatura pesquisada.

Figura 1 - Framework teórico do estudo



Tendo descrito nesta seção os dois campos teóricos deste estudo (EC e I4.0) somado a teoria dos Stakeholders, na próxima seção são apresentados os procedimentos metodológicos. Os codinomes adotados para classificação tipológica dos constructos EC, I4.0 e Stakeholders ilustrados nesta Figura 1, são usados para estruturação das Tabelas 3, 4 e 5.

3 Procedimentos Metodológicos

Após embasamento sobre os dois campos teóricos (EC e I4,0), as suas interpelações e também sobre a teoria base deste estudo, a dos Stakeholders, é apresentado o percurso metodológico e o objeto de estudo. A originalidade deste estudo toma como base as lacunas teóricas já levantadas previamente nos artigos de Silva e Sehnem (2022a) e Silva e Sehnem (2022b), onde foi verificado que há temas de pesquisas ainda não abordadas através de estudo que busque entender como as tecnologias da Indústria 4.0 podem motivar a Economia Circular, sob a visão dos Stakeholders, em startups do setor de Food Techs brasileiras. Contudo, podem ser enumerados alguns estudos que possuem escopo similar, a saber: Fatores motivadores para o desenvolvimento econômico da China via Indústria 4.0 e Economia Circular: inovação tecnológica ou mudança estrutural (Zhou, Song & Cui, 2020); A manufatura sustentável inteligente orientada por dados com base na resposta da demanda para indústrias de uso intensivo de energia (Ma et al., 2020), Blockchain e a economia circular: tensões potenciais e reflexões críticas da prática. (Kouhizadeh, Zhu & Sarkis, 2019), Modelo da Indústria 4.0 para Economia Circular e Produção Mais Limpa (Rajput & Singh, 2020), Avaliando as relações entre Economia Circular e Indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura (Rosa et al., 2019) e A economia circular inteligente: uma estrutura de estratégias circulares habilitada digitalmente para empresas de manufatura (Kristoffersen et al., 2020).

Com base na técnica de estudo de caso múltiplos e efetuando a comparação cruzada, surgem as proposições teóricas deste estudo.

Proposição 1: As startups Food Techs pesquisadas estão inseridas no contexto da Economia Circular.

Proposição 2: As tecnologias da Indústria 4.0 podem ser uma base de apoio para a Economia Circular, em startups do setor de Food Techs.

Proposição 3: Os stakeholders são atores participantes no processo da EC, em startups do setor de Food Techs.

Este estudo se caracteriza como um pesquisa exploratória qualitativa, com base em estudos de casos múltiplos, devido ao possível ineditismo do tema que emergem dos princípios conceituais, sendo que estes guiam a análise de resultados. Deixamos claro, neste estudo, que os resultados de nossa pesquisa não devem ser generalizados e também que estes não podem substituir pesquisas quantitativas conclusivas, com testes robustos de hipóteses e validação de

escalas. Este estudo se baseia em premissas metodológicas as quais já foram utilizadas em estudos anteriores por Sehnem et al. (2019a), Sehnem et al. (2019b) e Sehnem et al. (2021).

Como técnica principal de coleta de dados foram utilizadas as entrevistas em profundidade, sendo realizadas via reuniões on-line no Google Meet e também presencialmente, com uso de um roteiro de entrevista divididos em cinco blocos, a saber (i) perguntas gerais de perfil, (ii) EC, (iii) I4.0, (iv) Stakeholder e (v) comentários finais. Como técnicas de apoio é utilizada a análise documental, a qual é estável, pois pode ser revista quantas vezes seja necessária pelos pesquisadores (Yin, 2010), como relatórios, apresentações, folders e catálogos de produtos. E, como terceira fonte de pesquisa, os dados secundários, como consultas aos sites das empresas, Instagram, Facebook, LinkedIn e vídeos no Youtube das empresas.

Com posse nos dados levantados a partir da realização de entrevistas, as quais reunidas despenderam cerca de 15 horas de gravações e totalizaram mais de 200 páginas de transcrição. Somadas a análise documental e dados secundários, é efetuada a análise qualitativa, com base nas fases analíticas de compilação, decomposição, recomposição, rearranjo, interpretação e conclusão descritas por Yin (2010). A categorização da análise deste estudo é efetuada utilizando as subcategorias do framework ReSOLVE, as tecnologias da Indústria 4.0 e os Stakeholders envolvidos no processo. Os dados são descritos em de tabelas síntese. A constatação de utilização das práticas é descrita com (V) quando a característica foi evidenciada, com isto, é possível efetuar uma análise cruzada nas categorias.

3.1 - Objeto de pesquisa – Startups do setor de Food Techs

As startups estão associadas a um período de vida de uma empresa, onde nesta etapa ela busca desenvolver um produto ou serviço inovador, de base tecnológica, que possa ser um negócio com facilidade de ser replicado e escalado, sem aumento proporcional dos seus custos. Outro fator de uma startup é o ambiente de incerteza no qual ela está inserida. Dentre as suas principais características estão: a inovação, pois se diferencia do produtos ou serviço oferecido ao mercado, a escalabilidade, pois precisa atingir um número de usuários a custos relativamente baixos, a repetibilidade, pois deve ser possível replicar ou reproduzir seu produto, sem necessitar do crescimento na mesma proporção de recursos humanos ou financeiros e a flexibilidade e rapidez, pois deve ser capaz de atender e se adaptar rapidamente as demandas do mercado, geralmente, com estruturas enxutas e equipes formadas por poucas pessoas. O ecossistema brasileiro conta, atualmente, com 22.320 empresas, distribuídas em 784 cidades (ABSTARTUPS, 2022).

A pesquisa pelas empresas foi efetuada no site Startup Scanner (<https://startupscanner.com>), o qual é uma ferramenta que permite aos usuários monitorar constantemente startups de diversos setores e participar ativamente da construção dos mapeamentos. Esta ferramenta, realizada pela Liga Ventures e com o apoio estratégico da PwC Brasil, permite monitorar startups de diversos setores e participar ativamente da construção dos mapeamentos. É considerada a maior base startups do Brasil. O setor de pesquisa é o de Food Techs brasileiras. O levantamento dos dados foi realizado entre os meses de agosto e setembro de 2022. A amostra do estudo é composta por nove startups, Conforme Eisehardt (1989) não há um número correto para a garantia de que um estudo de caso tenha sucesso. Neste estudo, serão analisadas nove diferentes startups, apresentadas através de siglas, para preservar a sigilidade destas organizações. Sendo estas identificadas por AP, PF, NU, RU, OM, MN, SL, MS e EM.

Tendo apresentado nesta seção a metodologia deste estudo, o setor estudado e a breve descrição das empresas pesquisadas, na próxima seção é apresentado os resultados deste estudo.

4 Apresentação e análise dos resultados

Primeiramente nesta seção são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa nas nove foodtechs. É apresentada a categorização por constructo da pesquisa, a EC por meio do modelo de negócios ReSOLVE, as tecnologias da Indústria 4.0 que foram identificadas como possíveis apoiadoras para a Economia Circular e, por fim, a identificação dos principais stakeholders deste processo.

4.1 Apresentação dos Resultados

Nesta sub seção apresentaremos os resultados do estudo, no formato de tabelas por categorias de análise. São identificadas as ações do modelo de negócios ReSOLVE, as tecnologias da I4.0 e os stakeholders, A Tabela 3 apresenta as seis tipologias de economia circular, através do modelo de negócios ReSOLVE mapeadas nas startups pesquisadas.

Tabela 3 – Identificação de ações da estrutura ReSOLVE nas Startups estudadas

Startups	Economia Circular – Framework ReSOLVE					
	EC 01 Regenerar	EC 02 Compartilhar	EC 03 Otimizar	EC 04 Ciclar	EC 05 Virtualizar	EC 06 Trocar
AP	V	V	V	V	V	V
PF	V				V	
NU	V		V	V	V	V
RU	V		V	V	V	
OM		V			V	V
MN	V		V			
SL	V	V	V	V	V	V
MS		V			V	
EN	V	V	V	V	V	V

Na tabela 3 identificamos que em todas as empresas pesquisadas, há ações que remetem a categorização da estrutura ReSOLVE. Com destaque as startups AP, SL e EN nas quais todas as ações foram identificadas. A tabela 4 identificação das possíveis tecnologias da I4.0 nas Startups estudadas, para apoio na EC.

Tabela 4 – Identificação das possíveis tecnologias da I4.0 nas Startups estudadas, para apoio a EC

Startups	Tecnologias da Indústria 4.0										
	I4.0 01	I4.0 02	I4.0 03	I4.0 04	I4.0 05	I4.0 06	I4.0 07	I4.0 08	I4.0 09	I4.0 10	I4.0 11
AP				V			V				
PF	V	V	V	V	V	V	V				
NU						V	V				
RU		V	V			V	V				
OM				V			V		V		
MN						V	V				
SL				V		V					
MS	V		V	V			V				
EN			V				V				

Destacamos, com base nos achados descritos na Tabela 5, que todas as startups pesquisadas consideram alguma tecnologia da I4.0 como possível fator apoiador para a EC. Destacamos que a o Big Data, (5 citações), a Integração de Integração de componentes onipresentes e inteligentes nas cadeias de suprimentos (5 citações) e principalmente a Internet das Coisas (8 citações) foram as quais tiveram maior relevância. Contudo, as tecnologias da Impressão 3D, as Redes Neurais e os sistemas Fuzzy Dematel as com menor relevância (sem citações). A tabela 5 apresenta a identificação dos stakeholders, com base na categorização deste estudo.

Tabela 5 – Identificação dos principais Stakeholders nas startups Food Techs

Startups	Principais Stakeholders									
	ST 01	ST 02	ST 03	ST 04	ST 05	ST 06	ST 07	ST 08	ST 09	ST 10
AP	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓
PF	✓		✓		✓					
NU	✓		✓	✓	✓	✓	✓			
RU	✓		✓	✓		✓				
OM	✓		✓	✓						
MN	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
SL	✓		✓	✓						✓
MS	✓		✓							
EN	✓				✓					

Na tabela 5 identificamos que as partes interessadas mais citadas foram os gerentes, visto que neste estudo consideramos os entrevistados como parte principal desta categoria. Os clientes, com 8 citações, os fornecedores com 5 citações e os investidores com 4 citações são outros stakeholders relevantes. Já as demais categorias de análise não obtiveram relevância, com número baixo de citações

Identificamos que as principais citações nos remeteram a aspectos da Economia Circular e também a questões sustentáveis destes atores. A questão da necessidade de apoio de outras partes, como governo e investidores, apesar de não ter sido identificados por grade parte da amostra, se torna presente nestas citações. Sendo apresentado os resultados da pesquisa, na próxima subseção são descritas as discussões dos resultados.

4.2 Discussão dos Resultados

Nesta subseção, as três proposições deste estudo apresentadas anteriormente são discutidas em conjunto com os resultados de pesquisa relevantes selecionados. Primeiramente, ressaltamos que todas as startups pesquisadas são empresas com datas de fundação recentes, a com maior tempo de vida foi fundada em 2014. Na grande maioria, são empresas com estruturas enxutas, onde os sócios e proprietários atuam em todas as frentes dentro das organizações, efetuando, em alguns casos, múltiplas funções, desde técnicas e comerciais.

a) A Proposição 1 (As startups Food Techs pesquisadas estão inseridas no contexto da Economia Circular) é validada visto que, apesar da Economia Circular ainda ser um campo teórico pouco explorado na literatura e prática (Ranta, et al., 2021; Rosa et al., 2020) todas as startups pesquisadas já possuem alguma ação que relacione este tema. Muito embora práticas isoladas não reflitam o mainstream da economia circular, ela deve fazer parte do mainstream, do pensamento estratégico e dos modelos de negócios adotados pelas startups. Todos os entrevistados possuem o conhecimento empírico deste conceito, o que poderia remeter na possibilidade de novas pesquisas nestas empresas, com perspectiva de maior abrangência nas perguntas. Cadeia de suprimentos circulares, também é citado por grande parte dos entrevistados, o que sinaliza o entendimento da necessidade de encadeamento, sinergia, cooperação entre os distintos stakeholders para viabilização de práticas de economia circular.

Esta validação se embasa, prioritariamente, na constatação que em todas as startups o conceito de Economia Circular já está presente, tanto em algumas práticas, como já citado, como também no perfeito conhecimento de seus modelos de negócios. Quanto ao Framework ReSOLVE (Fundação Ellen MacArthur, 2015), todas as dimensões foram amplamente identificadas. Na ação de Regenerar, a Startup EN destaca o uso de embalagens biodegradáveis e o uso da biodiversidade nos seus produtos. Já a Startup MN descreve que “A gente entende que a diversificação de matérias primas é importante para sustentabilidade ambiental” . Fica clara a intensão da empresa AP na citação “Eu percebi que quando a gente trabalha com produto vegano... não tinha esse uso intenso de produtos químicos para a própria higienização da

fábrica. É como se a gente tivesse lavando louça só. Não fica resíduo.” A empresa NU foi bem enfática nas suas ações: “Esse lado da regeneração, a gente tem projetos para fazer o primeiro queijo carbono neutro do Brasil... o nosso é com produtor local, ingredientes naturais, carbono neutro, a gente tem um monte de vantagens”. Já no Compartilhar, a própria empresa OM é um grande exemplo, pois seu negócio é um “Coworking de cozinhas”.

Nas ações de Otimizar, a Startup SL é uma provedora de serviços de soluções de produtos com base na Economia Circular, como destaca a entrevistada “Nossas soluções são totalmente a base de plantas e a gente pesquisa o melhor tipo de embalagem e o melhor tipo de processo... a gente tenta incrementar nesse processo ao longo da cadeia o máximo possível de sustentabilidade e saudabilidade nos produtos...o aproveitamento integral dos alimentos, principalmente de subprodutos da indústria que às vezes a indústria nem sabe que tem estes rejeitos”. A quarta ação, e de Ciclar, encontramos alternativas na citação “Eu vejo o agricultor efetuando a economia circular, devolvendo o que é do solo para o solo: você deixou palhada, você tá devolvendo nitrogênio, tá devolvendo carbono, tá devolvendo cálcio, magnésio, potássio. Então isto é muito sustentável também.” (Startup PF).

Na quinta ação, a de Virtualizar foi destaca principalmente pela Startup PF, como citado pelo entrevistado “Muitos de nossos processos são virtualizados, a gente hoje tem um escritório físico mas a gente nem precisaria, porque como a gente trabalha com software, a gente conseguiria tocar uma empresa cem por cento on-line.” E por fim, na sexta ação, a de Trocar, podemos destacar as ações da Startup RU, na citação “O óleo do urucum mesmo hoje a gente está pegando esse óleo que é resíduo da indústria de corante. Então a gente vem trabalhando com esses produtos de forma a sempre agregar valor principalmente com alguns resíduos são até resíduos da indústria.”.

b) Sobre a Proposição 2 (As tecnologias da Indústria 4.0 podem ser uma base de apoio para a Economia Circular, em startups do setor de Food Techs) detectamos que em algumas empresas estas tecnologias ainda estão em fase embrionária de uso, como ressaltado pelas startups MN e EN “ainda estamos na I2.0”. Contudo, os conceitos apresentados no referencial teórico deste estudo são de pleno conhecimento dos entrevistados. Neste prisma, a startup PF foi enfática em afirmar que as tecnologias da I4.0 ajudam a implementar uma nova cultura junto ao produtor agrícola, onde o resultado econômico é importante, mas a sustentabilidade ambiental deve vir junto. Com base nos achados descritos abaixo, esta proposição pode ser validada.

Com boa parte das citações dos entrevistados o Big Data é uma tecnologia que pode apoiar a EC, como descrito “O uso do Big Data com certeza me ajuda. Facilita muito o meu trabalho no dia a dia. (Startup AP) e pela Startup RU e pela RU “O Big Data nós utilizamos para pesquisa, pois são diversas as pesquisas da dos ativos que nós trabalhamos e precisamos disto para entender dosagem daquele ativo.” Afirmações estas possibilitam que os dados sejam virtualizados e armazenados da maneira eficiente e econômica (Rajput & Sing, 2020); Bag & Pretorius, 2020) A Integração de componentes onipresentes e inteligentes nas cadeias de suprimentos foi outra tecnologia bastante citada (PF, NU, RU, MN e SL) onde descrevem a importância da utilização de QR codes, Códigos de barras e RFID nos processos logísticos, para minimização das perdas. Afirmativas estas que contribuem com o descrito pelos autores. Rajput & Sing, 2020.

A principal tecnologia levantada no estudo, foi a Internet das Coisas, principalmente no que tange o uso de aplicativos para telefones celulares, como citado pela NU “Nossa ideia é ter um aplicativo o para produtor local. Ter um pouco de informação e desenvolver o produtor local pra esse assunto de regeneração e a gente começar a estimular a nossa compra através de um aplicativo que baliza indicadores de regeneração. Indicadores de sustentabilidade” e também descrito pela startup OM “A IOT é uma coisa que seria muito interessante, talvez

ajudasse bastante, eu preciso desenvolver um equipamento que olha a temperatura das geladeiras quando eu estava fora. Medir temperatura corrente de energia elétrica. Porque muita energia elétrica é perdida nos cabos aí e o calor.” Estas citações e corroboram com a descrito pelos autores Rosa, Sassanelli, Urbinati, Chiaroni & Terzi (2019); Bag, Gupta & Kumar (2021); Rajput & Sing (2020).

Como já descrito, as tecnologias da Impressão 3D, as Redes Neurais e os sistemas Fuzzy Dematel não foram identificadas, apesar de serem conhecidas por alguns dos entrevistados. Muita destes não utilizações vai pelo alto valor agregados de utilização destas tecnologias, como descrito pela grande parte dos entrevistados. Mesmo sendo aparado por um arcabouço teórico sobre estas tecnologias, novas possíveis sugestões de tecnologias empíricas surgiram, as quais não contemplamos neste estudo, tais quais a computação na nuvem e a necessidade da Internet 5G, principalmente para os produtores fora da grandes centros urbanos (AP, NU e MN).

c) Em relação a Proposição 3 (Os stakeholders são atores participantes no processo da EC, em startups do setor de Food Techs), primeiramente identificamos que entre as empresas estudados, elas entre si atuam como stakeholders da cadeia produtiva de alimentação. Um exemplo é que, aletoriamente, duas empresas do mesmo grupo de produtores de alimentos, a NU e MN serão parceiras em um novo produto, mesmo sendo de regiões diferentes do Brasil. Como também a divisão de sub grupos, conforme apresentado na figura 3, formando assim, um ciclo virtuoso de stakeholders.

Um ponto a se destacar, é que todos os entrevistados foram os sócios proprietários das startups, demonstrando assim o que os gerentes são stakeholders importantes. Um ponto importante deste papel é apresentado na citação “Apesar da pegada sustentável, a gente precisava de algo que primeiro que resolvesse o problema de fato, para dar vantagem ao cliente” (Startup MS). Esta citação nos leva a primeiro problema que a teoria dos stakeholder busca resolver: Como o valor é criado e negociado? (Freeman, et al., 2010).

A importância dos clientes na Economia Circular é evidenciada na citação da startup PF “Hoje a gente atua com grandes grupos de cliente que tem esta visão da circularidade. Do setor de grão e fibra, floresta, de superenergético, etc.” e na citação “No caso do urucum, eles, os clientes, vão ter que certificar nossa planta, eles vão ter que tá toda com as documentações em dia e aí eles vão vir, vão certificar, fazer certificação deles.”(Startup RU). Esta mesma startup cita que” a preocupação dos clientes com questões relacionadas a saúde e bem-estar tem crescido nos últimos anos e demandam da indústria soluções de produtos que estejam alinhados a questões como segurança, transparência e eficácia” o que nos remete a questão da utilização das Tecnologias da I4.0.

Os fornecedores se apresentam como um importante elo para as startups pesquisadas. Foi possível identificar esta afirmação na citação A gente tem muita dificuldade com insumos.... não conseguimos comprar do produtor rural diretamente ...você tem um atravessador, você tem aí problemas de custo, problema de logística, um problema de qualidade porque esse empreendedor queria comprar direto do produtor.”(Startup OM). Já os investidores, apesar de serem citados por apenas 4 empresas, são considerados stakeholders relevantes, conforme apresentado nas citações “os fundos estão investindo na gente “ (startup NU) “Tem investidores procurando a gente, isso é um grande aval” (Startup MN) É importante ressaltar que novos stakeholders foram citados pelos entrevistados, como os franqueadores, certificadores, universidades, incubadoras, consultorias e cooperativas. Todas estas interpelações é o que a teoria dos stakeholders busca entender: relações entre uma organização e os grupos ou indivíduos envolvidos (Freeman et al., 2010). Sendo assim, a proposição 3 é validada.

Esses achados nos mostram que, apesar de se estarem em fase inicial de utilização por startups Food Techs, as tecnologias da Industria 4.0 são fatores motivadores para a economia

circular, através dos principais stakeholders. Esta afirmação tem como base a validação das três proposições deste estudo. A seguir apresentaremos as implicações gerenciais deste estudo.

4.3 Implicações gerenciais

As implicações gerenciais deste estudo, as quais podem apoiar gestores em futuras tomadas de decisão são:

a) apesar das dificuldades descritas por grande parte dos entrevistados, é possível praticar a economia circular como um fator de sucesso nas organizações, mas isto deve ser perceptível pelo mercado (clientes e investidores);

b) as tecnologias da I4.0 não são de baixo investimento para aplicação. Contudo, podem alavancar resultados financeiros a médio e longo prazo;

c) com base nos exemplos práticos das empresas participantes deste estudo, a prática da economia circular, com a sinergia dos principais stakeholders, com apoio das tecnologias emergentes da I4.0, tendem a gerar diferenciais competitivos que, conseqüentemente, resultam em lucros maiores, trabalhando assim em nichos específicos de mercados.

d) a relação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) pode ser mais amplamente utilizada pelas startups Food Tech, mesmo que algumas das empresas deste estudo já utilizem estas metas em seus planejamentos estratégicos (NU e EN) a um campo com mais oportunidades. Entre os ODS, pode-se destacar o 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável, o 3 Saúde e Bem-Estar, o 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura, 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, o 12 - Consumo e Produção Responsáveis e o 15 - Vida Terrestre (ONU, 2022).

4.4 Lições aprendidas

O estudo apresenta algumas lições aprendidas relevantes a serem citadas:

Lição 1: Apesar das startups ainda serem empresas pequenas (na amostra pesquisada a menor possuía 6 colaboradores e a maior 38), são totalmente inovadoras e atentas a novos conhecimentos e tecnologias. Como também a sustentabilidade econômica é importante para a subsistência das startups, mas foi evidenciado que a sustentabilidade social e ambiental está no mesmo patamar.

Lição 2: O senso de propósito e latente nestas organizações. Estas afirmações ficam clarividente na citação “uma empresa que está dando resultado então você sai um pouco daquele abstrato pra ir pra prática, sem sonhar, você não consegue inovar. dessa teoria e também sem sonho, sem propósito não faz muito sentido” (Startup MN).

Lição 3: as foodtechs são micro e pequenas empresas e sinalizam a sua potencialidade, alinhamento com as premissas da sustentabilidade e representatividade na geração de empregos, arrecadação, movimento econômico para os municípios onde estão instaladas. Representam o potencial de nascerem como empreendimentos adotantes de modelos de negócios circulares, suportados por tecnologias da I4.0 e com expertise suficiente para articular stakeholders em prol de resultados capazes de gerar uma transformação na sociedade, uma ressignificação de condutas e práticas mais inclusivas, conscientes, ecológicas e circulares,

Lição 4: Apesar de não ser o foco deste estudo, ressaltamos dois pontos considerados importantes para os pesquisadores: (i) a qualificação dos empreendedores das startups é de, no mínimo, graduação, o que demonstra que o conhecimento teórico pode gerar resultados práticos relevantes e (ii) a maioria das entrevistas foi com mulheres, as quais, ressaltamos que são as sócias diretores de seus respectivos negócios. Estas informações estão descritas na tabela 6.

Tabela 6 – Formação e gênero dos entrevistados

Startups	Formação	Gênero
AP	Bacharel em Administração de Empresas, com especialização em desenvolvimento de produtos orgânicos	Feminino

PF	Engenharia agrônoma, com mestrado em ciências	Masculino
NU	Engenharia de produção, com especialização em gestão empresarial	Feminino
RU	Engenheiro de manufatura	Masculino
OM	Bacharel em Desenho Industrial, com especialização em gestão de projetos	Masculino
MN	Bacharel em Comunicação e Publicidade e bacharel e Administração, com especialização em Gestão de Negócios em Comércio e Vendas	Feminino
SL	Bacharel em Engenharia Química, com especialização em desenvolvimento de novos produtos alimentícios, ciências e tecnologia de alimentos	Feminino
MS	Engenharia de Produção, com especialização em Engenharia da Qualidade e Mestrado em Engenharia de Produção	Masculino
EN	Bacharel em turismo, com especialização em Marketing e mestrado em comunicação	Feminino

A Tabela 6 evidencia uma diversidade de formações acadêmicas dos entrevistados. Isso sinaliza que a graduação cursada não é um elemento que permite traçar um padrão dos gestores. Existem sim características empreendedoras, perfil do sujeito, desejo de criar, prosperar e crescer, propensão a correr riscos que são aspectos identificados como presentes nos sujeitos pesquisados. São esses aspectos que caracterizam os proprietários das startups como empreendedores natos.

5 Considerações Finais

Este estudo procurou examinar as tecnologias da Indústria 4.0 como motivadores para a Economia Circular, em startups do setor de Food Techs, por meio dos stakeholders mais relevantes. As startups pesquisadas estão inseridas no contexto da EC e as tecnologias da Indústria 4.0 possuem grande importância neste cenário, como também o engajamento dos stakeholders foi identificado como relevante.

Além da validação das proposições, este estudo também pode ser resumido por duas citações de uma das empresas pesquisadas “A economia circular é um caminho sem volta. Este modelo de consumo de jogar tudo fora não se sustenta. O mundo moderno criou facilidades, mas criou muitos problemas. A tecnologia evoluiu muito rápido, e os processos para recuperar esses resíduos também evoluiu” e “Estamos completamente alinhados com a Economia Circular, pois ninguém faz isto sozinho. Mas esta transição demora, ela ainda é cara no Brasil (Startup RU).

A contribuição prática, além das contribuições gerenciais já citadas, é a validação dos três constructos de pesquisa do contexto das startups foodtechs. Este setor do mercado, apesar de já estar com os conceitos da Economia circular bem utilizados nos seus processos, ainda há um vasto campo de implementação, tendo a sua principal via as tecnologias da Indústria 4.0. A identificação também das principais partes interessadas neste processo é uma contribuição relevante para estas organizações. Outra contribuição é a ênfase dada pelo estudo nas tecnologias da I4.0, podendo sugerir uma agenda futura de implementação destas nas startups Food Techs.

A principal contribuição teórica deste estudo é interseção entre dois constructos e uma teoria já fundamentada aplicado no contexto de empresas brasileiras, o qual ainda necessita de maior profundidade. Como também contribuir com um estudo empírico que corrobore com a literatura atual. A utilização de proposições teóricas já criadas para validação em outros contextos organizacionais empíricos. Além do possível ineditismo deste estudo.

A contribuição social deste estudo é a pretensão de trazer a luz das pesquisas, mesmo que de maneira embrionária, a possibilidade de pequenas empresas, no caso deste estudo, as startups, a de utilização de tecnologias da Indústria 4.0 para a maximização da Economia Circular. Mesmo sendo estas tecnologias, em alguns casos, de alto investimento para o porte destas organizações. A conscientização que mesmo que seja um investimento alto, pode trazer resultados significativos no futuro, tanto no econômico, como ambiental,

Como sugestões de estudos futuros, primeiramente é a possibilidade análise sobre o prisma do gerenciamento da cadeia de suprimentos circulares (Farooque, et al. 2019), visto que os principais stakeholders citados são gerentes, fornecedores, clientes investidores, verificando as principais tecnologias da Indústria 4.0 enumeradas anteriormente. Já uma segunda sugestão seria focar em somente um nicho de mercado de startups Food Techs, como, por exemplo, produtores de alimentos. A terceira sugestão é efetuar estudo similar, utilizando a Teoria dos Stakeholders, sob o enfoque engajamento das partes interessadas (Greenwood, 2007). E, por fim, um estudo que utilize outras abordagens de pesquisa, tais quais, observação participante ou até mesmo o método quantitativo. Outra sugestão seria utilizar os ODS (Nações Unidas Brasil, 2022) como plano de fundo em uma pesquisa similar.

As limitações do estudo estão associadas primeiramente ao objeto de pesquisa em somente um setor, visto que os resultados não podem ser generalizados. Outra limitação é que, apesar deste estudo ser suportado por uma teoria já consolidada na academia, os dois constructos (EC e I4.0) ainda carecem de maiores estudos empíricos. E por fim, o viés dos pesquisadores na pesquisa qualitativa, o que tenderia a ser minimizada em um estudo quantitativo.

Referências

- Agrawal, R., Wankhede, V. A., Kumar, A., Upadhyay, A. & Garza-Reyes, J. A.. (2021). Nexus of circular economy and sustainable business performance in the era of digitalization. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Doi: 10.1108/IJPPM-12-2020-0676.
- Akanbi, L. A., Oyedele, A. O., Oyedele, L. O., & Salami, R. O. (2020). Deep learning model for Demolition Waste Prediction in a Circular Economy. *Journal of Cleaner Production*, 122843. Doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122843.
- Associação Brasileira de Startups (2022) Disponível em <https://www.abstartups.com.br/>. Acesso em 09.08.2022.
- Bag, S., & Pretorius, J. H. C. (2020). Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework. *International Journal of Organizational Analysis*. Doi:10.1108/ijoa-04-2020-2120.
- Bag, S., Gupta, S. & Kumar, S. (2021). Industry 4.0 adoption and 10R advanced manufacturing capabilities for sustainable development. *International Journal of Production Economics*, 107844. Doi:10.1016/j.ijpe.2020.107844.
- Beltrami, M., Orzes, G., Sarkis, J. & Sartir, M. (2021). Industry 4.0 and sustainability: Towards conceptualization and theory. *Journal of Cleaner Production* 312. 127733. Doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127733.
- Circularity Gap Report, (2022); 5th anniversary; Circle Economy – disponível para acesso em <https://www.circularity-gap.world/>.
- Clarkson, M. B. E. (1995). A stakeholder framework for analyzing and evaluating Corporate.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories From Case Study Research *Academy of Management. The Academy of Management Review*; Oct 1989; 14, 4; pg. 532.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). Rumo à Economia Circular. Disponível em <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/resources/reports-and-books>.
- Ellen MacArthur Foundation (2019) Cidades e Economia Circular dos Alimentos.
- FAO - Food and Agriculture Organizations. (2022). Disponível em:< <https://www.fao.org/home/en/>> Acesso em:13.08.22.

- Farooque, M., Zhang, A. & Liu, Y. (2019). Barriers to circular food supply chains in China. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(5), 677–696. Doi:10.1108/scm-10-2018-0345.
- Farooque, M., Zhang, A., Thürer, M., Qu, T. & Huisinigh, D. (2019). Circular supply chain management: A definition and structured literature review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 228, 882-900, Doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.303.
- Freeman, E. R.; Harrison, j. S.; Wicks, a. C.; Parmar, b. L. & Colle, S. (2010). *Stakeholder theory: the state of the art*. New York: Cambridge Press.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Boston: Pitman/ Ballinger.
- Freeman, R.E., (2001). A stakeholder theory of the modern corporation. *Perspect. Bus. Ethics* 3 (144), 38–48.
- Ivanov, D., Dolgui, A.& Sokolov, B. (2022). Cloud supply chain: Integrating Industry 4.0 and digital platforms in the “Supply Chain-as-a-Service”,*Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 160, Doi:/0.1016/j.tre.2022.102676.
- Jaeger, B. & Upadhyay, A. (2020), Understanding barriers to circular economy: cases from the manufacturing industry, *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 33, No.4. Doi: 10.1108/JEIM-02-2019-0047.
- Khan, S., & Haleem, A. (2020). Strategies to implement Circular economy practices: A fuzzy DEMATEL approach. *Journal of Industrial Integration and Management*. Doi:10.1142/s2424862220500050.
- Khandelwal, C. & Barua, M. K. (2020). Prioritizing Circular Supply Chain Management Barriers Using Fuzzy AHP: Case of the Indian Plastic Industry. *Global Business Review*,. Doi:10.1177/0972150920948818.
- Kouhizadeh, M., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2019). Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice. *Production Planning & Control*, 1–17. Doi:10.1080/09537287.2019.1695925.
- Kristoffersen, E. Blomsma, F. Mikalef, P. and Li, J. (2020). The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of Business Research*, 120(), 241–261. Doi:10.1016/j.jbusres.2020.07.044.
- Kumar, R., Singh, R. K. & Dwivedi, Y. K. (2020). Application of Industry 4.0 technologies in Indian SMEs for sustainable growth: Analysis of challenges. *Journal of Cleaner Production*, 124063. Doi:10.1016/j.jclepro.2020.124063.
- Lieder, M., Asif, F. M. A. & Rashid, A. (2020). A choice behavior experiment with circular business models using machine learning and simulation modeling. *Journal of Cleaner Production*, 120894. Doi:10.1016/j.jclepro.2020.120894.
- Ma, S., Zhang, Y., Yang, H., Lv, J., Ren, S., & Liu, Y. (2020). Data-driven sustainable intelligent manufacturing based on demand response for energy-intensive industries. *Journal of Cleaner Production*, 123155. Doi:10.1016/j.jclepro.2020.123155.
- Mitchell, R.K., Agile, B., Wood, D.J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience. *Academy of Management Review* 22 (4), 853–887.
- Nações Unidas Brasil (2022) <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 11.09.2022.
- Objetivos De Desenvolvimento Sustentável (2015). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Nova Iorque: ONU.

- Rajput, S., & Singh, S. P. (2020). Industry 4.0 Model for Circular Economy and Cleaner Production. *Journal of Cleaner Production*, 123853. Doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123853.
- Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L. & Väisänen, J.M. (2021), Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy – multiple case study, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 164, 105155. Doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105155.
- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., & Terzi, S. (2019). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 1–26. Doi: 10.1080/00207543.2019.1680896.
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução Industrial*. São Paulo: Edipro. ISBN 978-85-7283-978-5.
- Sehnm, S., Campos, L. M. S., Julkovski, D. J. & Cazella, C. F. , (2019) Circular business models: level of maturity, *Management Decision*, 0025-1747 Doi: 10.1108/MD-07-2018-0844.
- Sehnm, S., Jabbour, C.J.C., Pereira, S.C.F. & Jabbour, A.B.L.S. 2019a. Improving sustainable supply chains performance through operational excellence: circular economy approach. *Resources, Conservation and Recycling*. V.149. p.236-248. Doi: 10.1016/j.resconrec.2019.05.021.
- Sehnm, S., Preschlack, D., Ndubisi, N. O., Bernardy, R. J. & Santos Junior, S. 2019b. Circular economy in the wine chain production: maturity, challenges, and lessons from an emerging economy perspective. *Production Planning and Control*, 1–21. Doi: 10.1080/09537287.2019.1695914.
- Sehnm, S., Provensi, T., Silva, T.H.H., Pereira, S.C.F., (2021). Disruptive Innovation and Circularity in Sustainable Business Models: A Start-ups analysis. *Business Strategy and Environment*. Doi: 10.1002/bse.2955.
- Sehnm, S., Vazquez-Brust, D., Pereira, S. C. F., & Campos, L. M. S. (2019). Circular economy: benefits, impacts and overlapping. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(6), 784–804. Doi: 10.1108/SCM-06-2018-0213.
- Sharma, R., Jabbour, C. J. C., & Jabbour, A. B.L.S (2020). Sustainable manufacturing and industry 4.0: what we know and what we don't. *Journal of Enterprise Information Management*. Doi:10.1108/jeim-01-2020-0024.
- Silva, T.H.H. & Sehnm, S. (2022) Industry 4.0 and the Circular Economy: Integration Opportunities Generated by Startups. *Logistics*, 6, 14. Doi:10.3390/logistics6010014.
- Silva, T.H.H. & Sehnm, S. (2022), The circular economy and Industry 4.0: synergies and challenges, *Revista de Gestão*, Vol. 29 No. 3, pp. 300-313. Doi: 0.1108/REG-07-2021-0121.
- Tavares, T. M., Godinho Filho, M., Ganga, G. D., Calfei, N. H., (2020). The Relationship Between Additive Manufacturing and Circular Economy: A Systematic Review. *Independent Journal of Management & Production (IJM&P)*. v. 11, n. 5, Special Edition IFLOG 2019. Doi: 10.14807/ijmp.v11i5.1290.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zhou, X., Song, M., & Cui, L. (2020). Driving force for China's economic development under Industry 4.0 and circular economy: Technological innovation or structural change? *Journal of Cleaner Production*, 122680. Doi:10.1016/j.jclepro.2020.122680.
- Zhu, Q., Bai, C. & Sarkis, J. (2022), Blockchain technology and supply chains: The paradox of the atheoretical research discourse, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 164, Doi:10.1016/j.tre.2022.102824.