

O PAPEL DAS STARTUPS NA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

THE ROLE OF STARTUPS IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF INDUSTRY 4.0: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Paulo José Albuquerque de Melo

Bacharel em Administração, Aluno do Mestrado GDLS - UPE, Universidade de Pernambuco

paulo.albuquerquemelo@upe.br

 <https://orcid.org/0009-0003-9946-7072>

Djalma Silva Guimarães Júnior

Bacharel em Ciências Econômicas, Mestre e Doutor em Engenharia de Produção. Universidade de Pernambuco

djalma.guimaraes@upe.br

 <https://orcid.org/0000-0002-4539-8492>

Luiz Edmundo Celso Borba

Bacharel em Direito, Mestre e Doutor em Direito, Universidade de Pernambuco

Luiz.borba@upe.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5202-7147>

DOI: <https://doi.org/10.36942/reni.v8i2.912>

RESUMO

Este estudo investiga o papel das startups na transformação da indústria na era da Indústria 4.0. A pesquisa utiliza critérios de inclusão e as bases de dados Scopus e Web of Science (WOS) para buscar artigos publicados nos últimos cinco anos. Os resultados destacam a importância das startups na inovação e na transformação digital da Indústria 4.0, promovendo a adoção de tecnologias emergentes, como IoT, IA e Big Data. A análise

temática revela três eixos principais: a integração da Indústria 4.0 em diferentes contextos, a gestão de startups na era da Indústria 4.0 e os desafios e fatores de sucesso na implementação da Indústria 4.0. Em conclusão, as startups desempenham um papel central na inovação e na transformação digital da Indústria 4.0, mas é necessária pesquisa adicional para entender plenamente os desafios e oportunidades que enfrentam.

Palavras-chave: Startups; Indústria 4.0, Transformação Digital.

ABSTRACT

This study investigates the role of startups in the transformation of the industry in the era of Industry 4.0. The research employs inclusion criteria and the Scopus and Web of Science (WOS) databases to search for articles published in the last five years. The results emphasize the importance of startups in the innovation and digital transformation of Industry 4.0, promoting the adoption of emerging technologies such as IoT, AI, and Big Data. Thematic analysis reveals three main axes: the integration of Industry 4.0 in different contexts, the management of startups in the era of Industry 4.0, and the challenges and success factors in implementing Industry 4.0. In conclusion, startups play a central role in the innovation and digital transformation of Industry 4.0, but further research is needed to fully understand the challenges and opportunities they face.

Keywords: Startups; Industry 4.0, Digital Transformation.

JEL Classification: M13 - New Firms.Startups.

1 INTRODUÇÃO

Durante a Feira de Hannover, em 2011, o governo alemão apresentou um projeto com estratégias voltadas para o desenvolvimento da indústria, mostrando como o novo modelo de fábrica inteligente iria revolucionar as cadeias de valor globalmente, dando origem ao termo: Indústria 4.0. A quarta revolução industrial não se refere apenas a conexões entre máquinas e softwares, vai muito além, com iniciativas de aplicações biológicas, que trarão muito progresso ao mundo (SCHWAB, 2017).

Nesse novo cenário de avanço acelerado, as startups despontam como agentes fundamentais para a promoção da inovação e transformação digital (BLANK, 2020). “Uma startup é uma instituição humana projetada para criar novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza” (RIES, 2012) e elas têm assumido uma posição elevada no cenário da Indústria 4.0. São responsáveis por várias inovações disruptivas em áreas como Inteligência Artificial (IA), e outras com aplicações frequentes como o uso de Internet das Coisas (IoT), e Big Data (HALLER et al., 2020).

Neste mesmo mercado, existem as empresas de tecnologia já consolidadas que desempenham um papel fundamental na Indústria 4.0, aliando a experiência de mercado, recursos para pesquisa e desenvolvimento, essas empresas são capazes de implementar, em larga escala, a utilização de tecnologia inovadora pelas indústrias 4.0 (PEREIRA & ROMERO, 2017). Apesar dessas evidências, persiste uma lacuna no campo acadêmico sobre o papel que as startups desempenham, e a comparação dessas entidades em termos de contribuição e estratégias na Indústria 4.0.

Este estudo visa preencher essa lacuna, investigando o papel das startups no cenário de inovação e transformação digital da Indústria 4.0, comparando-as com as empresas de tecnologia já consolidadas. O foco da pesquisa procura responder a seguinte pergunta: Qual é o papel das startups na inovação e transformação digital da Indústria 4.0? E como se comparar a atuação destas com as empresas de tecnologia já estabelecidas? A relevância do estudo reside na possibilidade de aprofundar o entendimento do papel das startups na Indústria 4.0, fornecendo insights valiosos para pesquisadores, profissionais e decisores políticos. Além disso, evidencia-se a importância deste estudo para os empreendedores de startups que atuam na indústria 4.0, e a gestão do desenvolvimento local sustentável, especialmente na região Nordeste

do Brasil, visto que a promoção de uma indústria inovadora e sustentável pode fomentar o desenvolvimento socioeconômico local.

2 METODOLOGIA

Esta revisão sistemática da literatura, busca ir além de um tópico de um trabalho de pesquisa e procura dar uma coerência aos documentos analisados (GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M., 2019). O objetivo desta revisão é investigar e sintetizar a pesquisa existente sobre o papel das startups na Indústria 4.0 e comparar sua atuação com empresas de tecnologia já estabelecidas.

Para inclusão dos artigos, foram considerados para a revisão os publicados em revistas indexadas nas bases de dados Scopus ou Web of Science (WOS) nos últimos cinco anos, que tratam explicitamente do tema das startups na Indústria 4.0. Foram excluídos os artigos duplicados e aqueles que não abordavam diretamente o tema de interesse. Esta pesquisa foi realizada pelo método indutivo, pois “O objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam” (LAKATOS; MARCONDES, 2017, P.99), com uma abordagem qualitativa.

2.1 Protocolo de Revisão e Critérios de Elegibilidade

O Quadro 1 mostra os termos de busca que foram utilizados. O uso de "*" (asterisco) garante uma pesquisa mais abrangente ao buscar todas as palavras que iniciam com a raiz da palavra, aumentando a cobertura da busca. O operador booleano "OR" foi usado para aprimorar a pesquisa.

Quadro 1 – Strings de pesquisa

STRINGS DE PESQUISA UTILIZADAS E OPERADOR BOLEANO
"startup*" AND "industr* 4.0" OR
"startup*" AND "industr* 4.0" AND "tecnolog* compan*" OR
"startup* impact" AND "industr* 4.0" AND "innovation*" OR
"startup* impact" AND "industr* 4.0" AND "digital transformation" OR

Fonte: O autor – 2023.

Nas bases de dados Scopus e Web of Science (WOS) foram aplicados filtros específicos para refinar a busca de artigos. Na Scopus, os filtros utilizados foram:

intervalo de publicação de 2019 a 2023, tipos de documentos como artigos, revisões ou capítulos de livros, idioma em inglês, e estágio final da publicação. Na WOS, os filtros utilizados foram: intervalo de publicação de 2019 a 2023, tipos de documentos como artigos de revisão, artigo antecipado, acesso aberto e referências citadas enriquecidas, e idioma em inglês. (Quadro 2).

Quadro 2- Filtros aplicados (continua)

BASES DE DADOS	INTERVALO DE PUBLICAÇÃO	TIPOS DE DOCUMENTOS	IDIOMA	ESTÁGIO FINAL DA PUBLICAÇÃO	FILTROS
Scopus	2019 a 2023	Artigos, Revisões, Capítulos de Livros	Inglês	Estágio final	<i>Industry 4.0, Innovation, Startups, Manufacturing, Startup, Smart Manufacturing, High Tech Industries, Digitalization, Digital Startup, Smart Industry, Smart Factory, Innovacion, Information Technology, Industrial IoT, Industrial Internet Of Things, Industrial Development, Fourth Industrial Revolution, Digital Transformation, Digital Technologies, Digital Manufacturing, Critical Success Factors, Critical Success Factor, Challenges, Artificial Intelligence (AI).</i>
Web of Science (WOS)	2019 a 2023	Artigos de Revisão, Artigo Antecipado, Acesso Aberto, Referências Citadas Enriquecidas	Inglês	Estágio final	Não aplicado

Fonte: O autor – 2023

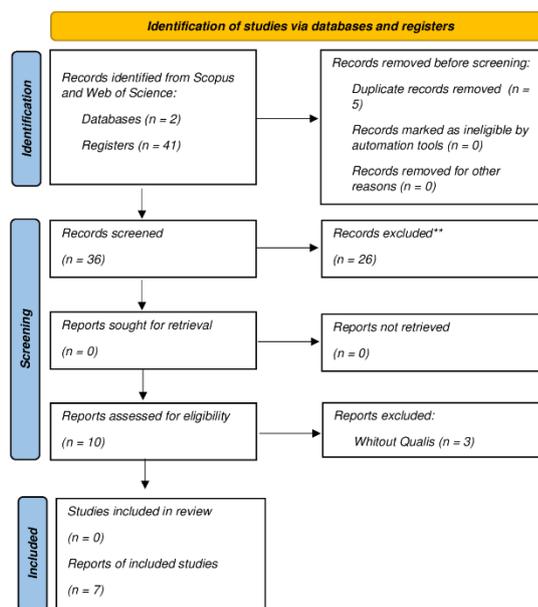
2.2 Processo de Seleção dos Estudos

O presente artigo utilizou o diagrama de fluxo de quatro fases, para facilitar a visualização da quantidade selecionada em cada uma das fases, até chegar aos artigos finais selecionados para estudo e análise, foi utilizado o *framework PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* - (LIBERATI et al., 2009), (Figura 1). Assim, 7 artigos foram selecionados para análise final.

Para a leitura dos artigos, foi considerada a sugestão de Adler e Van Doren (2014), usando os quatro níveis de leitura: elementar, inspeccional, analítica e sintópica.

A pesquisa inicial resultou em 41 artigos, 23 da base Scopus e 18 da Web of Science (WOS). Após a remoção de duplicatas, 36 artigos foram selecionados para uma primeira leitura. Após essa fase, 26 artigos foram excluídos por não estarem alinhados com o tema desta pesquisa, restando 10 artigos para uma segunda leitura.

Figura 1- Diagrama Flow PRISMA 2020



Fonte: Página do Prisma-statement.org. Disponível em: <http://www.prisma-statement.org/>. Acesso em 22 de maio de 2023

Foram definidos critérios de inclusão e exclusão, que foram definidos para direcionar ao tema da pesquisa e excluir os artigos e periódicos que não eram relevantes ao tema e que pudessem responder à pergunta de pesquisa. (Quadro 3).

Quadro 3- Critérios de inclusão e exclusão (continua)

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	
INCLUSÃO	EXCLUSÃO
Artigos ou periódicos publicados entre 2019 e 2023	Artigos ou periódicos repetidos
Artigos ou periódicos publicados com download de forma gratuita	Artigos ou periódicos publicados em língua diferente ao inglês
Artigos ou periódicos publicados que descrevem no seu texto características que envolvessem a relação de startups com indústria 4.0	Artigos ou periódicos publicados que descrevem somente o contexto bibliográfico
Artigos ou periódicos com classificação Qualis	Artigos ou periódicos publicados que apresentam aspectos de interação entre startups e setores diferentes da indústria

Fonte: O autor, 2023.

2.3 Extração de Dados

Os dados extraídos dos estudos revisados foram analisados considerando quatro categorias principais: análise temática, comparação de métodos, síntese de resultados e avaliação da qualidade dos estudos. (Quadro 4).

Quadro 4- Extração dos dados de pesquisa (continua)

AUTOR(ES)	TÍTULO	OBJETIVO DO ESTUDO	METODOLOGIA	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES
Hahn G.J.	<i>Industry 4.0: a supply chain innovation perspective</i>	Refinar o modelo conceitual <i>supply chain innovation (SCI)</i> para explicar o fenômeno da <i>supply chain innovation (SCI)</i> habilitado para i4.0 e contribuir para a pesquisa em gestão sobre a indústria 4.0	Análise estruturada de conteúdo aplicada a dois conjuntos de dados secundários de grande escala que incluem mais de 200 casos de uso de <i>supply chain innovation (SCI)</i> habilitados para a indústria 4.0	O estudo fornece uma perspectiva validada empiricamente sobre a transformação digital da <i>supply chain innovation (SCI)</i> e identifica três categorias de tecnologias digitais que permitem elementos de sistemas sociotécnicos: pessoas, sistemas técnicos e organizações inteligentes.	O estudo destaca a importância de uma abordagem centrada na <i>supply chain innovation (SCI)</i> para a transformação digital e sugere que as empresas devem considerar a adoção de tecnologias digitais para tornar seus sistemas sócio-técnicos mais inteligentes. As restrições do estudo incluem a dependência dos dados e a subjetividade na interpretação dos resultados. São necessárias pesquisas futuras para expandir a compreensão da <i>supply chain innovation (SCI)</i> habilitada para a indústria 4.0 e suas habilidades para a gestão.

Quadro 4- Extração dos dados de pesquisa (continuação)

AUTOR(ES)	TÍTULO	OBJETIVO DO ESTUDO	METODOLOGIA	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES
Oliva F.L.; Teberga P.M.F.; Testi L.I.O.; Kotabe M.; Giudice M.D.; Kelle P.; Cunha M.P.	<i>Risks and critical success factors in the internationalization of born global startups of industry 4.0: A social, environmental, economic, and institutional analysis</i>	Desenvolver uma estrutura integrativa que sintetize e organize o conhecimento existente sobre fatores críticos e riscos na internacionalização de startups born global, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos	Abordagem qualitativa com triangulação de informações coletadas de fontes primárias e secundárias, incluindo entrevistas com especialistas. Análise de dados baseada em modelo proposto por Miles et al. (2014) com elementos de condensação de dados, visualização de dados e preparação e verificação de resultados	Desenvolvimento de um modelo para auxiliar startups em seus processos de internacionalização, baseado no framework de riscos empresariais no ambiente de valor proposto por Oliva (2016). A estrutura integrativa desenvolvida inclui subtemas relacionados às inter-relações entre risco e internacionalização, fontes e consequências de risco no processo de internacionalização.	O estudo contribui para a compreensão abrangente do fenômeno de risco na internacionalização de startups born global, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos. A estrutura integrativa desenvolvida pode ser útil para startups em seus processos de internacionalização.
Silva T.H.H.; Sehnem S.	<i>Industry 4.0 and the Circular Economy: Integration Opportunities Generated by Startups</i>	Compreender as dimensões da Indústria 4.0, economia circular e suas interfaces, bem como propor uma agenda de negócios e setorial para contribuir	Revisão sistemática da literatura em duas etapas: busca por revisões sistemáticas previamente publicadas nas bases de dados Scopus e WoS, seguida de validação empírica no	Identificação de categorias de análise para sistematizar as principais evidências de estudos anteriores sobre a interface entre Indústria 4.0 e economia circular. Proposição de uma agenda de negócios e setorial para contribuir com avanços potenciais para o tema.	A interface entre Indústria 4.0 e economia circular apresenta potencial para contribuir com avanços em direção a objetivos de desenvolvimento sustentável. A agenda de negócios e setorial proposta pode ser uma ferramenta útil para orientar ações nesse sentido.

		com avanços potenciais para o tema.	contexto organizacional de startups de <i>foodtech</i> no Brasil.		
--	--	-------------------------------------	---	--	--

Quadro 4- Extração dos dados de pesquisa (continuação)

AUTOR(ES)	TÍTULO	OBJETIVO DO ESTUDO	METODOLOGIA	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES
Kaczam F.; Siluk J.C.M.; Guimaraes G.E.; de Moura G.L.; da Silva W.V.; da Veiga C.P.	<i>Establishment of a typology for startups 4.0</i>	Definir a configuração de uma tipologia para startups 4.0.	O processo de revisão sistemática da literatura foi composto por três fases: planejamento da revisão, condução da revisão e disseminação do conhecimento. A segunda fase incluiu uma busca extensiva e imparcial em bancos de dados selecionados, com critérios de seleção definidos em um protocolo de pesquisa. A terceira fase envolveu a apresentação e discussão dos resultados e conclusões do estudo.	A análise da rede de citação destacou autores relevantes para a formação do corpus textual, enquanto a análise da rede de acoplamento bibliográfico mostrou como os artigos do corpus estão conectados. A análise de conteúdo guiada pela tipologia, implicações gerenciais e diretrizes futuras também foi apresentada.	A cultura organizacional, o conhecimento, a gestão e a tecnologia são elementos essenciais para o desempenho empresarial. No entanto, há limitações em relação aos resultados encontrados, como a limitação da busca a publicações em inglês, português e espanhol e a inclusão apenas de revistas classificadas no primeiro quartil de citação.

Silvello G.C.; Alves A.D.S.; Alcarde A.R.	<i>Integrated technology roadmapping in startups: A case study of an agtech in the cachaça industry</i>	Analisar diferentes práticas de gestão de tecnologia e inovação em startups de <i>Agtech</i> e identificar elementos-chave para a implementação de soluções tecnológicas aplicadas à indústria de bebidas destiladas.	Estudo de caso exploratório em uma startup de <i>Agtech</i> , com coleta de dados por meio de entrevistas, observação participante e análise documental	Identificação de práticas de gestão de tecnologia e inovação adotadas pela startup estudada, incluindo o desenvolvimento de um <i>roadmap</i> tecnológico e a parceria estratégica com produtores locais. Também foram discutidos os desafios enfrentados pelas startups de <i>Agtech</i> na gestão de tecnologia e inovação.	Os autores concluem que a conscientização das áreas potenciais para práticas internas de inovação é vital para ajudar as empresas a gerarem processos mais criativos que levem à inovação de mercado. Além disso, a compreensão das abordagens globais para padrões de comportamento que levam à inovação contribui para o plano de implementação. A flexibilidade do <i>roadmap</i> tecnológico é vital para lidar com as condições ambientais e questões técnicas que possam surgir no curso do crescimento da empresa. O estudo também pode servir como base para futuras pesquisas em gestão de tecnologia em startups.
---	---	---	---	---	---

Quadro 4- Extração dos dados de pesquisa (conclusão)

AUTOR(ES)	TÍTULO	OBJETIVO DO ESTUDO	METODOLOGIA	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES
Bhatti W.A. Vahlne J.-E.; Glowicki M.; Larimo J.Á.	<i>The impact of industry 4.0 on the 2017 version of the Uppsala model</i>	Determinar o impacto da Indústria 4.0 na validade da versão de 2017 do modelo de Uppsala e entender as relações de causa e efeito entre as atividades de valor agregado digitalizadas da empresa e sua internacionalização impulsionada pelo empreendedorismo. Além disso, confrontar o modelo de Uppsala de 2017 com o contexto empresarial moderno, digital e da vida real.	Revisão narrativa semi-sistemática da literatura, seguida de um estudo de caso qualitativo exploratório de uma única empresa.	Os principais resultados do artigo incluem uma análise micro fundacional do impacto da Indústria 4.0 na validação do modelo <i>Uppsala</i> de 2017, com foco nas capacidades empreendedoras e processos de comprometimento e desenvolvimento do conhecimento. O estudo também amplia a compreensão da evolução das empresas modernas e sua internacionalização em ambientes de Indústria 4.0, destacando a importância das relações de confiança e comprometimento mútuo entre os atores envolvidos nas redes de negócios internacionais. O artigo sugere que o modelo <i>Uppsala</i> de 2017 continua relevante, mas precisa ser adaptado para lidar com as mudanças trazidas pela Indústria 4.0.	O estudo contribuiu teoricamente ao aplicar o modelo <i>Uppsala</i> 2017 à evolução digital de negócios, ampliando a perspectiva para além da internacionalização isolada. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de caso longitudinal de uma empresa de entrega de alimentos digital, com foco na compreensão das relações de causa e efeito entre a tecnologia de plataforma digital e a internacionalização. O estudo sugere que futuras pesquisas devem se concentrar nos atores e processos na evolução internacional dos negócios no nível micro fundacional. No entanto, devido à novidade e complexidade do tema, um estudo de caso longitudinal único é considerado a melhor abordagem para explorar o fenômeno em profundidade e amplitude.

<p>Capetillo A.; Abraham Tijerina A.; Ramirez R.; Galvan J.A.</p>	<p><i>Evolution from triple helix into penta helix: the case of Nuevo Leon 4.0 and the push for industry 4.0</i></p>	<p>Descrever a estrutura de governança e processo operacional do programa <i>Nuevo Leon 4.0</i>, um modelo <i>Penta Helix</i>, e fornecer heurísticas para a implementação de modelos semelhantes em outras regiões.</p>	<p>Não especificado.</p>	<p>O programa <i>Nuevo Leon 4.0</i> foi bem-sucedido na criação de um ecossistema de inovação aberto e colaborativo, onde a demanda industrial por tecnologia da indústria 4.0 alimentou a criação de um ecossistema empreendedor impulsionado pela inovação, apoiado pelo capital de risco. Além disso, o programa ajudou a promover a criação de habilidades da indústria 4.0 em cursos universitários e em programas acadêmicos em níveis educacionais mais baixos, e no desenvolvimento de programas governamentais para apoiar a indústria, academia e empreendedores em atividades relacionadas à indústria 4.0.</p>	<p>Os resultados podem ser relevantes para entidades públicas e privadas que tentam lançar programas semelhantes de indústria 4.0 para apoiar tecnologias de fabricação digital na indústria. Além disso, o trabalho pode ser importante para gerentes de transformação digital que procuram iniciar programas de indústria 4.0 em suas organizações. Futuros trabalhos são necessários para desenvolver indicadores de desempenho detalhados, entender o mecanismo que acelera a transformação digital na indústria e desenvolver modelos empreendedores para vincular Indústria, Academia e Empreendedor</p>
---	--	--	--------------------------	--	--

Fonte: O autor, 2023

3 RESULTADOS

3.1 Análise de Dados

O resultado da análise temática dos estudos mostrou a existência de três pilares principais: a integração da Indústria 4.0 em diversos cenários, a gestão de startups na era da Indústria 4.0 e os desafios e fatores de sucesso para a implementação da Indústria 4.0. Há diferentes perspectivas em relação a cada eixo, devido à diversidade das abordagens metodológicas. Alguns estudos, como no estudo de Silvello et al. (2020) sobre a *agtech*, enfatizam aplicações setoriais específicas da Indústria 4.0, outros, como exemplificado pelo trabalho de Bhatti et al. (2022), optam por uma visão mais ampla, analisando o impacto da revolução industrial em modelos de negócios atuais e formas de internacionalização.

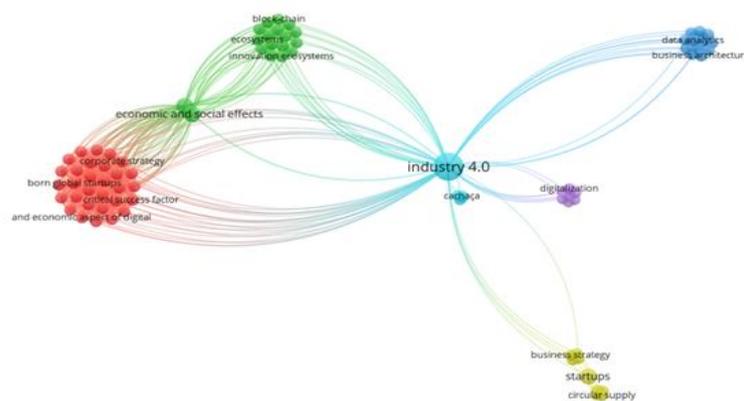
Observando esses eixos temáticos, vemos refletidas as diversas influências das startups na Indústria 4.0. A maioria dos estudos demonstra a relevância delas no avanço da inovação e transformação digital (HAHN, 2023; OLIVA et al., 2022; SILVA & SEHNEM,

2022). A internacionalização das startups e os riscos agregados também são citados em alguns trabalhos (OLIVA et al., 2022), assim como a relação da Indústria 4.0 com a economia circular (SILVA & SEHNEM, 2022).

As análises realizadas nos estudos selecionados, mostraram diferentes métodos de pesquisa, incluindo análises qualitativas (OLIVA et al., 2022; SILVA & SEHNEM, 2022) e abordagens quantitativas (HAHN, 2020; KACZAM et al., 2022). Apesar de todas as pesquisas terem buscado coletar e analisar dados de maneira rigorosa e sistemática, as diferenças de métodos empregados, podem influenciar os respectivos resultados e conclusões.

Também foram avaliadas as principais palavras-chave utilizadas nos artigos através do software VOSviewer (VAN ECK; WALTMAN, 2010), e o resultado encontrado mostra que há uma grande diversidade de assuntos discutidos, distribuídos em 6 clusters (Figura 2). A palavra “*industry 4.0*”, se liga a todos os clusters. A palavra “*startups*”, está inclusa no mesmo cluster das palavras “*business strategy*” e “*circular supply*”. Tomando por base os artigos analisados, e as palavras-chave mais utilizadas, verificou-se que o tema “*startup na indústria 4.0*”, tem uma vasta possibilidade de pesquisa no campo científico.

Figura 2- Análise de palavras-chaves dos artigos



Fonte: Software VOSViewer

3.2 Síntese dos Resultados

Observando os resultados através da análise sintética, vemos que é evidente o papel das startups na inovação e transformação digital no cenário da Indústria 4.0.

Porém, também é claro que os desafios são relevantes, como os riscos de um processo de internacionalização e a necessidade de inserir elementos da economia circular.

3.3 Avaliação da Qualidade dos Estudos

Todos os estudos revisados fazem parte das bases Scopus ou Web of Science (WOS), publicados em periódicos qualificados com Qualis representativos, indicando alto padrão de qualidade. Todos os trabalhos apresentaram objetivos claros, metodologias adequadas e conclusões fundamentadas nos dados apresentados.

Concluimos que todos apresentam alta qualidade e foram relevantes para a pergunta de pesquisa deste estudo. Como ponto de observação, identificamos que nem todos discutem claramente as limitações do estudo, o que pode afetar a interpretação dos resultados (KACZAM et al., 2022; SILVELLO et al., 2020).

4 DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática de estudos relacionados a startups na Indústria 4.0, trouxe informações valiosas para a compreensão do papel das startups na indústria 4.0 e a comparação da sua atuação com empresas de tecnologia estabelecidas. Em compatibilidade com os achados de Hahn (2020) e Kaczam et al. (2022), os resultados mostram o papel crucial das startups no avanço da inovação e transformação digital da Indústria 4.0.

Apesar da natureza flexível e inovadora das startups, que permite a elas se posicionarem como agentes de mudança na Indústria 4.0, conforme proposto no modelo de Uppsala de Bhatti et al. (2022). A pesquisa também identificou a relevância de uma abordagem colaborativa. De acordo com Capetillo et al. (2021), a transformação para a Indústria 4.0, requer a sinergia entre diferentes stakeholders, inserindo tanto startups quanto empresas de tecnologia já estabelecidas.

4.1 Limitações da pesquisa

Esta pesquisa possui algumas limitações. Apesar dos estudos revisados apresentarem dados relevantes e serem de alta qualidade, as diferentes abordagens metodológicas podem limitar a comparação direta entre eles. Ademais, a maior parte

dos estudos focaliza contextos de países desenvolvidos, o que pode não refletir plenamente as peculiaridades e desafios das startups brasileiras, em especial as da região nordeste do Brasil e em outros cenários emergentes.

Mais dois pontos de extrema importância que poderiam trazer maior solidez a esta pesquisa: aumentar a seleção de estudos, buscando artigos em outras bases científicas, pois o número reduzido de estudos analisados, pode influenciar nas conclusões da pesquisa.

Também não foi realizada uma meta-análise, com cálculos estatísticos relevantes como cálculo das estimativas-sumário de efeito e variância, testes estatísticos de heterogeneidade e estimativas estatísticas de viés de publicação.

4.2 - Oportunidades de colaboração e de futuras pesquisas

Os resultados desta pesquisa podem oferecer orientações valiosas. A criação de políticas de incentivo ao desenvolvimento de novas soluções pelas startups e a adoção dessas soluções pelas indústrias que querem se transformar e pelas que já estejam classificadas como Indústrias 4.0, tais como a criação de regulamentações propícias à inovação e a promoção da colaboração entre diferentes tipos de empresas, podem impulsionar a economia local e contribuir para um desenvolvimento regional mais sustentável.

Em síntese, apesar das startups surgirem como elementos cruciais para a inovação e transformação digital da Indústria 4.0, mais pesquisas são necessárias para entender plenamente os desafios e oportunidades que enfrentam, especialmente em contextos regionais específicos.

A colaboração entre diversos stakeholders, incluindo startups, empresas de tecnologia estabelecidas e formuladores de políticas públicas, será fundamental para a transição bem-sucedida para a Indústria 4.0, contribuindo para um desenvolvimento local sustentável.

Futuras pesquisas poderiam aprofundar a compreensão dos desafios específicos que as startups enfrentam na adoção da Indústria 4.0 no contexto brasileiro, identificando estratégias e melhores práticas para superá-los. Ademais, estudos que explorem a experiência de startups em diferentes setores e contextos regionais,

especialmente em regiões emergentes como o nordeste do Brasil, são altamente necessários.

5 CONCLUSÃO

Hahn (2020), comentou que as startups desempenham um papel fundamental na inovação e na transformação digital da Indústria 4.0, e deu ênfase na inovação da cadeia de suprimentos. Este achado foi reforçado por Kaczam et al. (2022), que desenvolveram uma tipologia para as startups 4.0, reafirmando sua importância no avanço da Indústria 4.0.

Quanto à comparação entre as startups e as empresas de tecnologia já estabelecidas, os estudos mostraram evidências mistas. Bhatti et al. (2022) defendem que as startups possuem vantagens, tais como agilidade e vocação à inovação.

Em contrapartida, Capetillo et al. (2021) argumentam que a transição para a Indústria 4.0 necessita de uma abordagem colaborativa, envolvendo diferentes stakeholders, incluindo startups e empresas estabelecidas.

Em conclusão, os estudos revisados fornecem uma visão valiosa sobre o papel das startups na Indústria 4.0, destacando a importância da inovação e da transformação digital. No entanto, é evidente que mais pesquisas são necessárias para entender plenamente os desafios que essas empresas enfrentam, assim como estratégias eficazes para superá-los.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, Mortimer J.; VAN DOREN, Charles. **How to read a book: The classic guide to intelligent reading.** Simon and Schuster, 2014. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7078514/mod_resource/content/1/%40ADLER%3B%20VAN%20DOREN_Como%20ler%20livros_2010.pdf

BHATTI, Waheed Akbar et al. The impact of industry 4.0 on the 2017 version of the Uppsala model. **International Business Review**, v. 31, n. 4, p. 101996, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969593122000245>

BLANK, Steve; DORF, Bob. **The startup owner's manual: The step-by-step guide for building a great company.** John Wiley & Sons, 2020.

CAPETILLO, Azael et al. Evolution from triple helix into penta helix: the case of Nuevo Leon 4.0 and the push for industry 4.0. *International Journal on Interactive Design and*

Manufacturing (IJDeM), v. 15, p. 597-612, 2021.

https://www.researchgate.net/profile/Azael-Capetillo-2/publication/336498043_Virtual_Concept_Workshop_2020_-_SMART_40_Technology_and_Innovation_Disruption/links/61b8d93d63bbd93242927934/Virtual-Concept-Workshop-2020-SMART-40-Technology-and-Innovation-Disruption.pdf

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>

HAHN, Gerd J. Industry 4.0: a supply chain innovation perspective. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 5, p. 1425-1441, 2020.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2019.1641642>

HALLER, S. et al. The Role of Startups in the Fourth Industrial Revolution. In: **Advances in Production Management Systems**. Smart Manufacturing for Industry 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer, 2020. p. 311-318.

KACZAM, Fabíola et al. Establishment of a typology for startups 4.0. **Review of Managerial Science**, v. 16, n. 3, p. 649-680, 2022. <https://link-springer-com.ez371.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11846-021-00463-y>

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica** 8. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2017.

LIBERATI, Alessandro et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **Annals of internal medicine**, v. 151, n. 4, p. W-65-W-94, 2009.

<https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>

OLIVA, Fábio Lotti et al. Risks and critical success factors in the internationalization of born global startups of industry 4.0: A social, environmental, economic, and institutional analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 175, p. 121346, 2022. <https://www-sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521007770?via%3Dihub>

PEREIRA, Ana C.; ROMERO, Fernando. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. **Procedia manufacturing**, v. 13, p. 1206-1214, 2017.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917306649>

RIES, Eric. **A startup enxuta**. Leya, 2012.

<https://play.google.com/books/reader?id=vLiUj1h5fhkC&pg=GBS.PT9&hl=pt-BR&lr=>

SCHWAB, Klaus. **The fourth industrial revolution**. Currency, 2017.

https://law.unimelb.edu.au/_data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf

SILVA, Tiago HH; SEHNEM, Simone. Industry 4.0 and the Circular Economy: Integration Opportunities Generated by Startups. **Logistics**, v. 6, n. 1, p. 14,

2022. <https://www.mdpi.com/2305-6290/6/1/14>

SILVELLO, Giovanni Casagrande; ALVES, Alex da Silva; ALCARDE, André Ricardo. Integrated technology roadmapping in startups: a case study of an AgTech in the Cachaça industry. **Scientia Agricola**, v. 78, 2020. <https://www.scielo.br/j/sa/a/TvkwpZvh8pTp6StrNrpm34H/?lang=en>

VAN ECK, Nees; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010. <https://akjournals.com/view/journals/11192/84/2/article-p523.xml>