

Fatores influenciadores dos Modelos de Negócios na era da digitalização e da Indústria 4.0

Meiry Altino Freire de Souza

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Empreendedorismo e Criação de Empresas
(2º ciclo de estudos)

Orientadora: Prof^a. Doutora Maria José Aguilar Madeira

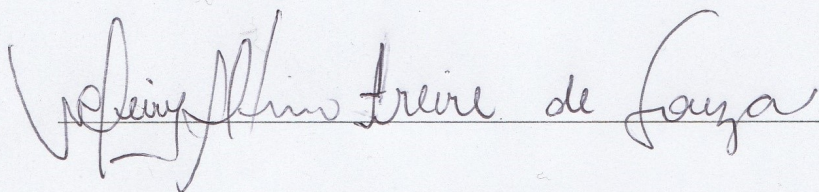
outubro de 2022

Declaração de Integridade

Eu, Meiry Altino Freire de Souza, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M10823 de Empreendedorismo e Criação de Empresas da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 03 de outubro de 2022



Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus filhos Enzo e Ana Clara que a cada dia me dá mais força para vencer os obstáculos que a vida nos impõe.

Agradecimentos

Há muito o que agradecer. Primeiramente à Deus, por me dar sabedoria, determinação e capacidade para correr atrás dos meus sonhos.

Em segundo lugar, minha amada família, em especial meu esposo e minha mãe, que são peças fundamentais nesta trajetória, me dando apoio emocional e motivacional.

E por fim, mas não menos importante, minha querida professora e orientadora Doutora Maria José Madeira, que não só me orienta, mas é paciente e acredita na minha competência.

Resumo

O surgimento das tecnologias digitais e o alargamento da sua utilização tem transformado significativamente as organizações e os seus Modelos de Negócios (MN), modificando as suas estruturas tradicionais, redefinindo o significado do cliente e o seu posicionamento, bem como reajustando o modo como os indivíduos vivem e interagem uns com os outros na Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0 (I4.0). Esta investigação tem como objetivo identificar fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0. Primeiramente foi realizada uma revisão sistemática da literatura para mapear os artigos e autores, mais influentes na área, e através da co-ocorrência de palavras-chaves foram apontados e analisados cinco clusters, a saber: (1) Inovação Tecnológica, (2) Inovação nos Modelos de Negócios, (3) Transformação Digital, (4) Tecnologias Digitais e (5) Economia Circular & Sustentabilidade. Em seguida, para complementar a investigação alargando o conhecimento sobre a temática, foram selecionados e explorados estudos de casos específicos, uma vez que as empresas diferem significativamente quanto ao tipo e número de tecnologias adotadas. Assim, os resultados revelaram que as tecnologias digitais permitem melhorias na estratégia de distribuição e rastreabilidade, podem facilitar a relação entre compradores e fornecedores, permitem melhorar a segmentação de clientes e a previsão da demanda de produtos, além de possibilitar a diminuição dos custos e auxiliar na implementação de práticas da economia circular. No contexto da pandemia/COVID-19 os MN têm-se alterado significativamente, tornando-se necessário aprofundar o conhecimento sobre o processo de digitalização em si e a adoção das tecnologias da I4.0. Com efeito, o atual estado da arte da interação dos MN e da digitalização são baseados em novos desafios da gestão empresarial. Esta investigação fornece aos investigadores e gestores importantes contribuições para a implementação dos MN em contextos de implementação das novas tecnologias da I4.0.

Palavras-chave

Indústria 4.0; digitalização; modelos de negócios; fatores;BD&BDA;IoT;IA

Abstract

The emergence of digital technologies and the expansion of their use has significantly transformed organizations and their Business Models (BM), modifying their traditional structures, redefining the meaning of the client and its positioning, as well as realigning the way people live and interact with each other in the Fourth Industrial Revolution, also known as Industry 4.0 (I4.0). This research aims to identify influential factors of BM in the digitalization and I4.0 era. First, a systematic literature review was conducted to map the articles and authors, more important in the area, and through the co-occurrence of keywords, five clusters were pointed out and analyzed: (1) Technological Innovation, (2) Innovation in Business Models, (3) Digital Transformation, (4) Digital Technologies and (5) Circular Economy & Sustainability. Then, to complement the research by extending knowledge on the subject, specific case studies were selected and explored, since companies differ significantly in the type and number of technologies adopted. Thus, the results revealed that digital technologies allow improvements in distribution and traceability strategy, could facilitate the relationship between buyers and suppliers, allow to improve customer segmentation and forecast product demand, in addition to enabling the reduction of costs and assist in the implementation of circular economy practices. In the context of the COVID-19 pandemic, BM has changed significantly, making it necessary to deepen knowledge about the digitalization process itself and I4.0 technologies adoption. Indeed, the current state of the art of BM interaction and digitalization are based on new challenges of business management. This research provides researchers and managers with important contributions to the implementation of BM in context of new I4.0 technologies implementation.

Keywords

Industry 4.0; digitalization; business model; factors;BD&BDA;IoT;IA

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento do Problema e Importância do Tema	1
1.2. Objetivos da Investigação	2
1.3. Estrutura da Dissertação	3
2. Enquadramento Teórico	4
2.1. Indústria 4.0	4
2.2. Digitalização.....	5
2.3. Modelos de Negócios	8
3. Método: Revisão Sistemática da Literatura.....	10
3.1. Protocolo de Pesquisa	10
3.2. Análise Bibliométrica.....	11
4. Análise dos Resultados	12
4.1. Análise dos Autores.....	12
4.2. Análise dos Artigos	13
4.3. Análise dos <i>Journals</i>	14
4.4. Colaboração dos Países	15
4.5. Colaboração Institucional	16
4.6. Co-ocorrência de Palavras-Chave	17
5. Discussão dos Resultados dos Clusters	21
5.1. Cluster 1 - Inovação Tecnológica	28
5.2. Cluster 2 - Inovação nos Modelos de Negócios	30
5.3. Cluster 3 - Transformação Digital	31
5.4. Cluster 4 - Tecnologias Digitais	32
5.5. Cluster 5 - Economia Circular e Sustentabilidade	34
6. Análise dos Estudos de Casos.....	35
7. Sugestões para Investigações Futuras.....	41
8. Conclusões.....	42
Referências.....	44
Apêndices	64

Lista de Figuras

Figura 1 - Protocolo de Pesquisa	11
Figura 2 - Conexão e colaboração entre os países através do VOSviewer 1.6.18	16
Figura 3 - Visualização de Rede através do VOSviewer 1.6.18	19
Figura 4 - Visualização de Sobreposição através do VOSviewer 1.6.18	20
Figura 5 - Visualização de Densidade através do VOSviewer 1.6.18	21
Figura 6 - Análise quantitativa dos artigos	21
Figura 7 - Esquema com os fatores influenciadores dos MN que impactam o desempenho financeiro, ambiental e organizacional	36

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo das citações dos autores, co-citações e acoplamento bibliográfico através do Vosviewer 1.6.18	12
Tabela 2 - Comparativo das citações dos artigos, co-citações e acoplamento bibliográfico através do Vosviewer 1.6.18	14
Tabela 3 - Comparativo das citações dos <i>Journals</i> , co-citações e acoplamento bibliográfico através do Vosviewer 1.6.18	15
Tabela 4 - Comparativo entre os países que mais publicaram artigos através VOSviewer 1.6.18	16
Tabela 5 - Comparativo entre as Instituições que mais publicaram artigos através VOSviewer 1.6.18	17
Tabela 6 - Resultado da análise das palavras-chave através VOSviewer 1.6.18	17
Tabela 7 - Número de artigos por cluster e suas respectivas cores	28
Tabela 8 - Fatores influenciadores dos MN associados as tecnologias da I4.0	36
Tabela 9 - Sugestões para futuras investigações	41
Tabela 10 – Lista de Estudos de Caso selecionados para identificar os fatores	64

Lista de Acrónimos

BD	Big Data
BDA	Análise de Big Data
I4.0	Indústria 4.0
IA	Inteligência Artificial
IoT	Internet of Things/Internet das Coisas
MN	Modelo (s) de Negócio (s)
PME	Micro, Pequenas & Médias Empresas
TLS	Total Link Strength / Força Total do Link

1. Introdução

1.1. Enquadramento do Problema e Importância do Tema

O surgimento das tecnologias digitais tem transformado significativamente as organizações bem como seus Modelos de Negócios (MN), modificando as estruturas tradicionais empresariais, como também redefinindo o significado de cliente e como os indivíduos vivem e interagem uns com os outros na Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0 (I4.0) (Berman *et al.*, 2016).

As tecnologias digitais têm impactado o mundo empresarial forçando as organizações a adaptarem seus Modelos de Negócios (MN), estratégias e práticas de gestão (Latos *et al.*, 2018; Fernandez-Vidal *et al.*, 2022). É notável que estas tecnologias têm transformado as empresas, tanto nos sectores de fabrico de produtos e máquinas como do sector comercial. Entretanto, alguns sectores aparentemente são mais afetados pelo fato de terem que se reinventar completamente, como por exemplo a imprensa escrita (jornais, revistas e livros) que tiveram que mudar o formato de seus negócios, pois os leitores ao invés de ler livros, revistas, jornais e outros conteúdos somente no formato impresso, passaram a ter também a oportunidade de os ler digitalmente, eliminando assim muitas lojas offline e fortalecendo o comércio online. Para Chen *et al.* (2018) a revolução dos MN e da cadeia de valor da indústria dos jornais face à digitalização levou a reduções significativas nas receitas dos jornais. A indústria de telecomunicações também está a sofrer um desenvolvimento transformacional para lidar com desafios tecnológicos disruptivos (Arifiani & Arifiani, 2019; Schmidt *et al.*, 2019; Bawono & Mihardjo, 2020). Outro sector são os aeroportos, as companhias aéreas e a indústria do retalho de viagens que estão a enfrentar desafios sem paralelo (Omarova *et al.*, 2021; Pereylygina *et al.*, 2022), uma vez que o comportamento de compra dos clientes tem mudado drasticamente devido ao impacto crescente do comércio eletrónico e da digitalização, que estão a perturbar os tradicionais fluxos de receitas e MN das empresas (Gould, 2019). Estas empresas precisaram inovar completamente seus MN para se manterem competitivas e, também, ativas no mercado. Diferente de muitas empresas do sector de fabrico de automóveis, produtos, máquinas e similares, que estão a investir em inovações tecnológicas, readaptando seus equipamentos e MN, não necessariamente reinventando por completo seu formato de negócio.

As tecnologias da I4.0 tem causado um efeito significativo não apenas nos processos de produção, mas também na forma como as empresas, de qualquer sector, criam valor através de seus MN (Paola, *et al.*, 2021). Para Richardson (2008) o MN pode ser descrito como uma representação simplificada dos elementos do sistema empresarial e suas inter-relações, visando revelar a estratégia empresarial através da criação, entrega e captura de valor. Todavia, a transformação do MN tradicional para um MN digital está acontecendo de forma acelerada de forma a entregar novos valores tanto a funcionários como clientes, além de ter capacidade para competir mais efetivamente em uma economia digital. É notável que a adaptação tecnológica não é uma escolha

para as empresas, especialmente no mundo de hoje. De fato as organizações em geral têm que incorporar novas tecnologias para serem competitivas; não somente as Grandes Empresas, mas também as Pequenas & Médias Empresas (PME) devem inovar tecnologicamente de forma que permita melhor envolvimento com seus parceiros a fim de alavancar sua vantagem competitiva e continuar a ser uma organização centrada no cliente (Faridi & Malik, 2019).

Perante um cenário particularmente novo é necessário investigar como os MN são influenciados pelas tecnologias da I4.0. Apesar de haver um número crescente de investigações sobre a I4.0, digitalização e MN, as investigações são distintas do propósito desta investigação. Enquanto algumas estão focadas nos impactos que a I4.0 e digitalização podem causar nos MN (por exemplo: Bienhaus & Haddud, 2018; Mihardjo *et al.*, 2019; Culot *et al.*, 2020; Das-A *et al.*, 2020a e b; Llopis- Albert *et al.*, 2021) outras abordam os efeitos da digitalização nos MN das PME (Müller, 2019; Pizzi *et al.*, 2021;) e das Grandes Empresas (Paiola *et al.*, 2021;), na força de trabalho (Ludbrook *et al.*, 2019), nos MN da Economia Circular (Cezarino *et al.*, 2019; Jabbour *et al.*, 2021; Chauhan *et al.*, 2022), na cadeia de abastecimento (Mihardjo *et al.*, 2019; Zeng *et al.*, 2021; Dolgui & Ivanov, 2022) e compras (Bienhaus & Haddud, 2018), entre outros.

Há também diversos trabalhos com o objetivo de apresentar conceitos e *frameworks* a fim de ajudar as empresas a alcançar a liderança de mercado (Omar *et al.*, 2019), melhorar o desempenho financeiro (Kohtamäki *et al.* 2020; Alkaraan *et al.*, 2022), ambiental (Khan *et al.*, 2021), analisar os benefícios (Gutmann *et al.*, 2019; Ahlemeyer-Stubbe & Müller, 2020; Pizzi *et al.*, 2021) e identificar as principais barreiras (Bollweg *et al.*, 2020; Sund *et al.*, 2021) para implementação de soluções tecnológicas e orientação durante o processo de tomada de decisão (Zheng & Wu, 2017; Bertonsel *et al.*, 2018; Omar *et al.*, 2019). Há ainda orientações para a mudança de um MN tradicional para um MN inteligente, sustentável (Lardo *et al.*, 2020) e digital (Gaiardelli *et al.*, 2021), apresentação de meios para superar as limitações para a implementação da I4.0 (Cezarino *et al.*, 2019), identificar as ameaças (Stroud & Weinel, 2020), os riscos, as oportunidades e fatores críticos de sucesso da I4.0 quanto ao desempenho das PME (Moeuf *et al.*, 2020), bem como as tendências atuais e oportunidades futuras sobre a rápida difusão da digitalização, da economia circular e dos serviços digitais (Parida & Wincent, 2019).

Neste seguimento, constata-se que há várias investigações sobre os mais diversos temas e existe uma dispersão de investigações sobre fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0. Sendo assim, esta investigação baseia-se no estado da arte existente sobre este tema e a percepção de como uma organização adota as tecnologias da I4.0 a fim de criar, entregar e capturar valor, através de uma revisão sistemática bibliométrica da literatura e análise detalhada de estudos de casos selecionados.

1.2. Objetivos da Investigação

Na literatura existente não possui trabalhos abrangentes que discutem e apontem fatores influenciadores dos MN na era da digitalização os relacionando com tecnologias específicas da

I4.0. Com exceção do estudo de caso realizado por Jerman *et al.* (2019), em uma fábrica inteligente, que apresenta três fatores críticos que influenciam os MN (orientações da alta gerência e liderança, motivação dos funcionários, conhecimento coletivo e criatividade e inovação) e da revisão sistemática bibliométrica da literatura, de Caputo *et al.*, (2021), que aborda a relação entre a digitalização e a inovação dos MN, referenciando os desenvolvimentos ocorridos durante a última década. Portanto, constata-se que existe uma lacuna de investigação e evidencia-se a importância de proceder à interligação dos temas: MN, digitalização e tecnologias da I4.0.

Considerando o acima exposto, a principal questão de investigação deste trabalho é a seguinte: “*Que fatores influenciam os Modelos de Negócios na era da digitalização e da Indústria 4.0*”?

Para poder responder a esta questão, este trabalho contempla a seguinte análise:

- Quem são os autores mais referenciados, com relação a estes temas, e os artigos de maior destaque
- Quais são os *Journals*, instituições e países que mais tem colaborados com investigações nestes temas
- Quais temas têm sido mais abordados e discutidos nos trabalhos realizados
- Quais são os sectores e tipos de empresas que têm sido mais investigados

Para responder estas questões primeiramente será feita uma análise teórica, com recurso ao estudo bibliográfico sobre o tema, para posteriormente identificar fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0.

1.3. Estrutura da Dissertação

Esta investigação foi dividida em duas partes. A primeira parte consiste em uma análise quantitativa onde é realizado a revisão sistemática bibliométrica da literatura. A segunda parte consiste em uma análise qualitativa, onde é realizado a seleção e análise de estudos de casos para identificar fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0.

A partir deste ponto a dissertação está estruturada da seguinte forma: A seção 2 apresenta o enquadramento teórico e a seção 3 delinea a metodologia da pesquisa. Enquanto, que na seção 4 é apresentado o resultado da análise bibliométrica, oriunda da revisão sistemática da literatura, na seção 5 são discutidos os resultados de cada cluster, sendo ambos os resultados identificados através do software VOSviewer. Na seção 6 apresenta-se a análise dos estudos de casos e identificação de fatores influenciadores dos MN, na seção 7 apresentam-se as sugestões para pesquisas futuras e as conclusões encontram-se na seção 8. Por fim, a última seção, contém as referências bibliográficas.

2. Enquadramento Teórico

No presente capítulo apresentam-se os principais conceitos ligados a literatura pesquisada sobre a I4.0, as tecnologias digitais e MN. Este capítulo visa obter a fundamentação teórica para esta investigação e procurar uma melhor compreensão do fenómeno em estudo.

2.1. Indústria 4.0

Quando se pensa em Revolução Industrial logo assimila-se à máquina a vapor. Entretanto a indústria vem se renovando ao longo dos últimos séculos, trazendo inovações tecnológicas com uma velocidade cada vez mais rápida. A primeira revolução industrial usou a água e o vapor para mecanizar a produção. A Segunda revolução industrial usou a energia elétrica para criar produções em massa. A Terceira revolução industrial utilizou a eletrônica e a tecnologia informática para automatizar a produção. Atualmente, estamos na Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0 (I4.0), que está a crescer sob os alicerces da terceira revolução, a revolução digital que está a ocorrer desde meados do último século e está caracterizada pela fusão de tecnologias que vão desenhando as suas linhas entre o mundo físico, digital e biológico. De acordo com Halvorsen *et al.* (2017), I4.0 é um novo termo para combinação da indústria e a Internet das Coisas, cujo termo em inglês é *Internet of Things* (IoT).

A conceção da I4.0 foi apresentada no evento da Feira de Hannover em 2011 na Alemanha e, no ano seguinte, em outubro de 2012, um grupo de Trabalho, da União de Pesquisa Economia-Ciência do Ministério Federal de Educação e Pesquisa da Alemanha, apresentou um conjunto de recomendações à comissão Federal Alemã sobre a implementação da I4.0. Neste documento estratégico de alta tecnologia foi delineado um plano para automatizar, na totalidade, a produção de uma fábrica sem qualquer envolvimento humano (de Sousa Jabbour *et al.*, 2018).

O conceito da Indústria 4.0 representa o atual paradigma de produção sendo impulsionada pelo avanço de nove tecnologias base (computação em nuvem, impressão 3D ou manufatura aditiva (*additive manufacturing*), simulações, realidade aumentada e realidade virtual, *Big Data* (BD) e análise de *Big Data* (BDA), robótica avançada, Internet das Coisas (*Internet of Things*), integração de sistemas e Cyber-segurança) que permitem às empresas renovar seus MN ao integrar as tecnologias digitais nos processos empresariais (Leonello *et al.*, 2019). A I4.0 tem transformado os sistemas tradicionais dos mais diversos tipos de empresas (Rüßmann *et al.* 2015; Vaidya *et al.*, 2018), oferecendo novas oportunidades estratégicas para aumentar a competitividade através da otimização dos custos, qualidade, níveis de serviço e flexibilidade (Ferdows, 2018).

A característica subjacente à I4.0 é a conectividade entre máquinas, sectores de compras e logística, funcionários, fornecedores e clientes. A I4.0 viabiliza o processo de fabricação inteligente, proporcionando alto desempenho associado ao desenho do produto, produção e sistemas logísticos através da comunicação entre máquinas e dispositivos digitais (Alkaraan *et al.*,

2022). O resultado são empresas mais eficientes, com processos otimizados tanto em custo quanto em tempo, além de desperdícios e erros reduzidos. Todavia, segundo Rahman *et al.* (2019) a organização empresarial está a avançar para a Indústria 5.0 (*Internet of Thought*) juntamente com a economia GIG (que engloba as formas de emprego alternativo, que vão desde a prestação de serviços por aplicativo ou o trabalho de freelancers), onde a forma tradicional de confiar plenamente nos trabalhadores a tempo integral já não é tão relevante. Do ponto de vista organizacional, o salto da estratégia com o avanço tecnológico é significativo para alcançar uma vantagem competitiva para assegurar a continuidade do negócio.

2.2. Digitalização

Nas últimas décadas, a literatura científica tem prestado cada vez mais atenção à digitalização, uma vez que é o motor central da quarta revolução industrial (Alcacer, 2016; Sommer *et al.*, 2017), e os seus efeitos nas organizações, economias e sociedades. Para ter sucesso na economia digital, as empresas precisam ser tanto digitalizadas quanto digitais. Apesar da similaridade das palavras, há diferenças em seus significados. Para Ross *et. al.* (2022) a digitalização (*digitalization*) é uma necessidade operacional envolvendo a padronização dos processos comerciais, ou seja, consiste no uso de tecnologias digitais para transformar processos de produção, de desenvolvimento de produtos e/ou MN, visando a otimização e eficiência nos processos. É também considerado como o processo interno, executado pelas empresas, a fim de transformar o MN existente num MN de base digital, onde as Tecnologias da Informação e Comunicação estão localizadas no centro do quotidiano operacional, envolvendo clientes e fornecedores para a atividade comercial (Gartner 2020a). Já para uma empresa tornar-se digital (*digitization*), os líderes devem articular uma proposta de valor digital visionária para os clientes e entregá-la sob a forma de ofertas digitais, podendo ser considerado como o processo de aquisição através do qual as empresas adquirem novos equipamentos que convertem parte do processo analógico em processos digitais (Gartner 2020b). A seguir é apresentando uma breve descrição das tecnologias digitais que estão mais presentes nesta análise:

1. **Computação em nuvem** – é a distribuição de serviços de computação (servidores, armazenamento, bancos de dados, redes, software, análises, inteligência) pela Internet, com utilização de memória, capacidade de armazenamento e cálculo de computadores e servidores hospedados em *Data Center*, proporcionando recursos flexíveis e economia de escala. Estes servidores estão normalmente localizados longe dos indivíduos e organizações que os conectam, fornecendo mais poder de computação e serviços a mais pessoas do que seria possível com o equipamento que está fisicamente disponível. Desta forma evitam-se investimentos altos em equipamentos e equipe de suporte, permitindo às empresas focarem seus investimentos nas suas atividades principais. De acordo com o estudo de caso realizado por Cunha *et al.* (2020), em empresas de TI do Brasil, a Computação em Nuvem e BD são hoje as duas principais tecnologias utilizadas nas empresas, porém cada organização deve compreender as suas exigências e aplicar as tecnologias que oferecerão mais benefícios.

2. **Manufatura digital e Manufatura Aditiva** – a Manufatura digital é o uso de um sistema integrado, baseado em computador, que consiste em simulação, visualização 3D, análises e ferramentas de colaboração para criar definições de processos e fabrico de produtos simultaneamente. A Manufatura Aditiva consiste na fabricação de peças a partir de um desenho digital (feito com um software de modelagem tridimensional), sobrepondo finas camadas de material, uma a uma, por meio de uma Impressora 3D, por isso também é geralmente conhecida como **impressão 3D**. A pesquisa em materiais criou usos inovadores para plásticos, metais, cerâmicas, vidro, compósitos e biomateriais. Os objetos impressos em 3D estão agora sendo usados em aplicações de alto desempenho, desde peças de automóveis até motores de foguetes. A investigação realizada por Santos *et al.* (2018), em 493 Fábricas de Laboratórios Americanos e Europeus, revela que as impressoras 3D são, em cada realidade económica investigada, a ferramenta digital mais utilizada.
3. **Sistemas de simulação** – é a utilização de computadores e conjunto de técnicas para gerar modelos digitais que descrevem ou exibem a interação complexa entre várias variáveis dentro de um sistema, imitando processos do mundo real. De acordo com Patrucco *et al.* (2022) três grupos de tecnologias parecem particularmente promissoras do ponto de vista da gestão da cadeia de abastecimento: análise de BD e computação em nuvem, rastreio e monitorização, e simulação e modelação; sendo que, a complexidade dos processos de fabrico e logística podem beneficiar da utilização de software de simulação e modelação.
4. **Realidade Aumentada e a Realidade Virtual** - são duas tecnologias que se situam em um contexto contínuo. Em uma extremidade está a experiência física inalterada de uma pessoa. Na outra ponta está a Realidade Virtual, que coloca uma pessoa em um ambiente totalmente digital. No meio está a Realidade Aumentada, que mistura aspetos de cada uma. Ambas as tecnologias incluem conteúdo digital - mas o Realidade Aumentada coloca esse conteúdo em um ambiente físico, enquanto o Realidade Virtual é composto exclusivamente de conteúdo digital. Os termos “realidade aumentada” e “realidade virtual” se referem tanto à tecnologia (que permite tais experiências) quanto ao meio (as próprias experiências). Segundo Rejeb *et al.* (2021) a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual podem aumentar a eficiência global da cadeia de valor e tem potencial para enfrentar vários desafios encontrados pelas empresas, incluindo o planeamento e programação inadequados, a falta de integração dos processos e a utilização ineficiente dos recursos, além de gerar diversos tipos de melhorias, tais como a otimização das operações e a minimização de perdas bem como, permite fazer a ponte entre o mundo virtual e o mundo real, ajudando a reduzir as complexidades nos processos e apoiando a tomada de decisões.
5. **Big Data (BD) e Análise de Big Data (BDA)** - é uma abordagem para atuar em dados com maior variedade e complexidade, que chegam em volumes crescentes e com velocidade cada vez maior, usados para resolver problemas de negócios. O termo “*Big Data*” refere-se a conjuntos de dados muito grandes para caber em um único computador.

Esses conjuntos de dados são tão volumosos que o software tradicional de processamento de dados não consegue gerenciá-los. A “Análise de *Big Data*” frequentemente faz uso de testes estatísticos simples, tais como identificação de linhas de tendência, identificação de semelhanças dos clusters e testes para correlações entre as variáveis. Para atingir alguns objetivos, no entanto, a análise de BD requer algoritmos mais complicados, que podem ser chamados de Inteligência Artificial. Para Mariani & Nambisan (2021) BD e análise de BD constituem uma das forças motrizes da quarta revolução industrial e representam um dos pilares fundamentais da I 4.0.

6. **Robótica avançada** - os robôs simplificaram e/ou assumiram o trabalho que é difícil ou demorado para os humanos. São dispositivos que agem em grande parte, ou parcialmente, de forma autônoma, que interagem fisicamente com as pessoas ou seu ambiente e que são capazes de modificar seu comportamento através da instalação de sensores. Eles contêm sensores para observar seu ambiente (sentido), controladores e software para tomar decisões (pensar e planejar), e atuadores e motores para desempenhar suas funções (agir). O estudo de caso realizado por Rubio *et al.* (2021), sobre implementação de um algoritmo em robôs autônomos guiados para transporte interno, comprova que o uso desta tecnologia pode aumentar o lucro, uma vez que o tempo de trabalho é reduzido e maior número de produtos são fabricados bem como, colabora com a gestão dos armazéns, além de gerar reduções no consumo de energia em processos industriais autônomos permitindo às empresas conceber estratégias ambientalmente sustentáveis que asseguram o cumprimento dos regulamentos governamentais sobre emissões de gases com efeito estufa e políticas de mitigação e adaptação às alterações climáticas.
7. **Internet das coisas** - apesar de seu nome I.O.T. - *Internet of things*, não requer realmente a Internet. Em vez disso, as aplicações IoT conectam dispositivos em redes de todos os tamanhos, ou seja, a IoT faz a interconexão entre objetos por meio de infraestrutura habilitadora (eletrônica, software, sensores e/ou atuadores), com capacidade de computação distribuída e organizados em redes, que passam a se comunicar e interagir, podendo ser remotamente monitorados e/ou controlados. Segundo Dahmani *et al.* (2021) a integração de produtos ativados por sensores, através da IoT, abre novas possibilidades em cada fase do ciclo de vida do produto, incluindo a própria fase de concepção. Ao aceder aos dados e informações gerados enquanto um produto está em uso, os designers podem acompanhar continuamente o desempenho do produto e a forma como está a ser utilizado. A aplicação da IoT também usa esses dados para acionar algum tipo de ação, seja mecânica, como um sistema de irrigação que fornece água às plantações em um momento específico, ou digital, como um computador que exibe os níveis de umidade do solo em toda uma fazenda. De acordo com Latino *et al.* (2021) a IoT e a I4.0 trazem melhorias no planejamento, controle e otimização das operações agrícolas e gestão inteligente da água.
8. **Integração de sistemas**: é a união de diferentes sistemas de computação e aplicações física ou funcionalmente de software, para atuar como um todo coordenado, que

possibilita a troca de informações entre os diferentes sistemas. Permite às empresas um olhar abrangente sobre o seu negócio podendo influenciar na tomada de decisões gerenciais.

9. **Cyber-segurança (Cyber-security)** - é a proteção de recursos contra ameaças digitais. Conforme as organizações se movimentam on-line, elas apresentam novos alvos para ataques digitais. Estes alvos podem incluir dados (informações financeiras e propriedade intelectual), dispositivos (servidores, computadores e telefones) e serviços (e-mail e assinaturas). O estudo de caso realizado por Dalmarco *et al.* (2019) argumenta que a utilização das tecnologias da I4.0 - especialmente as relacionadas com sistemas cyber-físicos, computação em nuvem e integração de sistemas - aumenta a quantidade de dados, sistemas, redes e equipamentos ligados através da Internet. A utilização de mecanismos de cyber-segurança através de melhorias nas políticas e procedimentos é obrigatória para prevenir ataques informáticos e espionagem industrial. Ao melhorar os procedimentos de cyber-segurança, as empresas podem aumentar os seus níveis de fiabilidade e segurança na identificação dos produtos/serviços produzidos.
10. **Inteligência Artificial (IA)** - a IA é o uso de computadores para apoiar, automatizar decisões e realizar ações, que pode ser alcançado por mais de uma técnica, incluindo aprendizado de máquina para interpretar eventos, analisar tendências e comportamentos de sistemas. De acordo com Bag *et al.* (2021) a IA e a aprendizagem mecânica proporcionam vários benefícios, tais como o corte de custos, identificando padrões ocultos, melhorando a qualidade e aumentando capacidade de resposta, inclusive alguns especialistas preveem que a IA criará mais empregos do que os que ela substitui.
11. **Blockchain** - Enquanto o público ainda associa a tecnologia da *blockchain* às moedas criptográficas, empresas de tecnologia e serviços financeiros, desenvolvedores e governos estão agora utilizando a *blockchain* em uma variedade de aplicações. As moedas digitais continuam a usar *blockchain* público, que é aberto a todos, enquanto o uso empresarial tem se centrado em *blockchain* privado, que limitam o acesso àqueles somente com permissão. Segundo Hofbauer & Sangl (2019), tanto as tecnologias de *blockchain* público quanto privado estão evoluindo rapidamente e, como resultado, as pessoas e organizações que compõem o ecossistema da *blockchain* estão em constante estado de mudança. Este procedimento é uma tecnologia revolucionária para MN em diferentes áreas.

2.3. Modelos de Negócios

Em geral, o conceito MN pode ser descrito como um sistema complexo que permite que a proposta de valor central seja transferida para o cliente como um benefício (Seelos & Mair, 2007), assim como a aplicação das tecnologias digitais no MN também pode ajudar a criar valor, gerar receita e reduzir custos (Alkaraan *et al.*, 2022). De acordo com Rosa *et al.* (2020), os mecanismos da I4.0 permitem melhorias comerciais significativas, que podem aumentar a experiência com os clientes e otimizar as operações ou mesmo criar MN. Entretanto, são muitos os fatores que influenciam os resultados das empresas de forma a alterar os MN como por exemplo: os clientes e o mercado, os concorrentes e os fornecedores, os colaboradores e a localização, os custos e os preços, os

produtos e serviços oferecidos e os produtos similares e/ou substitutos, o governo e a economia, bem como quando uma empresa decide adotar uma ou mais tecnologias da I4.0.

O conceito de MN tornou-se mais usual por volta dos anos 90, quando o comércio eletrônico surgiu e as empresas introduziram novas formas de criação e captura de valor (Geissdoerfer *et al.*, 2018; Zott *et al.*, 2011). Entretanto, alguns autores relatam que o primeiro documento acadêmico que utilizou o termo “Modelo de Negócio” foi publicado em 1957 (DaSilva & Trkman, 2014) e o uso do termo no meio acadêmico e revistas não acadêmicas começaram no período de 1975-1980 (Zott *et al.*, 2011).

Embora as conceptualizações sobre MN sejam diferentes no número e na especificação dos componentes, de um modo geral, são destacadas quatro áreas principais: (1) os clientes-alvo, (2) a proposta de valor, que uma organização oferece aos seus clientes, (3) a criação e entrega de valor, através das quais a proposta de valor é produzida e trazida para o cliente, e (4) as atividades de captura de valor relacionadas com as receitas e os custos para criar e entregar uma proposta de valor (por exemplo, Boons *et al.*, 2013; Dentchev *et al.*, 2018; Geissdoerfer *et al.*, 2018; Palmi'e *et al.*, 2021a). Para Veile *et al.* (2022). As plataformas digitais, que fazem parte da I4.0, tem transformado os blocos dos MN (CANVAS), revelando grandes alterações na criação, entrega e captura de valor, principalmente no que se refere a proposta de valor, aos parceiros-chave e fluxos de receitas, que estão sujeitos a grandes transformações.

Criação de Valor

A componente “criação de valor” do MN é utilizada no contexto dos produtos ou serviços oferecidos aos clientes. A digitalização pode criar valor sustentável sob várias formas através das tecnologias digitais, como por exemplo BD, IoT, fabrico de aditivos/3D e *Blockchain*, que podem ajudar a otimizar a criação de valor aumentando a eficiência e melhorando o desempenho organizacional (Ignacio *et al.*, 2018). Para Perelygina *et al.* (2022) as tecnologias digitais criam uma enorme variedade de oportunidades para as empresas de viagens para construir uma MN inovador, podendo criar uma proposta de valor, construir uma rede de relacionamentos, abordar um determinado segmento de clientes, desenvolver e distribuir produtos e serviços além de obter lucro. O estudo de caso realizado por Payne *et al.* (2021) argumenta que tanto as competências baseadas na tecnologia como os recursos interpessoais são consumidos pelo cliente bancário no processo de co-criação de valor, e como a IA faz parte da proposta de valor oferecida pela instituição financeira, os gastos dos consumidores em recursos operacionais, relacionados com a tecnologia, voltam para a instituição financeira, aumentando o valor do consumidor da prestação de serviços de IA em canais digitais.

Entrega de valores

A componente “entrega de valor” do MN visa implementar atividades e processos capazes de fornecer o valor prometido. Segundo Rohn *et al.* (2021) o aumento da velocidade e eficiência das transações através das mais recentes tecnologias digitais poderia ser citado como um dos fatores mais cruciais, proporcionando uma redução significativa dos custos de pesquisa e transação, além da rapidez e a independência temporal da troca de informação e física entre todas as partes envolvidas, bem como uma melhoria significativa das cadeias de valor ineficientes. Parida *et al.* (2019) acrescentam que os sistemas de apoio técnico e infraestrutura digital são exemplos de recursos e capacidades necessários para entregar valor aos diversos parceiros, tais como clientes, fornecedores e funcionários.

Captura de valor

A componente “captura de valor” diz respeito aos fluxos de receitas de uma empresa e à estrutura de custos. Para capturar valor para o MN, as empresas podem utilizar a digitalização para melhorar os lucros através de uma variedade de ações. Estas incluem a utilização eficiente dos recursos, tais como a gestão do ciclo de vida dos produtos e rastreamento do valor residual a fim de reduzir o custo com transporte (Linde *et al.*, 2021). O estudo de caso realizado por Chen *et al.* (2021) argumenta que as tecnologias digitais são cruciais para tornar mudanças viáveis entre a expansão da proposta de valor, em soluções personalizadas e inteligentes, a abertura do sistema de entrega de valor à cadeia de abastecimento e distribuição, e ao ecossistema, e a introdução de diversos mecanismos de captura de valor. A interação entre a mudança de MN e a adoção da tecnologia digital ocorre dentro e através destas três fases distintas.

3. Método: Revisão Sistemática da Literatura

3.1. Protocolo de Pesquisa

Foi realizada uma pesquisa na base de dados da Scopus no dia 02 de março de 2022, empregando o seguinte protocolo de busca pré-estabelecido (Liberati *et al.*, 2009) para conduzir a Revisão Sistemática da Literatura (RSL): (a) Foi incluído somente artigos da área: Negócios, Gestão e Contabilidade; (b) somente artigos no idioma Inglês; não foi estabelecido nenhum filtro por ano de publicação (c) a fim de contemplar o período completo (2012-2021) coberto pela base de dados; (d) utilizando os tópicos: *title, abstract, author's keywords, and keywords plus*, com os seguintes termos: *"business model" AND "industry 4.0" OR "digitalization"*. Os resultados da pesquisa são apresentados na Figura 1 a seguir:

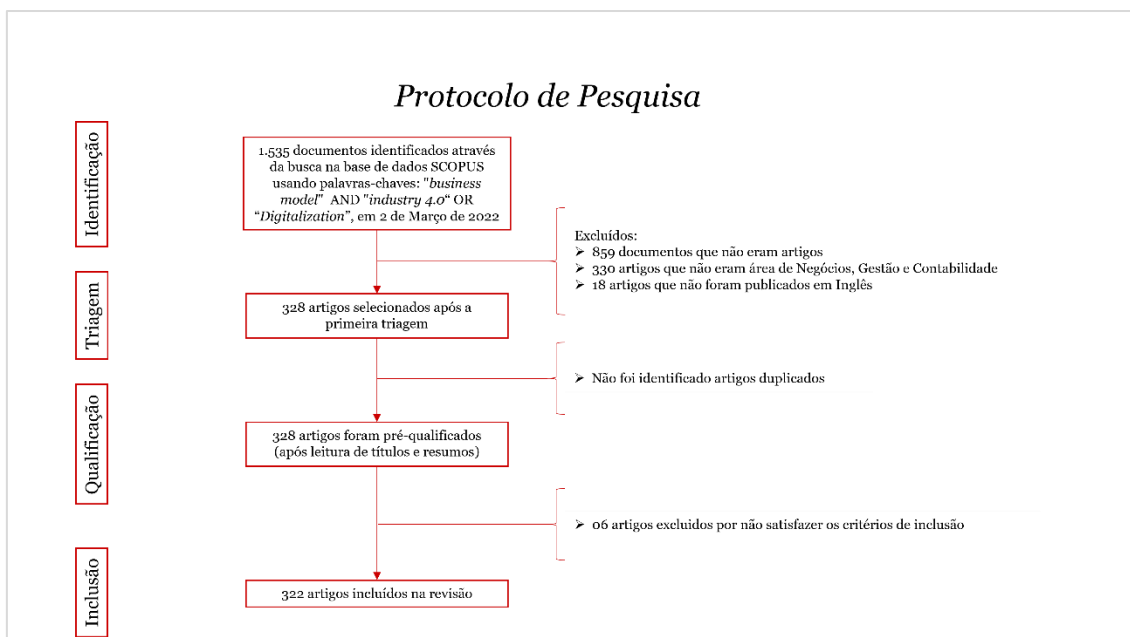


Figura 1 – Protocolo de Pesquisa
Fonte: Elaboração própria

A pesquisa resultou em 1.535 documentos. Porém, foram excluídos 859 documentos que não eram classificados como artigos, 330 artigos que não eram da área de negócios, gestão e contabilidade, de acordo com critério da área de publicação, e 18 artigos que não foram publicados em inglês, restando 328 artigos. Após uma triagem objetiva, com a leitura dos títulos e resumos, para avaliar se os resultados abordavam o tema de interesse, MN influenciados pelas digitalização e tecnologias da I4.0, foram removidos mais 6 artigos que estavam fora do objetivo da pesquisa, tais como os artigos direcionados a Academia e não empresas, como por exemplo: Cron & Baldauf (2021), que tem como objetivo facilitar futuras pesquisas sobre vínculos identificados em artigos específicos; Schlegelmilch (2020), que investiga MN estudado nas escolas tradicionais de gestão. Sendo assim, neste trabalho, foram analisados 322 artigos.

3.2. Análise Bibliométrica

Com o objetivo de mapear os artigos que abordam os efeitos, impactos e influência da I4.0 e digitalização nos MN, primeiramente foi feita uma análise bibliométrica, de forma abrangente, utilizando o software VOSviewer versão 1.6.18 (van Eck & Waltman, 2010) para compreender a atividade científica (Broadus, 1987) com relação a este tema.

Fazendo uso de cinco indicadores (artigos, autores, *Journals*, países e academia), foram apresentados a citação do *software* (Cit), a co-citação e a análise do acoplamento bibliográfico/*bibliographic coupling analysis* (Total Força do Link/*Total Link Strength* (TLS)). Para complementar, foi realizado uma análise de co-ocorrência de todas as palavras-chave para agrupar os resultados por tema. Desta forma, a avaliação combina (i) mapeamento científico: relação entre elementos científicos, e (ii) desempenho: citação, frequência de palavras-chave, e publicação (Caputo *et al.*, 2021; Ferreira, 2018).

A seguir são apresentados os resultados do *VOSviewer* referentes às unidades de análise: autores, artigos, *Journals*, países, academias e co-ocorrência de palavras-chave. As citações, co-citações e resultados da análise do acoplamento bibliográfico entre publicações, coautoria entre pesquisadores e co-ocorrência entre os termos, está na próxima seção e suas seis subseções. O número de citações é uma medida de influência e documentos necessários para atingir um limite mínimo para inclusão. A co-citação avalia os documentos citados nos resultados e o acoplamento bibliográfico mede o quanto um determinado documento está conectado com o resto dos documentos incluído, ou seja, se a força de acoplamento for muito baixa, o documento é desconectado do resto da investigação e não faz parte de um grande fluxo de pesquisa. A análise da co-ocorrência de palavras-chave fornece um cluster temático, conjunto de itens incluídos em um mapa que orienta a discussão. Esta análise comparativa supera as restrições tendenciosas de utilizar apenas uma delas, oferecendo um exame abrangente do domínio científico (Ferreira, 2018), aumentando a veracidade dos dados.

4. Análise dos Resultados

4.1. Análise dos Autores

Primeiramente foi salvo um arquivo de *thesaurus* (Van Eck & Waltman, 2010) para unir os nomes dos autores escritos em formato diferente (como por exemplo, 'baines, t.' e 'baines, t.s.'), mas que se trata do mesmo autor.

Em seguida, foi realizado as análises de co-citação usando contagem fracionária/*fractional counting* mantendo o padrão de análise do *VOSviewer*. Dos 23.450 autores, com no mínimo 20 citações, 169 estavam dentro dos limites estabelecidos.

Com relação às citações e o acoplamento bibliográfico, as características foram no mínimo 4 artigos por autor, sem número mínimo de citações; de 889 autores, 11 estavam dentro dos limites estabelecidos. A Tabela 1 fornece a lista com os autores mais influentes nesta área de investigação.

Tabela 1 - Comparativo das citações dos autores, co-citações e acoplamento bibliográfico através do *VOSviewer 1.6.18*

Citação			Co-Citação			Acoplamento Bibliográfico		
Autor	Doc	Cit	TLS	Autor	Cit	TLS	Autor	TLS
Parida V.	15	406	28	Parida, V.	190	174.96	Parida V.	2.763
Kraus S.	6	261	0	Zott, C.	175	162.80	Kraus S.	306
Gebauer H.	5	289	16	Amit, R.	171	160.67	Gebauer H.	1.356
Sjödín D.	5	75	24	Teece, D.J.	137	129.94	Sjödín D.	1.100
Elidjen	4	23	0	Gebauer, H.	131	123.80	Elidjen	543
Kohtamäki M.	4	296	14	Kohtamäki, M.	121	112.90	Kohtamäki M.	1.260
Mihardjo L.W.W.	4	36	0	Sjödín, D.	111	104.24	Mihardjo L.W.W.	388

Citação				Co-Citação			Acoplamento Bibliográfico	
Autor	Doc	Cit	TLS	Autor	Cit	TLS	Autor	TLS
Müller J.M.	4	486	1	Porter, M.E.	109	103.73	Müller J.M.	637
Sasmoko, Alamsjah F.	4	23	0	Kowalkowski, C.	98	93.82	Sasmoko, Alamsjah F.	543
Voigt K.-I.	4	413	1	Baines, T.S.	93	89.96	Voigt k.-I.	637
Wincent J.	4	57	10	Eisenhardt, K.M.	93	90.34	Wincent J.	1.079

Nota: Doc – documentos; Cit – citações; TLS – força total do link/total link strength

4.2. Análise dos Artigos

Independentemente de haver muitas pesquisas na área da digitalização e I4.0, que é ainda é um tema relativamente recente, o número de investigações sobre MN associados a digitalização e I4.0 tem aumentado significativamente, principalmente depois do início da Pandemia/COVID-19. Dos 322 artigos 213 foram publicados entre 2020 e 2022, ou seja, 66% dos artigos foram publicados de 2020 até o momento desta pesquisa, sendo 79 em 2020, 111 em 2021 e 23 artigos publicado em 2022.

Com relação à análise dos artigos (Tabela 2), em termos de citação e acoplamento bibliográfico, foi estabelecido no mínimo 20 citações, dos 322 documentos, 72 estavam dentro dos limites estabelecidos. Na análise de co-citação, utilizando no mínimo 10 citações, das 18.628 referências citadas, 13 estavam dentro dos limites estabelecidos. A seguir os três artigos com maior número de citações:

- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56 (3), 1118-1136.
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17.
- Warner, K. S., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326-349.

No que se refere a Força Total do Link (TLS), os artigos mais impactantes da área são:

- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17.
- Warner, K. S., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326-349.

- Kamalaldin, A., Linde, L., Sjödin, D., & Parida, V. (2020). Transforming provider-customer relationships in digital servitization: A relational view on digitalization. *Industrial Marketing Management*, 89, 306-325.

Tabela 2 - Comparativo das citações dos artigos, co-citações e acoplamento bibliográfico através do VOSviewer 1.6.18

Citação			Co-citação			Acoplamento Bibliográfico	
Autor	Cit	links	Autor	Cit	TLS	Autor	TLS
Moeuf <i>et al.</i> (2018)	385	1	Zott C. (2011)	23	58	Müller <i>et al.</i> (2018)	195
Müller <i>et al.</i> (2018)	365	0	Teece D. (2010)	20	62	Warner & Wäger (2019)	188
Warner & Wäger (2019)	247	2	Porter & Heppelmann (2014)	16	28	Kamalaldin <i>et al.</i> (2020)	149
Frank <i>et al.</i> (2019)	224	2	Eisenhardt K. (1989)	15	52	Zhao y. (2020)	144
Verhoef <i>et al.</i> (2021)	212	0	Eisenhardt & Graebner (2007)	15	43	Verhoef <i>et al.</i> (2021)	136
Sung T. (2018)	203	1	Foss & Saebi (2017)	15	42	Kohtamäki <i>et al.</i> (2019)	129
Ślusarczyk B. (2018)	169	0	Amit & Zott (2001)	14	44	Frank <i>et al.</i> (2019)	129
Kraus <i>et al.</i> (2020)	166	1	Chesbrough H. (2010)	12	31	Moeuf <i>et al.</i> (2019)	114
Rachinger <i>et al.</i> (2019)	158	0	Gioia <i>et al.</i> (2013)	12	37	Kohtamäki <i>et al.</i> (2020)	113
Kohtamäki <i>et al.</i> (2019)	151	1	Vandermerwe & Rada (1988)	11	26	Parida & Wincent (2019)	108

Nota: Doc – documentos; Cit – citações; TLS – força total do link/total link strength

4.3. Análise dos Journals

Assim, como no caso da análise dos autores, primeiramente foi salvo um arquivo *thesaurus* (Van Eck & Waltman, 2010) para unir os nomes dos *Journals* escritos em formatos diferentes (como por exemplo: *acad. manag. j.* foi substituído por *Academy of Management Journal*). Os *Journals* mais relevantes na área da I4.0, digitalização conectados à MN são o Technological Forecasting and Social Change com o maior número de citações (1041), e de publicações (17) respectivamente, e o periódico Journal of Cleaner Production com o maior número de co-citações (405). Quanto à citação e acoplamento bibliográfico, com no mínimo 4 artigos publicados por revista, de 183 *Journals*, 14 estavam dentro dos limites estabelecidos.

Com relação à co-citação, as características padrões especificam 20 citações; apenas 96 das 7.560 revistas atendem ao critério de seleção. A Tabela 3 mostra os dez principais *Journals* que mais contribuíram até o momento com o tema I4.0, digitalização e MN.

Tabela 3 - Comparativo das citações dos Journals, co-citações e acoplamento bibliográfico através do Vosviewer 1.6.18

Citação				Co-citação			Acoplamento Bibliográfico	
Periódico	Artigo	Cit	TLS	Periódico	Cit	TLS	Periódico	TLS
Technological Forecasting and Social Change	17	1041	10	Journal of Cleaner Production	405	12994	Journal of Business Research	948
Journal of Business Research	12	510	11	Industrial Marketing Management	376	15851	Technological Forecasting and Social Change	839
International Journal of Production Research	4	500	2	Long Range Planning	364	14151	Industrial Marketing Management	667
Journal of Manufacturing Technology Management	5	278	4	Strategic Management Journal	333	12800	Journal of Manufacturing Technology Management	340
Industrial Marketing Management	8	224	7	Journal of Business Research	286	12726	Review of Managerial Science	335
Journal of Cleaner Production	10	159	2	Technological Forecasting and Social Change	273	9328	Journal of Cleaner Production	287
Business Horizons	4	84	3	Harvard Business Review	264	9570	Technology Innovation Management Review	219
Review of Managerial Science	5	79	0	International Journal of Production Research	210	7653	Business Horizons	204
Production Planning and Control	4	47	3	International Journal of Production Economics	195	7882	Production Planning and Control	184
Technology Innovation Management Review	5	28	3	Mis Quarterly	185	7948	International Journal of Innovation and Technology Management	151

Nota: Doc – documentos; Cit – citações; TLS – força total do link/total link strength.

4.4. Colaboração dos Países

Quanto ao número de artigos publicados pelos países, a Alemanha foi o país que mais contribuiu com 66 artigos, seguida da Finlândia (35), Itália (35), Suécia (35) e Reino Unido (34). Brasil (14) e Portugal (09) estão em 10º e 19º lugar respectivamente. A Tabela 4 mostra a colocação dos 10 país com maior número de artigos publicados, suas citações e TLS, e a Figura 2 apresenta a conexão entre os 24 países analisados através da citação, sendo que dos 100 países analisados, apenas 24 publicaram mais de cinco artigos.

Tabela 4 - Comparativo entre os países que mais publicaram artigos através VOSviewer 1.6.18

País	Artigos	Cit	TLS
Alemanha	66	1607	90
Finlândia	35	1083	103
Itália	35	953	80
Suécia	35	827	109
Reino Unido	34	1177	63
Estados Unidos	25	583	44
França	23	1183	60
Espanha	21	378	21
Federação Russa	16	40	5
Brasil	14	385	45

Nota: Cit – citações; TLS – força total do link/total link strength

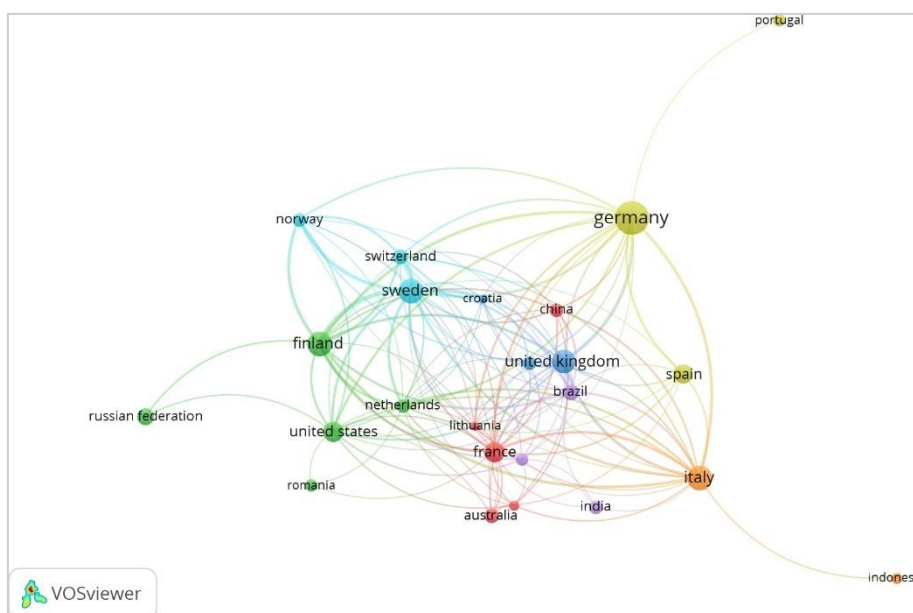


Figura 2: Conexão e colaboração entre os países através do VOSviewer 1.6.18
Fonte: Elaboração própria

4.5. Colaboração Institucional

Antes de fazer a análise comparativa para verificar a colaboração das instituições, foi salvo um arquivo *thesaurus* (Van Eck & Waltman, 2010) para unir os nomes das instituições escrito em formatos diferentes (como por exemplo: Free University of Bozen-Bolzano foi substituído por Free University of Bolzano-Bozen). Em relação a colaboração das instituições, de aproximadamente 554 instituições, pelo menos 17 publicaram 04 artigos ou mais. As duas universidades com maior número de publicação foram: Luleå University of Technology (Suécia) e University of Vasa (Finlândia) com 15 artigos cada. A Tabela 5 mostra a lista das 13 universidades que publicaram quatro ou mais artigos, relacionados ao tema desta pesquisa, além de um comparativo entre o número de citações e TLS. Observou-se que o autor Vanit Parida, que possui o maior número de citações, co-citações e TLS, no acolplamento bibliográfico, é Professor

Presidente de Empreendedorismo e Inovação em uma das universidades com o maior número de artigos publicados: Luleå University of Technology.

Tabela 5 - Comparativo entre as Instituições que mais publicaram artigos através VOSviewer 1.6.18

Instituição	País	Artigo	Cit	TLS
Luleå University of Technology	Sweden	15	425	36
University of Vaasa	Finland	15	467	38
Bina Nusantara University	Finland	7	40	0
Linköping University	Sweden	7	464	23
University of Bayreuth	Germany	7	96	6
Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg (FAU)	Germany	6	423	3
Hanken School of Economic	Finland	6	132	18
University of St. Gallen	Switzerland	6	96	22
Free University of Bolzano-Bozen	Italia	5	83	2
University of Lincoln	United Kingdom	5	102	4
University of South Eastern Norway	Norway	5	179	30
Durham University	United Kingdom	4	252	6

Nota: Doc – documentos; Cit – citações; TLS – força total do link/total link strength.

4.6. Co-ocorrência de Palavras-Chave

Para identificar os clusters, foi feita uma análise de co-ocorrência de palavras-chaves. A Tabela 6 apresenta a lista completa de palavras-chave e os respectivos clusters. Antes de iniciar a análise foi salvo um arquivo *thesaurus* (Van Eck & Waltman, 2010) para unir palavras que eram sinônimos, bem como as abreviações (por exemplo, business model foi substituído por business models; start-ups foi substituído por startup). O método de contagem inicialmente foi completo e designando pelo menos cinco ocorrências; de 1.607 palavras-chave, 71 estão dentro dos limites estabelecidos.

Como as três palavras-chave, que eram temas da pesquisa, estavam influenciando nos resultados, estas foram excluídas: "industry 4.0", "digitalization" e "business model".

A análise por associação, usando um mínimo de três itens por cluster, forneceu cinco clusters com 805 links e 1.194 de Força Total do Link (TLS). Este número de links demonstra que existem sobreposições de tópicos entre os agrupamentos (Figura 3).

Tabela 6 – Lista de Clusters resultado da análise das palavras-chave através do VOSviewer 1.6.18

	Palavra-Chave	Ocorrência	Força do Link
Cluster 1: Inovação Tecnológica	Innovation	23	80
	digitization	20	67
	smart manufacturing	12	39
	Smes	12	39
	business development	11	51
	new business models	11	30

	Palavra-Chave	Ocorrência	Força do Link
	design/methodology/approach	10	39
	big data	9	25
	digital innovations	8	26
	industrial performance	7	39
	industrial research	7	39
	information technology	6	17
	small and medium sized enterprise	6	35
	technological change	6	20
	data analytics	5	18
	entrepreneurship	5	9
	industrial development	5	18
	networks	5	11
	strategic approach	5	26
Cluster 2: Inovação nos Modelos de Negócio	business model innovation	36	106
	servitization	19	51
	business modeling	18	82
	manufacturing companies	13	62
	digital servitization	12	39
	manufacturing	8	52
	technological innovation	8	38
	manufacture	7	47
	digital business	6	20
	multiple-case study	6	48
	business	5	32
	companies	5	34
	sales	5	31
service industry	5	35	
Cluster 3: Transformação Digital	digital transformation	50	132
	supply chains	15	31
	ecosystems	12	35
	competition	12	46
	platforms	10	21
	qualitative analysis	10	53
	digital platforms	9	13
	digital business models	9	26
	covid-19	8	6
	transformation	8	16
	competitive advantages	8	24
	digital economy	7	4
	enterprise resource management	5	25
Cluster 4: Tecnologias Digitais	digital technology	16	65
	internet of things	16	54
	value creation	13	31
	artificial intelligence	12	28
	strategy	10	16
	automotive industry	9	30
	technology	9	17
	decision making	8	31

	Palavra-Chave	Ocorrência	Força do Link
Cluster 5: Economia Circular e Sustentabilidade	dynamic capabilities	8	43
	product-service system	7	23
	blockchain	5	16
	sustainability	17	41
	circular economy	13	51
	sustainable development	10	33
	systematic literature review	9	23
	productivity	7	21
	industrial economics	6	37
	product design	6	23
	supply chain management	6	12
	economic and social effects	5	21
	climate change	5	20
3d printing	5	15	

Através dos Clusters (Tabela 6), a análise de co-ocorrência mostra a conexão existente entre as palavras-chaves (visualização de rede - Figura 3), a sobreposição entre elas (visualização da sobreposição - Figura 4) e densidade, apresentando as palavras que são mais fortes, ou seja, estão mais presentes nos artigos (visualização da densidade - Figura 5). As cinco cores apresentadas na Figura 3 representa cada um dos 05 clusters e a rede a que pertencem. A força do elo é visível pelo tamanho da palavra; quanto mais forte o elo, maior o tamanho da letra. Desta forma os clusters foram nomeados utilizando os temas com maior força total do link:

- I. Cluster 1 - Inovação Tecnológica (vermelho)
- II. Cluster 2 - Inovação nos modelos de negócios (verde)
- III. Cluster 3 - Transformação Digital (azul)
- IV. Cluster 4 - Tecnologias Digitais (amarelo)
- V. Cluster 5 - Economia Circular e Sustentabilidade (violeta)

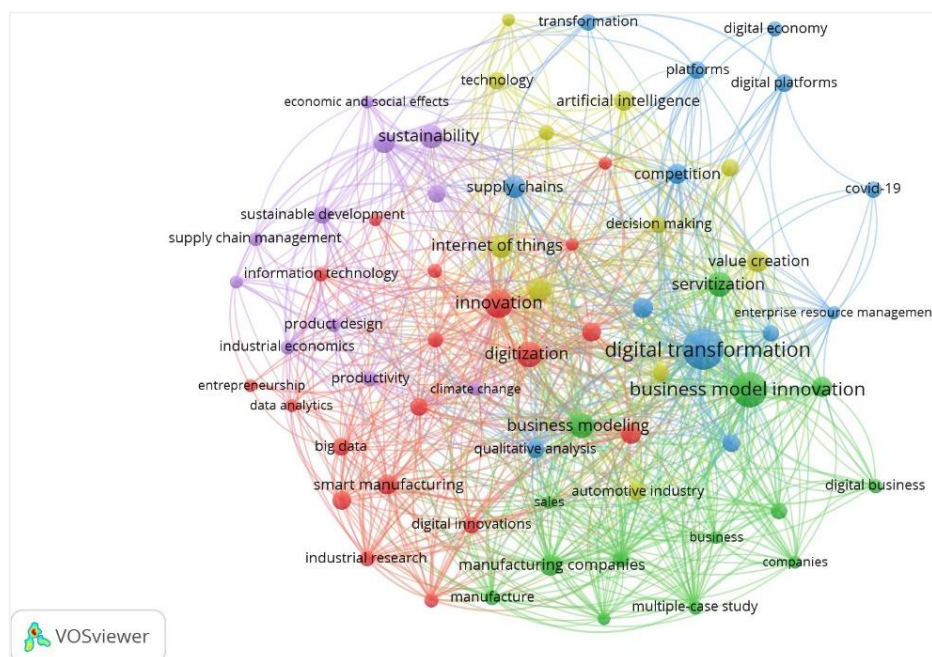


Figura 3: Visualização de Rede através do VOSviewer 1.6.18
Fonte: Elaboração própria

Além desta análise genérica, os clusters serão abordados individualmente, na seção 5 - Discussão dos Resultados dos Clusters.

A visualização da sobreposição das palavras (Figura 4) apresenta a distribuição temporal das palavras-chave e a evolução temática ao longo dos anos utilizando pontuações não-normalizadas. Isso significa que os pesquisadores atualmente se concentram na análise de tecnologias digitais, transformação digital, inovação tecnológica, plataformas digitais, inovação nos MN e MN digitais. Trabalhos anteriores deram mais atenção à manufatura, manufatura inteligente e tecnologias da I4.0, como por exemplo "Big Data". Estes temas menos densos indicam temas para pesquisas futuras. Enquanto os temas mais densos apontam para temas que podem estar saturados na pesquisa.

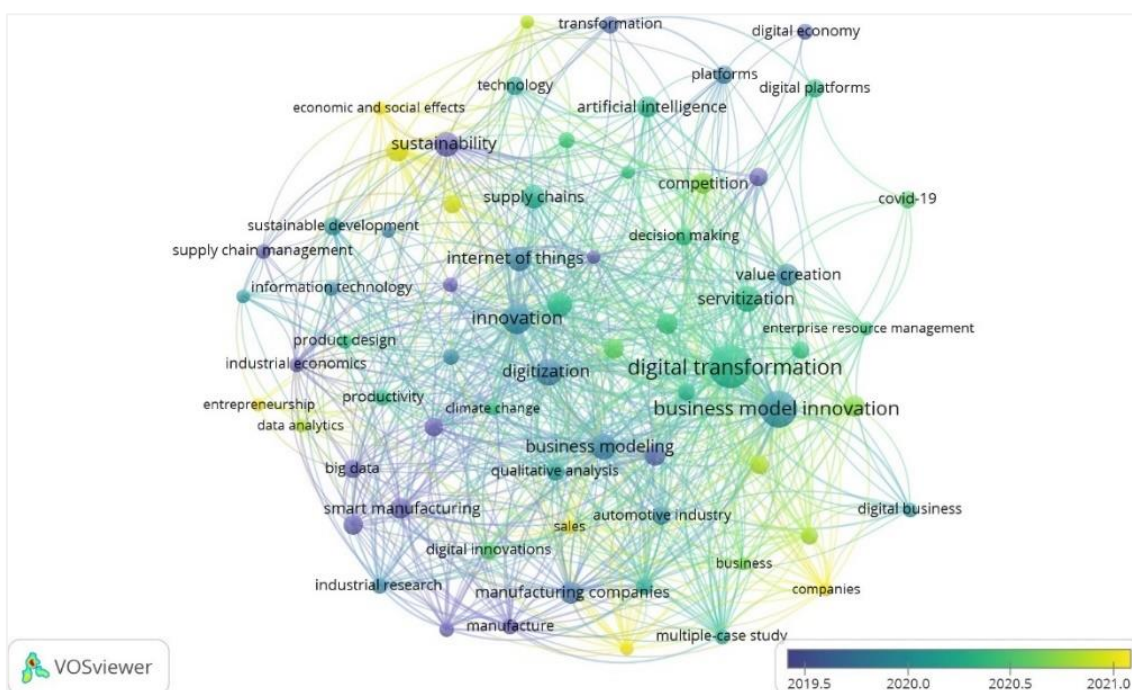


Figura 4: Visualização de Sobreposição através do VOSviewer 1.6.18
Fonte: Elaboração própria

A visualização da densidade das palavras (Figura 5) continua a mostrar as conexões entre as palavras-chave. As cores amarela e vermelha e o tamanho da palavra indicam uma presença mais robusta e a força do link entre elas, já o azul-claro indica o oposto. Por exemplo, assuntos como transformação digital e inovação nos MN são mais densos que economia digital e negócio digital.

Estes temas menos densos indicam temas para pesquisas futuras. Enquanto os temas mais densos apontam para temas que podem estar saturados na pesquisa.

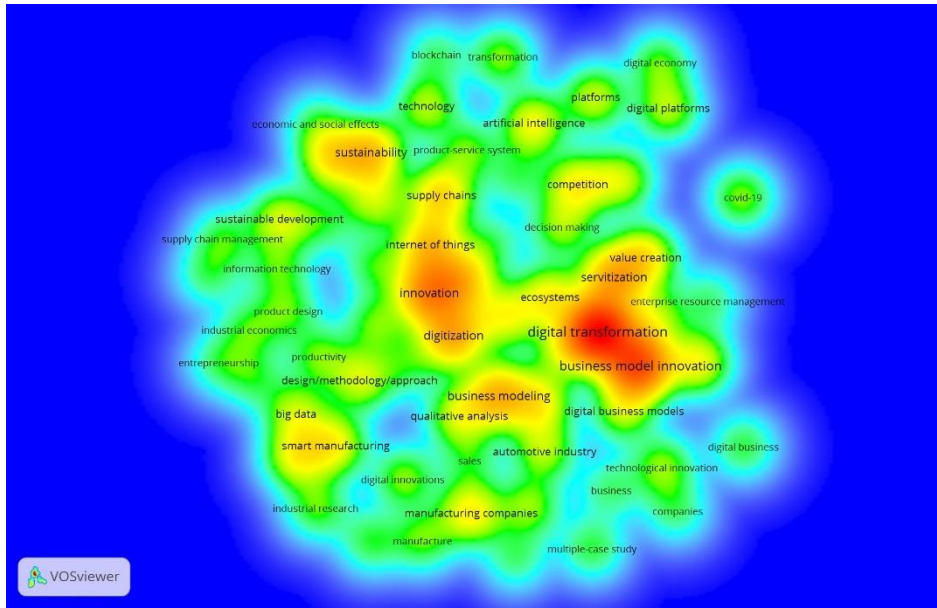


Figura 5 Visualização de Densidade através do VOSviewer 1.6.18
 Fonte: Elaboração própria

5. Discussão dos Resultados dos Clusters

Através da leitura dos artigos também foi possível identificar os seguintes tópicos, conforme mostra a figura 6 a seguir:

- As empresas e/ou sectores que são mais investigados no contexto da digitalização e da I4.0
- Os tipos de artigos (estudos de casos e/ou conceptual) e metodologia aplicada (qualitativa e/ou quantitativa)
- As ferramentas/softwarees mais comuns utilizados para fazer análise dos dados
- Análise dos artigos de acordo com cada cluster identificado através do Software VOSviewer.

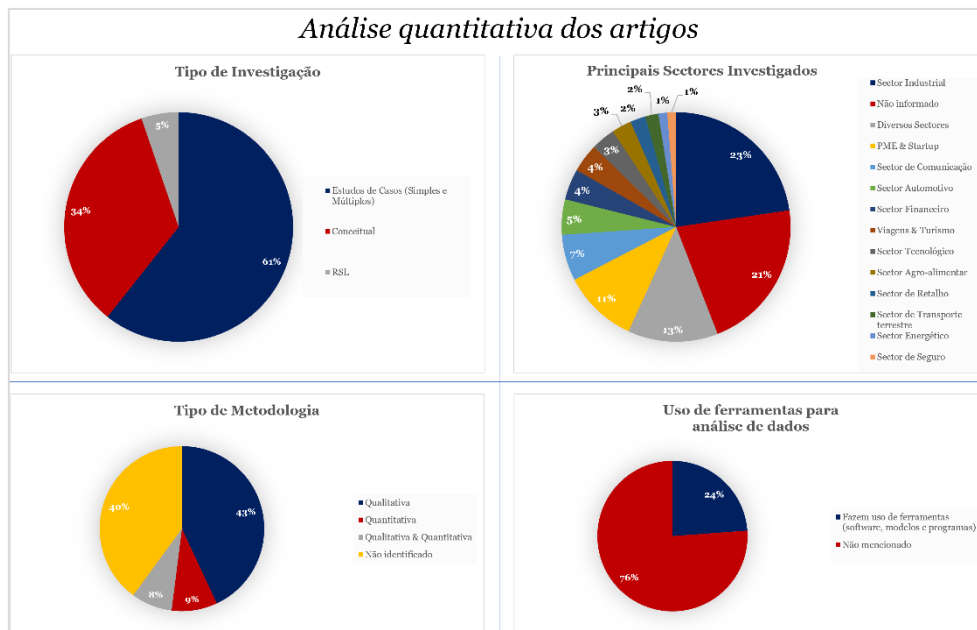


Figura 6: Análise quantitativa dos artigos

Fonte: Elaboração própria

Nota: 1-Exemplo de ferramentas/software: VOSViewer, Atlas.ti, Delphi, SPSS, NVivo, ReSOLVE, Fuzzy, Smart-PLS entre outros.

A maioria dos artigos, que compõe esta RSL, são investigações sobre empresas de fabrico de produtos e/ou máquinas, ou seja, o sector industrial compõe 22,7% das análises, principalmente sector automobilístico (5%), mesmo porque a indústria fabril está no centro da transformação digital (Müller *et al.*, 2018). Todavia, os trabalhos dentro deste tema estão bem diversificados, incluindo investigações sobre a digitalização e o MN das PME e *Startups* (10,6%). Há também muitas investigações em sectores específicos, tais como: sector de comunicação (6,5%), sector financeiro/bancos (4,3%), viagens & turismo (4%), sector tecnológico (3,4%), sector agroalimentar (2,8%) e os sectores de transporte terrestre, retalho, energético e seguro somam 6,5% das investigações, enquanto os trabalhos feitos em diversos sectores somam 12,7%. A seguir uma síntese do que tem sido abordado pelos investigadores em cada sector específico:

- **Sector industrial:** é neste sector que se concentra a maior parte das investigações, seja estudo (s) de caso (s) e/ou conceptual, com uso de métodos qualitativo e/ou quantitativo, inclusive vários artigos são sobre a indústria de automóvel (Kompalla *et al.*, 2017; Bertonsel *et al.*, 2018; Chauhan *et al.*, 2019; Knobbe & Proff, 2020; Burström *et al.*, 2021; Alkaraan *et al.*, 2022, entre outros), mas também há artigos sobre outras indústrias, tais como têxtil e vestuário (Bertola & Teunissen, 2018; Tian *et al.*, 2021). Algumas investigações estão no contexto da economia circular (Cesarino *et al.*, 2019; Chauhan *et al.*, 2019; Dahmani *et al.*, 2021; Khan *et al.*, 2021, entre outros) assim como, sobre a digitalização dos serviços dentro do cenário industrial (Kompalla *et al.*, 2017; Frank *et al.*, 2019; Kohtamäki *et al.*, 2020; Linde *et al.*, 2021; Paiola *et al.*, 2021, entre outros).
- **Sector de comunicação:** as investigações neste sector contemplam estudos de casos realizados em empresas de telecomunicação, comunicação social, imprensa escrita/jornal, editorial/livros e revistas, e visual/TV. Todas as investigações são estudos de caso, sendo que 07 estudos de casos foram feitos sobre a Telecomunicação na Indonésia onde os autores abordam a transformação digital, inovação nos MN, oportunidades e desafios, influência da experiência digital dos clientes e etc (Mihardjo *et al.*, 2018; Arifiani & Arifiani, 2019; Mihardjo *et al.*, 2019a, Mihardjo *et al.*, 2019b, Mihardjo *et al.*, 2019c; Bawono & Mihardjo, 2020; Mihardjo *et al.*, 2021). Dasi *et al.* (2018) também estudam uma empresa de telecomunicação, a Telenor, onde apresentam as principais facetas das tecnologias digitais e discutem o potencial que estas têm para minar as cadeias de valor e MN das empresas multinacionais. É na área da comunicação social que se encontra a primeira investigação, desta base de dados e objeto deste trabalho onde Florina & Andreea, (2012) investigam o processo de adoção de novas formas de publicidade, dos músicos romenos, através dos meios de comunicação social; em seguida Pavel (2013) analisa as mudanças que afetam a indústria da mídia a fim de identificar como o MN está a evoluir, e mais para frente Poutanen *et al.* (2016) examinam como os editores vêm o processo de adoção de novas formas de publicidade e quais são os desafios

éticos. Quanto a imprensa escrita/jornal, há análises dos MN existentes (Rothmann & Koch, 2014), investigação de como o conteúdo gerado pelos utilizadores e comunidades afetam os MN das editoras de jornais e revistas (Zeng *et al.*, 2016) e apresentação da visão da criação de valor dentro da comunidade de consumo de jornais (Chen *et al.*, 2019), análise de como a reorientação digital poderia ajudar as empresas em declínio na indústria editorial de jornais a recuperar o seu desempenho com sucesso (Abebe *et al.*, 2021) e Krebs *et al.* (2021) investigam até que ponto os concorrentes não jornalísticos substituem as marcas dos meios de comunicação social tradicionais. No que se refere a mídia visual, Vartanova *et al.* (2021) analisam a transformação digital que a radiodifusão tradicional está a passar. E por fim, os estudos de casos feitos sobre as editoras de livros, se concentram na mudança tecnológica e na digitalização que está a desafiar os MN existentes a fim de encorajar as editoras a modificarem as suas carteiras de produtos e competências (Magadán-Díaz & Rivas-García, 2018) além da análise de como as forças combinadas da digitalização, internacionalização e regulamentos da indústria afetam as suas operações neste sector (Pettersen & Colbjørnsen, 2019), entre outros.

- **Sector financeiro/bancos:** A maioria das investigações neste sector são estudos de casos que analisam as mudanças do MN, dos produtos e serviços oferecidos (Japparova & Rupeika-Apoga, 2017), estabelecem fatores económicos e administrativos, a fim de encorajar a responsabilidade social (Akhmatov *et al.*, 2020), avaliam o impacto das transformações no desempenho das instituições financeiras e no seu MN (Paulet & Mavoori, 2020; Gul & Ellahi, 2021), visam identificar, sistematizar e generalizar as principais tendências (Nichkasova & Shmarlouskaya, 2020) e regulamentações no desenvolvimento de MN digitais (Dudin *et al.*, 2021), identificam as principais barreiras e os desafios encontrados pelos laboratórios de inovação no sector bancário (Sund *et al.*, 2021), examinam a competitividade dos bancos influenciada pela digitalização da economia, a difusão dinâmica dos pagamentos eletrónicos, do comércio eletrónico, e das tecnologias inovadoras destinadas a fornecer serviços digitais (Kolodiziev *et al.*, 2021), como alcançar desempenho superior na era da digitalização (Niemand *et al.*, 2021) bem como Payne *et al.* (2021) que investigam as relações que influenciam o processo de co-criação de valor que levam conforto ao consumidor através da IA e da plataformas de serviços do banco móvel, entre outros.
- **Sector de viagens e turismo:** as investigações neste sector são mistas, tanto no tipo de investigação (conceptual versus estudo de caso) como no objeto da investigação. Há estudos de casos sobre empresas específicas, como é do caso do Boswijk (2017) que analisa o processo de inovação do MN da Airbnb e Damnjanović *et al.* (2020) que analisa a estratégia de marketing digital e o MN inovador da rede de Hotéis Accor. Os outros trabalhos são mais genéricos, como por exemplo, análise do comportamento dos clientes das agências de viagens e companhias aéreas, que tem mudado drasticamente devido ao comércio eletrónico e da digitalização que estão a perturbar os fluxos de receitas e MN tradicionais, tanto dos aeroportos como das companhias aéreas (Gould, 2019) bem como a disrupção no sector das viagens aéreas devido a pandemia do COVID-19 (Robinson,

2020), sugestão de inovações nos MN para o sector aeroportuário (Chutipongdech, 2021) bem como a identificação de 53 configurações de MN digitais no sector de viagens (Perelygina *et al.*, 2022). No sector de turismo há investigações sobre questões relacionadas ao turismo e as Tecnologias de Informação e Comunicação (Gössling, 2020), análise da economia digital na indústria do turismo e hotelaria (Mambetova *et al.*, 2020), desenvolvimento de uma tipologia de MN para o turismo (Linton & Öberg, 2020) e identificação de MN e características chave das aplicações móveis para o turismo cultural (Ammirato *et al.*, 2021), tal como Omarov *et al.* (2021) que fazem uma análise das atividades inovadoras no sector do turismo cultural, entre outros.

- **Sector tecnológico:** as investigações neste sector englobam as empresas de tecnologia high tec, software e plataformas digitais. A maioria das investigações são estudos de casos, tais como análise de como os MN tem evoluído quando os empresários mudam para novas plataformas digitais (Baber *et al.*, 2019), propondo orientações para as empresas de Tecnologias da Informação para implementar os conceitos da I4.0 (Cunha *et al.*, 2020), exploram a potencial capacidade e contribuição dos fornecedores quanto as decisões da gestão referente ao MN inteligente e sustentável (Lardo *et al.*, 2020), análise sobre a visão dos fornecedores a respeito das suas práticas e partilha de MN de plataformas digitais (Schwanholz & Leipold, 2020) além do desenvolvimento e aplicação de sistemas para ajudar na manutenção preventiva de equipamentos complexos como parte do sistema operacional produto-serviço (Wang *et al.*, 2021), entre outros.
- **Sector agroalimentar:** as investigações neste sector também são bem variadas, incluindo duas RSL. Uma RSL propõe uma forma de explorar a utilização dos MN da economia circular para saber como lidar com as perdas e os desperdícios nas cadeias de abastecimento alimentar (Lopes de Sousa Jabbour *et al.*, 2021) e a outra RSL estuda as rotas de investigação no sector da Agricultura 4.0 a fim de melhorar a compreensão deste paradigma como facilitador da sustentabilidade agroalimentar (Latino *et al.*, 2021). A maioria das outras investigações são estudos de casos que exploram a forma como as empresas percebem o impacto das tecnologias digitais quanto as necessidades de educação e formação dos atuais e futuros empregados (Achtenhagen & Achtenhagen, 2019), investigação sobre como a I4.0 e a agricultura de precisão estão interligadas através da análise das tecnologias mais utilizadas em ambos os domínios, a fim de destacar padrões comuns e sobreposições tecnológicas (Trivelli *et al.*, 2019), análise da digitalização da logística alimentar urbana relativamente à perceção da autonomia e controlo da perspectiva do trabalhador e os efeitos resultantes na conceção das relações de trabalho (Ruiner & Klumpp, 2020), análise dos MN inovador da indústria do vinho (Dressler & Paunovic, 2020), bem como de áreas críticas do sector de agronegócio perante a Pandemia COVID-19, incluindo a digitalização e inovação no MN (Senesi *et al.*, 2021;) tal qual, um estudo de caso realizado em um mercado de frutas da China que combina os conhecimentos do debate académico sobre ecossistemas, mercados grossistas e comércio eletrónico, onde as Tecnologias da Informação e Comunicação estão a transformar os MN (Song *et al.*, 2022).

- **Sector de retalho:** basicamente as análises neste sector são quase todas estudos de casos com uso de método qualitativo, exceto Hänninen *et al* (2021) que faz uma revisão bibliográfica, das três últimas décadas, sobre o conhecimento do sector de retalho em relação ao omni-channel. Hänninen *et al* (2018) investigam a digitalização no sector de retalho, Jocevski *et al* (2019) analisam como as estratégias omni-channel se ligam ao fenómeno da digitalização, Arrigo (2022) explora as principais características do aluguer de moda na perspectiva de um MN, com enfoque no papel desempenhado pelas plataformas digitais, assim como Palmié *et al* (2022) desenvolvem um *framework* para ajudar na transição para MN digitais para o mercado retalhista tradicional de "tijolo e cimento", entre outras.
- **Sector de transporte terrestre:** todas as investigações neste sector foram estudos de casos, com análises diversificadas, tais como análise dos serviços de *crowdsensing* no contexto do tráfego e transporte (Waze, Moovit e TrafficSense) utilizando resultados dos MN (Heiskala *et al.*, 2016), análise das oportunidades de negócio dentro da indústria ferroviária Sueca, a fim de apoiar o desenvolvimento de MN que correspondam às necessidades e exigências da I4.0 (Kans & Ingwald, 2021), análise das características dos processos empresariais na era da digitalização de uma empresa ferroviária Russa, tendo em conta a transformação digital e a gestão logística (Silkina *et al.*, 2021) tal como Zeng *et al.* (2021) que buscam compreender a adoção geral dos sistemas de informação e de *e-booking* num contexto da cadeia de abastecimento marítimo, entre outros.
- **Sector de seguros:** as investigações nesta área também são na maioria estudos de casos com foco em fornecer uma visão abrangente das tecnologias digitais úteis para a indústria seguradora (Eckert & Osterrieder, 2020), analisar o impacto da IA neste sector (Eling *et al.*, 2021), identificar os processos de convergência económica que ao utilizarem diferentes produtos de digitalização, conduzem a novos MN (Kalayda, 2021), bem como sistematizar as abordagens dos MN deste sector, mostrando a mudança num MN de acordo com a abordagem do CANVAS sob a influência da pandemia causada pela COVID-19 (Polinkevych *et al.*, 2021).
- **Sector energético:** Diferente das investigações dos outros sectores, estes artigos são na maioria conceptual, onde é analisado a mudança de governação da energia renovável descentralizada, flexibilidade e o impacto de inovações potencialmente disruptivas (Nolden, 2019), apresentado um quadro conceptual para sector emergente da economia da plataforma de energia verde (Menzel & Teubner, 2020), apresentação de um MN específico para o sector (Küfeoğlu & Üçler, 2021) e por fim um estudo de caso qualitativo que investiga a transformação digital no sector da energia, mais específico de Petróleo e Gás, de oito empresas europeias (Fernandez-Vidal *et al.*, 2022).

Além dos sectores específicos nota-se que muitos trabalhos estão direcionados as PME & *Startups*. As diversas investigações variam tanto quanto ao tipo de empresa quanto ao tipo de análises feitas, bem como diversidade nos sectores e países. Por exemplo, em 2018 Moeuf *et al.* (2018) fizeram uma revisão bibliográfica sobre as diferentes questões da I4.0 no que diz respeito

às PME, e Müller *et al.* (2018) analisaram qualitativamente como a I4.0 desencadeou mudanças nos MN de 68 PMEs alemãs; em 2019 Müller (2019) fez uma nova análise mais aprofundada sobre o papel da PME, porém como fornecedor e utilizador da I4.0 e Faridi & Malik (2019) analisaram como as PME poderiam criar a tecnologia de envolvimento do cliente para alavancar a vantagem competitiva e continuar a ser uma organização centrada no cliente. Outras investigações incluem: o impacto da digitalização nos MN (Kumarasinghe & Haleem, 2020) de empresas familiares (Pöschl & Freiling, 2020; Soluk & Kammerlander, 2021), barreiras à digitalização de empresas de retalho (Bollweg *et al.*, 2020), identificação de fatores críticos de sucesso, riscos e oportunidades geradas pela I4.0 nas PME (Moeuf *et al.*, 2020) assim como inovação nos MN (Garzella *et al.*, 2021) e inovação baseada na digitalização (Apostolov & Coco, 2021), entre outras. Quanto as *Startups*, as análises também são bem variadas, contudo na maioria são estudos de casos tais como: sugestão de estratégias para ajudar empresas, administradores públicos e organizações educacional, a empreender e enfrentar os desafios impostos pela transformação digital (Brunett *et al.*, 2020), análise de como I4.0 pode permitir novas oportunidades de criação de valor para *Startups* utilizando recursos e capacidades internas ou externas (Fiorini, 2021), bem como análise sobre como as empresas, em fase de arranque e orientadas por dados, elaboram estratégias dinâmicas, dentro e através de diferentes funções, em várias trajetórias e em redes empresariais digitalizada (Mosch *et al.*, 2022).

Dos artigos analisados a maioria são estudos de casos qualitativos (43%), que apresentam não somente conceitos, mas também desenvolvem *frameworks* com o objetivo de orientar gestores e investigadores quanto a adoção de tecnologias da I4.0 na era da digitalização, como por exemplo Strazzullo *et al.* (2022) que propõe um *framework* para enfatizar a intersecção entre o paradigma da inovação aberta e as soluções das tecnologias da I4.0, uma vez que a adoção combinada das práticas da inovação aberta e das tecnologias da I4.0 pode alterar a estrutura organizacional; assim como, Dolgui & Ivanov (2022) desenvolvem um *framework*, classificando as tecnologias digitais no âmbito das infraestrutura, engenharia, dados e tecnologia da informação, a fim de identificar as dimensões-chave das aplicações 5G para a gestão da cadeia de abastecimento e operações; tal como Linde *et al.* (2021) que delineiam o que as empresas precisam considerar não só para lançar serviços digitais, mas também para lucrar com eles, fornecendo orientações sobre como as empresas de fabrico podem abordar o processo cada vez mais importante de conceção e desenvolvimento de um modelo de receitas, que podem ser particularmente relevante para empresas que se encontram na fase experimental de adoção de serviços.

Também foi observado que muitos investigadores fizeram uso de ferramentas para analisar os dados coletados. Pelo menos 24% das investigações apresentam o uso de pelo menos um software como por exemplo o software VOSviewer que foi utilizado para fazer esta RSL. Budler *et al.* (2021) utiliza os softwares VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2009) para fazer o acoplamento bibliográfico e CitNetExplorer (Van Eck & Waltman, 2014) para fazer a historiografia algorítmica ao fazer uma RSL sobre os MN, traçando a formação e consolidação do conceito do MN em três períodos distintos (2011, 2012-2015 e 2016-2019); Talafidaryan *et al.*, (2021) também faz uso do

software VOSviewer para identificar quais são os temas de pesquisa da transformação digital mais recorrentes e seus respectivos subtemas, além de identificar as principais colaborações de pesquisa e os principais atores desta área. Não apenas em revisões de literatura, mas os softwares são também utilizados em estudos de casos, como por exemplo Müller *et al.* (2021) que fazem uso do software Smart PLS 3.0 e do método PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling), que é um método cada vez mais utilizado por pesquisadores nos últimos anos em pesquisa de gestão estratégica, para avaliar algumas hipóteses desenvolvidas sobre a capacidade de absorção do conhecimento externo, fazendo um comparativo entre grandes e pequenas indústrias alemãs. Outros softwares comuns são o Atlas.ti, o Delphi e o NVivo que tem sido utilizado em análises qualitativas (exemplo: Rothmann & Koch, 2014; Bertoncel *et al.*, 2018; Jerman *et al.*, 2019; Moeuf *et al.*, 2020; Rejeb *et al.*, 2021) e o SPSS que tem sido utilizado em ambas análises quantitativas e qualitativas (por exemplo: Santos *et al.*, 2018; Bollweg *et al.*, 2020; Simonsson & Agarwal, 2021; Menchini *et al.*, 2022; entre outros).

Além das descobertas mencionadas acima, verificou-se que em 2019, houve 05 investigações, de autores diferentes, que utilizaram e replicaram dados de algumas empresas como: *Bain & Company, BCG, CIO, Deloitte, European Business Summit, McKinsey, PwC, Capgemini, e World Economic Fórum* (entre outras), para analisar e estimar em percentagem diversos fatores associados aos impactos da I4.0 e da digitalização nos MN, tais como identificação, em percentagem, dos efeitos dos benefícios de qualidade das aplicações do I4.0, a importância da análise e utilização de dados para o MN, as barreiras para implementar as tecnologias da I4.0 por Keane (2019); o enquadramento da I4.0 e contribuição das tecnologias digitais, as despesas com a IoT, desenvolvimentos tecnológicos que permitem o Serviço 4.0 por Nica *et al.* (2019); a criação de valor da I4.0, como as empresas industriais estão a avançar para uma maior criação de valor digital e de produtos para servir ecossistemas digitais (Tuffnell *et al.*, 2019); a percentagem da fábrica inteligente em curso, a importância dos *BD e Open Data* do sector público para a atividade organizacional das empresas, bem como as tendências dos MN que exploram novas oportunidades, por Gradeck *et al.* (2019); e por fim, os efeitos da I4.0 na força de trabalho, a quantidade de fabricantes de tecnologias avançadas que estão a planear e utilizar, os ganhos médios de produtividade global realizados até à data pelas fábricas inteligentes, por Ludbrook *et al.* (2019).

Outros dois fatos curiosos é a quantidade de investigações sobre a servitização ou serviços digitais (*servitization*), somando 8,1% dos artigos, que abordaram a relação entre a servitização e a digitalização (Kamalaldin *et al.*, 2020; Kohtamäki *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2021; Favoretto *et al.*, 2022), o que permite uma abrangência maior desta análise, uma vez que os artigos não estão relacionados apenas a investigações, seja estudo de caso ou conceptual, em empresas e/ou processos de fabrico e sim, incluindo o sector de serviços. Outro dado é a digitalização das empresas e ou de seus serviços após o início da pandemia da COVID-19 (somando 5,6% dos artigos), com por exemplo investigação sobre os efeitos (Abuhusseini *et al.*, 2021), impactos

(Miethlich *et al.*, 2021; Polinkevych *et al.*, 2021) do COVID-19 e a transformação da gestão digital (Miethlich *et al.*, 2022) nas empresas de diversos sectores.

Foi observado também que dois artigos contradizem em suas análises. O trabalho realizado Huberty (2015) contrasta com o trabalho feito por Mariani & Nambisan (2021). Para Huberty (2015) os MN bem-sucedidos, baseado em BD, utilizavam largamente dados para escalar os velhos modos de criação de valor, em vez de inventarem outros novos. Além disso, o BD, da época, não podia produzir a revolução prometida. Desta forma, o panorama do BD assemelhava-se às fases iniciais da primeira revolução industrial, em vez do culminar da segunda, um século mais tarde. Entretanto, para Mariani & Nambisan (2021) a BDA constitui uma das forças motrizes da quarta revolução industrial e representam um dos pilares fundadores da I4.0. As BDA são cada vez mais aproveitadas para criar insights empresariais a partir de análises online de produtos e serviços por uma vasta gama de organizações e empresas, o que comprova a evolução das tecnologias da I4.0.

Finalmente, conforme mencionando anteriormente, os clusters foram agrupados através do software VOSViewer que fez a análise das palavras-chave e o total de força do link entre elas, mas foi preciso ler os artigos para identificar a que cluster cada artigo pertencia. A seguir, na tabela 7, é apresentado o número de artigos agrupados em cada cluster e suas respectivas cores. Apesar do primeiro cluster (Inovação tecnológica) ter o maior número de palavras-chave (n=19) este não contempla o maior número de artigos, que pode ter ocorrido pelo fato do segundo (Inovação nos modelos de negócios) e terceiro (Transformação Digital) cluster possuírem as palavras-chave com a maior força no link: “*business model innovation*” (TLS = 106) e “*digital transformation*” (TLS 132) respectivamente. Outra questão é que pelo fato de MN ser uma das palavras-chave da pesquisa, foi desafiador classificar os artigos do cluster 2, sendo identificados através do foco principal de cada artigo relacionados a MN, a I4.0 e a digitalização, que, portanto, conta com o maior número de artigos.

Tabela 7 – Número de artigos por cluster e suas respectivas cores

No.	Descrição	No. de Artigos	Cor na Fig.
1	Inovação Tecnológica	68	vermelho
2	Inovação nos Modelos de Negócios	103	verde
3	Transformação Digital	84	azul
4	Tecnologias Digitais	43	amarelo
5	Economia Circular e Sustentabilidade	24	violeta

5.1. Cluster 1 - Inovação Tecnológica

O primeiro cluster (em vermelho) foi nomeado Inovação Tecnológica, uma vez que a inovação tecnológica tende a oferecer oportunidades para desenvolver MN disruptivos (Rothmann & Koch, 2014; Boswijk, 2017; Seidenstricker *et al.*, 2017; Dalmarco *et al.*, 2019; Falkenreck & Wagner, 2022; Rodrigues, 2022). Tem sido investigado a eficiência dos MN transformadores e disruptivos da I4.0 (Kovaite & Stankeviciene, 2021) que estão a revolucionar o mercado de produtos e serviços, levando à rutura dos mercados globais (Hannibal, 2020).

A pesquisa neste cluster também inclui as investigações sobre os MN das PME e *Startups*, onde tem sido analisado os desafios (Seidenstricker *et al.*, 2017; Faridi & Malik, 2019; Apostolov & Coco, 2021), a capacidade de absorção (Müller *et al.*, 2021) os riscos, as oportunidades e os fatores críticos de sucesso da I4.0 nas PMEs (Moeuf *et al.*, 2020), para a construção de novos MN através da digitalização (Bouwman *et al.*, 2018; Westerlund, 2020; Andersen *et al.*, 2021; Garzella *et al.*, 2021; Mäki & Toivola, 2021), que são afetados pelas novas tecnologias da I4.0 (Müller *et al.*, 2018; Müller, 2019; Pöschl & Freiling, 2020; Gavrilă & de Lucas Ancillo, 2021), mas que podem desempenhar um papel relevante na transição para um MN mais sustentável, levando a uma melhor integração das práticas da economia circular (Pizzi *et al.*, 2021).

No modelo da I4.0, inovação e tecnologia são adotadas para revolucionar os MN das *Startups*. Para atingir o caminho da inovação é necessário saber fazer escolhas que sejam potenciais (Rusko, 2015), mesmo assim a I4.0 pode gerar instabilidade nos MN (Mattsson & Andersson, 2019). É preciso não só buscar novas oportunidades, que criem valor para *Startups*, utilizando recursos e capacidades internas ou externas relacionadas com a I4.0 (Fiorini, 2021), mas também entender quais são as oportunidades e os desafios enfrentados pelas empresas em fase de arranque (Kijkasiwat, 2021). De acordo com Mosch *et al.* (2022) o conhecimento é um dos fatores considerado mais relevantes e que podem ajudar as *Startups* no desempenho financeiro.

As tecnologias da I4.0 podem apoiar as iniciativas da inovação aberta (Strazzullo *et al.*, 2022), prometendo um futuro de descontinuidades e inovações disruptivas, substituindo a implantação de tecnologias digitais permitida inicialmente pela indústria 3.0 (Wofford *et al.*, 2021), com por exemplo, os robôs industriais podem ajudar a melhorar a qualidade do produto e oferecer melhores condições de trabalho para limitar o uso de recursos, resultando em economia de custos (Vido *et al.*, 2021); as Tecnologias da Informação e Comunicação e a inovação do MN podem melhorar as vantagens tradicionais dos mercados físicos, transformando e atualizando o sistema tradicional em um ecossistema empresarial (Song *et al.*, 2022). Ou seja, a revolução digital tem mudado substancialmente o ambiente de negócios que estão a transformar a vida de vários sectores, como por exemplo o sector bancário (Japparova & Rupeika-Apoga, 2017; Nichkasova & Shmarlouskaya, 2020; Dudin *et al.*, 2021; Niemand *et al.*, 2021), que tem reconhecido a importância de investir em tecnologias inovadoras, que tenham capacidade analítica a fim de se manterem competitivos e sustentáveis (Gul & Ellahi, 2021), além de melhorar o desempenho e a satisfação de seus clientes (Paulet & Mavoori, 2020).

Enquanto alguns sectores estão bem adiantados, quanto a inovação tecnológica, alguns investigadores apontam a dificuldade de outros sectores em adotar as novas tecnologias, como é o caso do sector tributário (Requena, 2018), que aparentemente não acompanhou o rápido desenvolvimento tecnológico, o que provavelmente levou a desigualdades entre a carga tributária dos MN tradicionais e digitais (Geringer, 2021), além de uma reforma tributária global que é complexa, cara e difícil de ser cumprida por entidades multinacionais altamente digitalizadas (Strauss *et al.*, 2021). O sector de auditoria também é apontado com sugestões para adotar novas

métricas, capacidades, habilidades e evoluir seus MN para incorporar as tecnologias digitais (Fotoh & Lorentzon, 2021).

5.2. Cluster 2 - Inovação nos Modelos de Negócios

Pelo fato de “*Business Model*” ser uma das palavras-chave da pesquisa, foi desafiador classificar os artigos deste cluster, sendo identificados através da percepção da diferença de foco de cada artigo ao relacionar os MN, a I4.0 e a digitalização. Sendo assim, o cluster de Inovação nos MN (segundo maior, em verde) agruparam os temas relacionados a gestão empresarial, de pessoas e como o conhecimento prévio de uma empresa afeta as suas estratégias na implantação dos serviços digitais (Paiola *et al.*, 2021). As publicações neste cluster discutem abordagens sobre as barreiras à digitalização (Bienhaus & Haddud, 2018; Ślusarczyk, 2018; Bollweg *et al.*, 2020; Amankwah-Amoah *et al.*, 2021; Sjödin *et al.*, 2021; Stornelli *et al.*, 2021; Sund *et al.*, 2021), orientação para tomada de decisões (Omar *et al.*, 2019) e estratégias (Silkina *et al.*, 2021) para implementar as tecnologias digitais, bem como inovação nos MN para oferecer produtos e serviços digitais (Tronvoll *et al.*, 2020), através de inovação tecnológica e soluções inteligentes (Chen *et al.*, 2021). As publicações também identificam vários MN (Aspara *et al.*, 2021), avaliam os riscos para implementar MN digitais (Kovaitė & Stankevičienė, 2021) e apresentam construções de MN (Zangiacomi *et al.*, 2018; Rummel *et al.*, 2021), seja mapeando a transformação das empresas na I4.0 (Das *et al.*, 2020) ou descrevendo novas oportunidades de negócios dentro da indústria de forma a corresponder as necessidades e exigências da I4.0 (Kans & Ingwald, 2021). Por fim, alguns trabalhos estão centrados nos impactos da I4.0 na estratégia de marketing (Caliskan, 2020; Damnjanović *et al.*, 2020).

As práticas de gestão de pessoas são fortemente correlacionadas tanto com a produtividade quanto com a inovação do MN (Llinas & Abad, 2019). As orientações de gestão e liderança de topo, a motivação dos empregados, a sabedoria coletiva, a criatividade e as inovações são fatores críticos que influenciam os MN numa fábrica inteligente (Jerman *et al.*, 2019), assim como a gestão contínua e ordenada, da liderança organizacional, também é considerada como um dos fatores críticos de sucesso das implementações da I4.0 (Pozzi *et al.*, 2021). As tecnologias digitais têm impactado o mundo empresarial forçando as organizações a adaptar os seus MN, suas estratégias e principalmente suas práticas de gestão (Fernandez-Vidal *et al.*, 2022). O estudo de caso realizado por Cucculelli *et al.* (2022), em aproximadamente 3 mil empresas, atesta a relevância da gestão ao comprovarem que a liderança tem uma influência positiva e significativa na adoção dos MN na era da I4.0. Entretanto, a gestão familiar tem uma influência negativa na probabilidade de adoção de um novo MN e que por isso, o apoio institucional e governamental é essencial no quesito gestão empresarial e transformacional destas organizações.

Com a implantação das tecnologias da I4.0 o treinamento dos funcionários, para executar as novas atividades, deve ser cuidadosamente considerado (Achtenhagen & Achtenhagen, 2019). As empresas devem se adaptar às novas exigências do mercado, melhorando seus processos, investindo em novas tecnologias e treinando seus funcionários (Cunha *et al.*, 2020). A aquisição,

assimilação, transformação e a exploração do conhecimento permitem que as empresas busquem novas estratégias de inovação (Müller *et al.*, 2021). Entretanto, a falta de conhecimento prévio e de experiência afetam os MN ao implementar as tecnologias da I4.0 nos serviços digitais (Paiola *et al.*, 2021). Ser capaz de acumular e colocar em ação o conhecimento externo pode ser vital para complementar a base de conhecimento interno e, portanto, crucial para escapar dos bloqueios tecnológicos (Apostolov & Coco, 2021). Para Bouncken & Kraus (2022) as empresas não apenas devem competir entre si, através de estratégias autônomas bem desenvolvidas para obter vantagens sobre seus rivais, confiando exclusivamente em seus próprios recursos, conhecimento e capacidades, mas basear seus MN em recursos compartilhados, disseminação de conhecimento, recursos locais e apoio governamental.

E por fim, este cluster também se concentra na análise sobre os MN na era da servitização digital que devem ser vistos sob uma perspectiva de ecossistema (Kohtamäki *et al.*, 2019), pois a digitalização e a servitização estão a perturbar os MN estabelecidos e a criar um processo de destruição criativa, como por exemplo passar de uma empresa de produtos tradicionais para um serviço completamente digital (Goehlich *et al.*, 2020), através de transformações digitais e inovações de MN (Kuula *et al.*, 2018; Marić, 2020). Para lucrar com a digitalização, fornecedores e clientes tendem a se afastar do modelo transacional centrado no produto para o engajamento relacional orientado ao serviço. A interação entre a digitalização e a alta prestação de serviços tem se tornado positiva e significativa, podendo melhorar o desempenho financeiro das empresas (Kohtamäki *et al.*, 2020). A servitização digital e inovação de MN, sugere que a orientação empresarial individual interfere no valor percebido na prestação de serviços digitais (Simonsson & Agarwal, 2021), impulsiona as fábricas a transformarem radicalmente seu MN criando novos desafios para sua implementação (Favoretto *et al.*, 2022; Sundbo *et al.*, 2022).

5.3. Cluster 3 - Transformação Digital

As publicações no cluster transformação digital (em azul) se concentram na evolução do MN de plataformas digitais (Hänninen *et al.*, 2018; Baber *et al.*, 2019; Schmidt *et al.*, 2019; Zhao *et al.*, 2020; Brazinskas *et al.*, 2021; Das & Dey, 2021; Rohn *et al.*, 2021; Tian *et al.*, 2021), na transição e evolução dos MN tradicionais para os MN digitais que são influenciados pela digitalização (Queiroz *et al.*, 2019; Bouncken *et al.*, 2021; Gaiardelli *et al.*, 2021; Lardo *et al.*, 2021; Palmié *et al.*, 2022; Perelygina *et al.*, 2022), nos desafios (Brunetti *et al.*, 2020) e estágios da transformação digital (van Tonder *et al.*, 2020; Verhoef *et al.*, 2021) e por fim, a transformação digital causada pela pandemia da COVID-19 (Lichtenthaler, 2022).

As plataformas digitais estão influenciando os MN de diversos tipos de organizações bem como as relações entre as empresas (Veile *et al.*, 2022), como por exemplo atividades não relacionadas ao fabrico de produtos e máquinas ou mesmo da cadeia de fornecimento e logística tais como o sector de seguros (Kalayda, 2021; Polinkevych *et al.*, 2021), o sector de viagens (Gould, 2019; Mambetova *et al.*, 2020; Alrawadieh *et al.*, 2021; Omarova *et al.*, 2021), sector de comunicação visual (Vartanova *et al.*, 2021) e jornal (Krebs *et al.*, 2021), as empresas de transporte marítimo

(Zeng *et al.*, 2021), retalho de moda (Arrigo, 2022) entre outros, que tem tido seus negócios e serviços completamente afetados pela transformação digital. As plataformas podem oferecer valor através da análise de inovação e servir como uma ferramenta poderosa para a experimentação da inovação digital, permitindo às empresas inovar mais efetivamente e transformar seus MN para se adaptarem às condições de mercado em rápida transformação (Mariani & Nambisan, 2021).

As tecnologias digitais estão a transformar o panorama industrial (Qvist-Sørensen, 2020; Danuso *et al.*, 2022) e a perturbar os MN tradicionais. Uma das maiores revoluções nos negócios modernos é a mudança dos MN tradicionais para MN digitais, a fim de alcançar um nível de competitividade mais elevado (Jovanović *et al.*, 2018), mas a transformação digital tem sido um dos principais desafios enfrentados pelas empresas contemporâneas (Saarikko *et al.*, 2020). No entanto, a transformação digital deve ser uma prioridade da alta administração e um fator determinante da estratégia de negócios corporativos (Saarikko *et al.*, 2020; Sommer *et al.*, 2021). O estudo de caso realizado por Rubio *et al.*, (2021), que apresenta um novo algoritmo para maximizar o uso de AGVs (veículos autônomos guiados) de forma eficiente e confiável, apresentando evidências do aumento da produtividade, redução no consumo de energia, melhora do tempo de produção e diminuição com custos de mão de obra, o que gera impacto na receita da fábrica e conseqüentemente no processo de tomada de decisão e no MN.

Afinal, os MN tem mudado do tradicional para o inovador, híbrido e orientado para o digital e a pandemia da COVID-19 tem transformado os MN (Thierry *et al.*, 2021) em direção a negócios socialmente responsáveis e à adesão às metas de desenvolvimento sustentável (Polinkevych *et al.*, 2021), tem intensificado os desafios da digitalização e forçado muitas empresas (Rapaccini *et al.*, 2020) e sectores, como os bancos a acelerarem as transformações digitais de seus MN (Miklaszewska *et al.*, 2021); tem impactado as mudanças tanto na gestão empresarial (Miethlich *et al.*, 2021) quanto no ambiente macro e no comportamento do mercado, fazendo com que a maioria das empresas reconfigure urgentemente seus MN (Abuhussein *et al.*, 2021). Os resultados do estudo de caso feito por Miethlich *et al.* (2022) sugerem que em cenários pandêmicos, a gestão de empresas digitais concentra-se na sobrevivência, autoaprendizagem e cooperação, sem intermediários, através da inovação e da transformação dos processos empresariais.

5.4. Cluster 4 - Tecnologias Digitais

As publicações no cluster de tecnologias digitais (em amarelo) compartilham um denominador em comum: a criação de valor influenciado pela digitalização. As tecnologias digitais estão a influenciar a criação, proposição e captura de valor das organizações e a forma como lidam com os desafios apresentados pelo aumento da digitalização (Rachinger *et al.*, 2019; Acciarini *et al.*, 2021;). Outras investigações procuram clarificar em detalhes os impactos de uma das tecnologias digitais, específica, no MN, tais como Cyber-Physical Systems (Reinhart *et al.*, 2016), IoT (Bhullar & Gill, 2018; Watanabe *et al.*, 2018; Milkau, 2019), *Blockchain* (Srivastava *et al.*, 2019),

computação em nuvem (Eckert & Osterrieder, 2020), BD (Knudsen *et al.*, 2021), IA (Burström *et al.*, 2021; Eling *et al.*, 2021), entre outras. A capacidade dinâmica também é outro tema que tem chamado atenção dos investigadores, seja na construção das capacidades gerenciais dinâmicas para impulsionar a transformação digital, ao utilizarem as novas tecnologias digitais (Oyebanjo & Tengeh, 2021; Warner & Wäger, 2019), ou na sua utilização para gerar mudanças nas capacidades operacionais e atividades comerciais (Knobbe & Proff, 2020) bem como, no contexto da inovação dos MN (Heubeck & Meckl, 2021) e na transformação de suas capacidades empresariais e organizacionais para enfrentar a I4.0 através de estratégias de co-criação e inovações do MN (Mihardjo *et al.*, 2021).

No que se refere as tecnologias, a IoT criou diversos tipos de oportunidades de negócio extraordinárias para o comércio eletrônico, e com a utilização da Internet em dispositivos móveis surgiram novas formas de MN chamado comércio móvel (Bhullar & Gill, 2018). A IoT não só pode alterar os MN, mas também as formas pelas quais indivíduos e organizações criam valor (Langley *et al.*, 2021), pois seu uso pode ajudar na captura em tempo real de dados, e quando integrada com *Blockchain* permite que a inteligência empresarial melhore a agilidade do gerenciamento de recursos (Rane & Narvel, 2021). O desenvolvimento de novos algoritmos de *biclustering* podem ajudar aos projetistas, gestores, inovadores e outros, a identificar quais são os clientes em geral, suas características ou combinações desejáveis e indesejáveis, através de dispositivos IoT, e assim corroborar no processo de desenvolvimento de novos produtos (Garbuio & Gheno, 2021). Se, por um lado, os avanços nas tecnologias digitais proporcionaram novos serviços móveis capazes de amplificar a experiência cultural dos turistas, por outro, catalisaram o desenvolvimento de novos MN por parte das empresas digitais (Ammirato *et al.*, 2021).

De acordo com Srivastava *et al.* (2019) o *blockchain* ajuda na gestão da integridade dos produtos acabados, na gestão da recolha de medicamentos, anúncios de segurança, rastreabilidade, segurança da sua cadeia de abastecimento desde a matéria-prima até ao fabrico e depois à distribuição final aos clientes. A *realidade aumentada* (RA) também pode ser uma solução potencial para melhorar os processos dos negócios, melhorar a eficiência operacional e aumentar a competitividade em geral (Rejeb *et al.*, 2021). A nível estratégico, a inteligência, a visibilidade, a conectividade e as redes dinâmicas impulsionadas pelas *tecnologias 5G* criam um potencial para novos modelos e estratégias de negócio através de uma interligação das cadeias de abastecimento nos ecossistemas cliente-fornecedor-cliente (Dolgui & Ivanov, 2022).

Em suma, as empresas precisam de transformar os seus processos empresariais e aumentar a satisfação dos seus clientes, utilizando tecnologias digitais que liguem pessoas, sistemas e produtos ou tornem os seus serviços mais eficazes e eficientes (Berawi *et al.*, 2020). As tecnologias digitais podem oferecer oportunidades estratégicas para visar diferentes estágios da cadeia de valor. Os fornecedores devem avaliar a criticidade dos seus produtos e serviços em novos MN para reduzir a complexidade do cenário de opções estratégicas e, assim, reduzir decisões erradas (Herbst *et al.*, 2021). Quando se trata do papel da digitalização na criação de valor, os resultados

do estudo de caso feito por Rantala *et al.* (2019) mostram que para gerar benefícios, a digitalização deveria ser implementada na estratégia da empresa e em um MN já existente ao invés e ser completamente novo. Os empreendedores sustentáveis também incorporam tecnologias digitais nos seus MN para alavancar a criação de valor social e ambiental (Gregori & Holzmann, 2020) e a crescente integração das tecnologias digitais com os MN aumenta o número de trajetórias possíveis podendo ajudar a mudar o comportamento empresarial (Bohnsack *et al.*, 2021).

5.5. Cluster 5 - Economia Circular e Sustentabilidade

No último cluster os artigos têm suas raízes na economia circular e sustentabilidade. As publicações no quinto agrupamento (em violeta) contribuem para a compreensão de como a I4.0 e a digitalização combinadas, com a inovação dos MN, estão relacionadas com as práticas, os princípios e objetivos (Schwanholz & Leipold, 2020), as estratégias (Salvador *et al.*, 2021) e a transformação (Chauhan *et al.*, 2022) da economia circular. As diversas investigações sobre os MN da economia circular, sejam MN circulares (Wang *et al.*, 2020; Belhadi *et al.*, 2021; Lopes de Sousa Jabbour *et al.*, 2021) ou MN para a sustentabilidade (Sugiyama *et al.*, 2015; Heiskala *et al.*, 2016; Parida & Wincent, 2019; Tesařová *et al.*, 2020; Zhou & Song, 2021) também foram agrupadas neste cluster.

De acordo com Beier *et al.* (2020) a I4.0 oferece uma chance maior de alinhar as metas de sustentabilidade com a transformação digital no contexto do desenvolvimento industrial atual, que também pode se tornar uma ameaça se as metas de sustentabilidade não forem consideradas na implementação das tecnologias da I4.0. Para Alkaraan *et al.* (2022) a economia circular é um sistema industrial que permite o uso da energia renovável com o objetivo de eliminar o desperdício através de materiais, produtos, sistemas e MN. A transformação digital, definida através do uso de novas tecnologias digitais, possibilita melhorias significativas nos negócios, aprimora a experiência do cliente, agiliza as operações e ajuda a criar MN.

Enfim, a consolidação da I4.0 como um novo ecossistema inovador tem gerado grandes expectativas sobre os seus efeitos económicos e ambientais (Díaz-Chao *et al.*, 2021). Como por exemplo, o design enxuto combinado com o projeto ecológico e a I4.0 representa um modelo inovador para incluir a sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida do produto (Dahmani *et al.*, 2021). O uso das tecnologias da I4.0, tais como em plataformas de energia verde têm o potencial de contribuir significativamente para a descarbonização, digitalização e descentralização do sector energético e, conseqüentemente, para a desaceleração das alterações climáticas (Menzel & Teubner, 2020). A implementação das tecnologias como o *blockchain*, pode ajudar a melhorar as práticas da economia circular, bem como o desempenho ambiental e financeiro das empresas (Khan *et al.*, 2021). Segundo Chauhan *et al.* (2022) a economia circular tem o potencial de capitalizar as tecnologias digitais emergentes, particularmente o BD, a IA, o *blockchain* a IoT, entre outras. Estas tecnologias digitais combinadas com a inovação de MN são consideradas como provedoras de soluções para diversos problemas no mundo, incluindo os relacionados com a transformação da economia circular.

6. Análise dos Estudos de Casos

A segunda parte desta investigação foi baseada na análise dos resultados de estudos de casos de diversas empresas e sectores, uma vez que o interesse pelos métodos empíricos vem aumentando devido à necessidade de incorporar dados reais às pesquisas e, com isto, obter resultados mais efetivos (Ellram, 1996). Os estudos de casos também permitem aos investigadores ganhar profundidade substancial na sua investigação (Flyvbjerg, 2006), oferecendo assim oportunidades para revelar novos conhecimentos em áreas emergentes de investigação onde os conhecimentos existentes são limitados. Além disto, o estudo de caso é útil para investigar novos conceitos, bem como para verificar como são aplicados e utilizados na prática elementos de uma teoria (Yin, 2009). Após uma longa análise dos documentos encontrados, 27 estudos de casos, revisados por pares, foram selecionados para responder à principal pergunta desta investigação, que é identificar fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0. Sendo assim, estes estudos de casos foram escolhidos de acordo com o conteúdo apresentando: primeiramente foi verificado se a investigação era sobre uma ou mais tecnologias e em seguida se apresentava fatores influenciadores dos MN. Observou-se que a grande maioria dos estudos de casos não estão focados em tecnologias específicas, bem como não apresentam fatores influenciadores dos MN, de forma que estejam relacionados com a digitalização e I4.0.

Inicialmente foi observado qual ou quais tecnologias digitais da I4.0, que são mais abordadas nos artigos analisados, para em seguida relacioná-los aos fatores influenciadores. A Figura 7 fornece uma ilustração dos fatores que não só influenciam os MN, mas também impactam o desempenho financeiro, ambiental e consequentemente o desempenho organizacional.

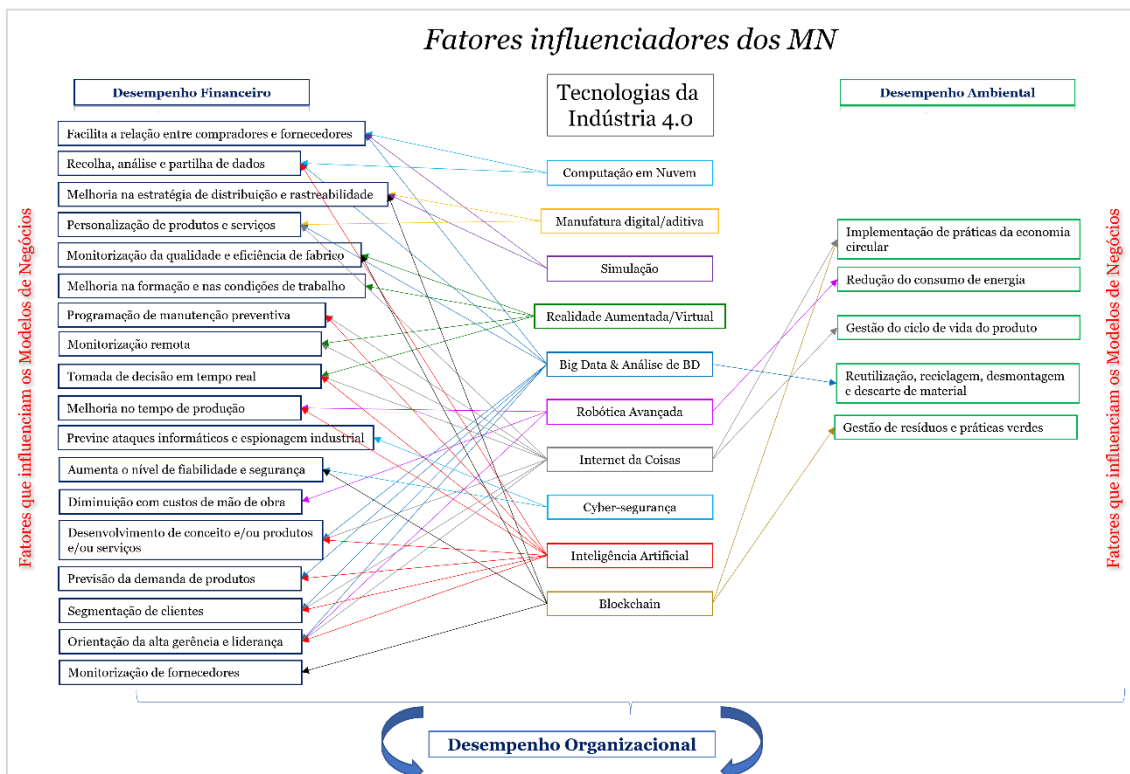


Figura 7: Esquema com fatores influenciadores dos MN e que impactam o desempenho financeiro, ambiental e organizacional.

Os estudos de casos realizados por Alkaraan *et al.*, (2022) e Frank *et al.*, (2019), argumentam que as organizações diferem significativamente quanto aos tipos, o número de tecnologias que adotam e o nível de avanço da implementação do I4.0. Entretanto, os MN são particularmente influenciados assim que uma empresa decide adotar uma ou mais tecnologias da I4.0. Os 27 estudos de casos identificados e analisados apresentam tanto fatores semelhantes quanto diferentes e/ou mesmo complementares relacionados aos mais diversos tipos de tecnologias da I4.0 conforme apresentado no esquema da figura 7. A tabela 8 fornece uma visão geral destes fatores, associados às tecnologias da I4.0, e que podem influenciar de forma direta ou indireta os MN na era da digitalização.

Tabela 8 – Fatores influenciadores dos MN associados as tecnologias da I4.0

#	Tecnologia	Fatores Influenciadores dos MN	Fonte
1	Computação em Nuvem	<ul style="list-style-type: none"> • Computação em Nuvem e BD podem facilitar as relações de forma mais colaborativas entre compradores e fornecedores no sector de cadeia de fornecimento, além de maximizar a possibilidade de recolha, análise e partilha de dados/informação, tornando os processos mais transparentes, mais fáceis de gerir, e menos dispendioso. 	Patrucco <i>et al.</i> , 2022
2	Manufatura digital e Manufatura Aditiva	<ul style="list-style-type: none"> • As tecnologias da Manufatura digital permitem o desenvolvimento de diferentes estratégias de distribuição, incluindo o comércio eletrónico direto e alianças para uma distribuição organizada. • A Manufatura Aditiva Permite maior interação com o cliente, onde as novas parcerias colaboram para personalizar produtos e serviços. 	Santos <i>et al.</i> , 2018 Hannibal, 2020
3	Sistemas de Simulação	<ul style="list-style-type: none"> • Auxiliam na melhoria dos complexos processos de fabrico e logística da cadeia de fornecimento. • Ajudam a aumentar a visibilidade do comprador-fornecedor e a integração em MN de cadeia de fornecimento colaborativa. 	Patrucco <i>et al.</i> , 2022
4	Realidade Aumentada / Realidade Virtual	<ul style="list-style-type: none"> • Pode aperfeiçoar a qualidade e eficiência de fabrico, pois a Realidade Aumentada/Realidade Virtual oferece a possibilidade de consulta em tempo real, sempre que a informação seja necessária para uma determinada execução da tarefa. • Pode melhorar a formação e as condições de trabalho, permitindo aos trabalhadores aprender os seus procedimentos no local, reduzindo a curva de aprendizagem e diminuindo os erros na execução das tarefas. 	Dalmarco <i>et al.</i> , 2019
5	Big Data (BD) e Análise de Big Data (BDA)	<ul style="list-style-type: none"> • A digitalização, a conectividade e BD são considerados tecnologias importantes para melhorar a sustentabilidade ambiental, uma vez que as empresas acreditam que estas tecnologias resultarão em lucros consideráveis relacionados com a utilização de recursos. • Ajuda a descobrir novos padrões de escolha dos clientes e orientar o desenvolvimento de novos produtos, provocando mudanças radicais nos MN. 	Melander & Pazirandeh, 2019 Mariani & Nambisan, 2021
6	Robótica Avançada	<ul style="list-style-type: none"> • O uso de veículos guiados autónomos, para o transporte interno, pode gerar aumento da produtividade, redução no consumo de energia, melhora do tempo de produção e diminuição com custos de mão de obra, o que gera impacto na receita da fábrica e consequentemente no processo de tomada de decisão. 	Rubio <i>et al.</i> , 2021
7	Internet das Coisas (IoT)	<ul style="list-style-type: none"> • Os produtos ligados a IoT permitem evoluir a carteira de serviços de uma empresa, podendo oferecer monitorização remota e manutenção preditiva programada ao longo de todo o ciclo de vida do produto. • As tecnologias da IoT podem agregar valor ao criar soluções centradas no cliente, melhorar MN existentes, personalizar 	Weking <i>et al.</i> , 2020 Tian <i>et al.</i> , 2021

#	Tecnologia	Fatores Influenciadores dos MN	Fonte
		<ul style="list-style-type: none"> produtos, incentivar o desenvolvimento de plataformas de MN inovadoras, além de reduzir os custos operacionais. A tecnologia 5G permite uma conectividade de ponta a ponta em tempo real a um nível altamente granular, juntamente com a visibilidade de ponta a ponta associada, através da IoT. Em plataformas digitais, os processos de criação de valor podem ser remodelados e melhorados através de serviços de IoT. 	<p>Dolgui & Ivanov, 2022</p> <p>Veile <i>et al.</i>, 2022</p>
8	Sistemas Integrados	<ul style="list-style-type: none"> Ferramentas como os sistemas ciberfísicos, a realidade aumentada e a IoT podem fornecer informação de <i>feedback</i> em tempo real aos empregados sobre o desempenho das máquinas em tarefas específicas, enquanto análises de BD podem ser utilizados para extrair informação relevante sobre a eficiência do processo e melhorar o processo de tomada de decisões. A utilização de sistemas ciberfísicos, simulação e integração de sistemas aumenta a quantidade de dados disponíveis, enquanto os BD & BDA permitem a transformação de tais dados em conhecimentos que podem ser utilizados pelos gestores. Pode melhorar o acesso à informação padronizada e à gestão do conhecimento, resultando num aumento da precisão dos horários de manutenção, na comunicação da cadeia de valor, e na criação e melhoria de modelos preditivos para todas as variáveis no chão de fábrica. 	Dalmarco <i>et al.</i> , 2019
9	Cyber-segurança	<ul style="list-style-type: none"> A utilização de mecanismos de cyber-segurança através de melhorias nas políticas e procedimentos é essencial para prevenir ataques informáticos e espionagem industrial. Ao melhorar os procedimentos de segurança cibernética, as empresas podem aumentar os seus níveis de fiabilidade e segurança na identificação dos produtos/serviços produzidos. 	Dalmarco <i>et al.</i> , 2019
		<ul style="list-style-type: none"> As funcionalidades da IA impactam a criação de valor, a entrega de valor e processos de captura de valor: Previsão - as funcionalidades da IA permitem a captura de novos padrões relacionados com a utilização de equipamento por parte dos clientes. Monitorização e o controlo - ajudam na previsão da capacidade das empresas para desenvolver rotinas para fazer as manutenções preventivas. Otimização - otimização ativada por IA cria maior valor para os clientes em termos de maior produtividade e maior economia de custos. Autonomia –Uma vez que os dados ligados às operações do cliente são gerados através de equipamento autónomo, as funções da IA facilitam a tomada de decisões e correções que geram maior valor para o cliente. Descoberta de novos padrões de escolha dos clientes e orientação para o desenvolvimento de novos produtos, provocando mudanças radicais nos MN Permite inovar os MN através de: co-criação ágil do cliente (criação de valor), operações de entrega de dados (entrega de valores) e integração do ecossistema escaláveis (captura de valor). A co-criação ágil do cliente centra-se na criação de valor através do desenvolvimento de processos capazes de alargar rapidamente o entendimento do que a empresa pode fazer com a IA para apoiar os seus clientes, reduzindo a complexidade através de uma abordagem modular. As operações de entrega, orientadas por dados, centram-se na transformação de entrega de valor através de utilização de dados e insights da IA em processos operacionais e decisões estratégicas para que a melhoria contínua, a aprendizagem e a inovação sejam alcançadas. A integração de ecossistemas escaláveis centra-se na captura de valor através do estímulo da capacidade das unidades de negócio, clientes e actores do ecossistema de reproduzir novas saídas e capturar valor da IA de forma mais rápida e escalável. 	<p>Burström <i>et al.</i>, 2021</p> <p>Mariani & Nambisan, 2021</p> <p>Sjödin <i>et al.</i>, 2021</p>
10	Inteligência Artificial (IA)		
11	Blockchain	<ul style="list-style-type: none"> A monitorização dos fornecedores torna-se muito mais transparente e fácil através da utilização da <i>blockchain</i>. 	Hofbauer & Sangl, 2019

#	Tecnologia Fatores Influenciadores dos MN	Fonte
	<ul style="list-style-type: none"> Gestão da integridade dos produtos acabados, na gestão da recolha de medicamentos, anúncios de segurança, rastreabilidade, segurança da sua cadeia de abastecimento desde a matéria-prima até ao fabrico e depois à distribuição final aos clientes. 	Srivastava <i>et al.</i> , 2019
	<ul style="list-style-type: none"> Permite o compartilhamento de informações de forma mais ampla e transparente, tem um papel eficaz na implementação de práticas da economia circular para estimular o desempenho econômico e ambiental, aprimorando o desempenho organizacional através da melhoria da visibilidade na gestão da cadeia e fornecimento e do avanço na gestão de resíduos e práticas verdes. 	Khan <i>et al.</i> , 2021

Fonte: Elaboração própria

Além dos estudos de casos que abordam fatores influenciados por uma tecnologia específica, outros estudos de casos abrangem diferentes tecnologias na mesma investigação, como por exemplo Dahmani *et al.* (2021) que investigam sobre “*Lean Design e Ecodesign*” descobrem que estes modelos associados às tecnologias da I4.0 (IoT, BD, *Data analytics*, *Simulation*, *Cyber-Physical Systems*, *Digital Twin*), podem ser uma abordagem estruturada e metodológica eficiente ao desenvolver produtos baseados nas estratégias da economia circular, desde que as decisões estratégicas sejam tomadas com antecedência, ou seja, no início do processo de design do produto. O estudo de caso realizado por Dolgui & Ivanov (2021) sobre a tecnologia “*5G na gestão digital da cadeia de abastecimento e das operações*”, argumenta que a visibilidade acrescentada por 5G ajudará na tomada de decisões através do planeamento orientado por dados, monitorização de processos em tempo real e controlo. Os autores complementam que a tecnologia 5G irá alargar a utilização de *blockchain* e Computação de Ponta, aumentando a eficiência do processamento de dados e a confiança sobre o funcionamento da cadeia de fornecimento, uma vez que a Computação de Ponta permite novas aplicações em outras áreas tecnológicas que não seriam possíveis sem os benefícios que ela proporciona.

Além dos fatores mencionados acima, e que estão associados às tecnologias da I4.0, outros fatores foram considerados, tais como o conhecimento (científico, tecnológico e de mercado) que tem sido destacado em várias investigações. A compreensão das capacidades e processos internos permite uma melhor utilização dos conhecimentos disponíveis, bem como a melhoria do potencial inovador através da digitalização e realinhamento do MN à estratégia de inovação (Apostolov & Coco, 2021).

Para Müller *et al.* (2021) as empresas, que adquirem, assimilam, transformam e exploram o conhecimento externo estão mais bem preparadas para se envolverem não só em estratégias de inovação exploratórias, mas também em estratégias de inovação experimental, que por sua vez, esta preparação, permite a tais empresas redesenhar os seus MN no sentido da eficiência e novidade. Segundo Paiola *et al.*, (2021) o conhecimento prévio tem sido considerado crucial para conceituar e classificar adequadamente os modelos e projetos de serviços digitais a serem adotados antes mesmo de iniciar o processo de digitalizar os serviços. As empresas sem conhecimento prévio suficiente são obrigadas a fechar suas lacunas de conhecimento, aprendendo a administrar vários aspetos novos e específicos das tecnologias digitais, tais como:

encontrar soluções adequadas para os múltiplos problemas tecnológicos e técnicos que desafiam a viabilidade de seus projetos; integrar e justificar tais soluções dentro de MN sustentáveis, particularmente no que diz respeito à criação de valor e lucros. Para obterem benefícios tangíveis da inovação tecnológica, as empresas precisam de aprender a trocar conhecimentos em toda a organização e na sua rede de criação de valor, não apenas com clientes e fornecedores diretos. É também importante notar que, ao ganhar novos parceiros através da I4.0, as empresas devem considerá-los não só em termos de transações comerciais, mas também em termos da possível aquisição de conhecimento. A capacidade de uma empresa para interagir com outras empresas afeta a medida em que pode aceder e transferir conhecimentos, e o seu valor para outros possíveis parceiros na criação de valor e ecossistemas de inovação (Müller *et al.*, 2021). O apoio de fontes externas e o conhecimento é crucial para atualizar as capacidades internas de empresas familiares ajudando a adotar as tecnologias disruptivas da I4.0 (Cucculelli *et al.*, 2022).

Também foram identificados fatores inter e intra-organizacionais que influenciam os MN quanto a adoção das tecnologias da I4.0. Para Zeng *et al.* (2021) os fatores inter-organizacionais como a pressão regulamentar, pressão dos parceiros comerciais (fornecedores e clientes) e a influência de organizações grandes e líderes de mercado, influencia a decisões de adoção em diferentes graus, fazendo com que adotem ou a rejeitem certos tipos de sistema de informação. Já os fatores intra-organizacionais estão relacionados ao apoio da gestão de topo, que influencia diretamente as decisões de adoção tomadas pelas organizações, e a compatibilidade da tecnologia dentro de cada organização. Para Menchini *et al.*, (2022) a arquitetura empresarial pode ser útil na digitalização de MN, no entanto, para que isto aconteça, o apoio da gestão de topo é essencial, especialmente porque exige muito trabalho para tornar os MN digitais. Entretanto, as colaborações com parceiros externos ajudam na transição para um MN digital (Palmié *et al.*, 2022).

A digitalização (através de IoT, BD, IA e *blockchain*) promete fornecer um valor significativo às empresas envolvidas em iniciativas sustentáveis, pois a convergência digitalização-sustentabilidade proporciona novas oportunidades para as empresas utilizarem ferramentas digitais para mapear o seu impacto no ambiente e medir o impacto das mudanças ambientais nos seus negócios (Kiron & Unruh, 2018). O processo em si de digitalização é considerado um outro fator que influencia o MN. A digitalização dos processos e produtos será uma condição prévia para a construção de um sector bancário estável e eficiente (Miklaszewska *et al.*, 2021). As tecnologias digitais também podem monitorizar componentes numa linha de produção e partilhar diferentes parâmetros de criação de valor, além de partilha de tempo real do estado operacional (Simonsson & Agarwal, 2021). Todavia, o estudo de caso realizado por Niemand *et al.* (2021) confirma que a orientação empreendedora é crucial para os bancos que querem alcançar vantagens competitivas, porém precisam de combinar a visão estratégica sobre digitalização com a orientação empreendedora, uma vez que a visão estratégica sobre digitalização por si só não melhora o desempenho das organizações.

As tecnologias digitais são úteis para além de gerar novos MN, ajudam a melhorar o desempenho além de ajudar a reduzir custos operacionais. Os líderes empresariais muitas vezes consideram as tecnologias digitais um meio de incentivar novos MN e novas oportunidades de mercado, mas muitas vezes ignoram seu potencial impacto em toda a cadeia de valor. Entretanto, a inovação tecnológica pode impactar o MN de forma positiva e/ou negativa (Patrucco *et al.*, 2022). Embora a digitalização possa trazer novas oportunidades, o processo transmite riscos que podem ser difíceis de mitigar ou para os quais é difícil se preparar (Amankwah-Amoah *et al.*, 2021). No caso das PME, que precisam contar com o apoio das universidades, governo e/ou centros avançados de tecnologias, a adoção de algumas tecnologias mais avançadas pode estar em falta devido à baixa escala de operação, o que torna tais tecnologias inacessíveis para as PME (Benitez *et al.*, 2020). Um outro exemplo é o caso da Realidade Aumentada que apesar de ajudar a melhorar a formação e as condições de trabalho existem, contudo, alguns desafios para a implementação, uma vez que os empregados podem apresentar restrições ao tipo de formação (Dalmarco *et al.*, 2019); outra questão é que ao fazer uso desta tecnologia as empresas podem não saber identificar quais informações são relevante para divulgar em tempo real, uma vez que as empresas podem sobrecarregar sistemas com a quantidade de informação necessária durante uma tarefa específica (Rüßmann *et al.*, 2015); tal como os atuais sistemas de IA são treinados para executar apenas tarefas muito específicas (por exemplo, um computador que joga xadrez não pode jogar póquer), ou seja, a IA fraca não é o objetivo final das empresas de tecnologia que estão a investir milhares de milhões de dólares no desenvolvimento de novas tecnologias (Eling *et al.*, 2021). Contudo, antes de adotar qualquer tecnologia é necessário fazer uma análise cautelosa sobre quais poderão ser os efeitos internos e externos, buscando entender o que cria, entrega e captura valor dentro do MN de acordo com o perfil de cada organização.

Por fim, mas não menos importante, a pandemia da COVID-19 tem levado a uma mudança nos MN em direção a negócios socialmente responsáveis e à aderência a objetivos de desenvolvimento sustentável. Segundo Miethlich *et al.* (2021) a transformação digital é um processo necessário e importante para o desenvolvimento de uma empresa no contexto da COVID-19, com o objetivo de manter a sua integridade e sobrevivência, impulsionando à utilização extensiva das tecnologias digitais na vida quotidiana. Em cenários pandémicos, a gestão de empresas digitais está concentrada na sobrevivência, auto-aprendizagem e cooperação sem intermediários através da inovação e transformação dos processos empresariais. A pandemia e a intensificação da digitalização têm provocado uma reavaliação da abordagem do MN, levando a MN híbridos inovadores das empresas de seguro através do envolvimento com os parceiros-chave, os aspetos-chave das atividades, a proposta de valor, as relações com clientes, os principais recursos, estruturas de custos e fluxos de receitas, entre outros (Polinkevych *et al.*, 2021). O estudo de caso realizado por Miklaszewska *et al.* (2021), no sector bancário, comprova que a pandemia reforçou a importância da digitalização e forçou os bancos a acelerarem a sua transformação digital, uma vez que a digitalização dos processos e produtos será uma condição prévia para a construção de um sector bancário estável e eficiente.

7. Sugestões para Investigações Futuras

Com base nas conclusões dos artigos analisados, foram identificadas várias oportunidades de investigação relacionadas a MN, digitalização e I4.0. Estas oportunidades representam lacunas de investigação que surgem de tópicos menos pesquisados ou de resultados imprecisos. Inclusive, diversos investigadores sugerem como futuras investigações validar suas conclusões (Niemand *et al.*, 2021), seus *frameworks* desenvolvidos (Kamalaldin *et al.*, 2020; Sjödin *et al.*, 2021; Stornelli *et al.*, 2021; Thomson *et al.*, 2021) ou mesmo fazer estudos de casos similares, porém em contextos geográficos diferentes, a fim de fazer um comparativo entre os resultados, examinando amostras com maior número de empresas, bem como expandindo o conjunto de informações tomado em consideração (Garzella *et al.*, 2021; Paiola *et al.*, 2021; Cucculelli *et al.*, 2022; Palmié *et al.*, 2022).

Por conseguinte, as direções para outras investigações poderiam concentrar-se em estudos de casos a fim de analisar e validar os fatores, influenciadores dos MN, identificados neste trabalho sob a perspectiva de um conjunto de tecnologias da I4.0, pois as relações e conexões estabelecidas entre os participantes nos ecossistemas digitais estão em constante evolução. Além disso, são necessários estudos empíricos, em empresas de diversos sectores, principalmente no sector de retalho, não financeiro, que tem sido menos explorado, de forma que respondam questões como: “o quanto, como e porque estes fatores influenciariam os MN ao adotar as tecnologias da I4.0, desde a gestão de estoque, compras, vendas, clientes (antes, durante e pós-venda) até o processo final, que é o descarte sustentável dos materiais e resíduos inutilizados” - de forma a criar, capturar e entregar valor para as organizações em geral.

Por fim, esta análise apresenta outras sugestões para investigações futuras que foram identificadas de acordo com os temas dos 5 clusters analisados, conforme mostra a tabela 9.

Tabela 9 – Sugestões para futuras investigações

Cluster	Tema	Oportunidades de Investigação Futura	Fontes principais
Cluster 1	Inovação Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> Definição de estratégias adequada para implementar as tecnologias da I4.0 e as oportunidades nos MN Que tecnologias poderiam ser implementadas na fase específica do processo de inovação aberta e a intensidade da adoção de várias tecnologias da I4.0 Os efeitos da inovação induzida pela digitalização, bem como a reformulação dos MN A adoção de tecnologias da I4.0 e o impacto no desempenho organizacional, bem como esta relação é mediada ou moderada pelo MN específico da PME Estudo das atividades de digitalização das empresas familiares durante as suas sucessões empresariais 	Dalmarco <i>et al.</i> , 2019; Moeuf <i>et al.</i> , 2020; Pöschl & Freiling, 2020; Apostolov & Coco, 2021; Pizzi <i>et al.</i> , 2021; Strazzullo <i>et al.</i> , 2022.
Cluster 2	Inovação nos modelos de negócios	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar o impacto da implementação da I4.0 no desempenho operacional, financeiro, ambiental e social. MN que resultam de diferentes níveis de serviços digitais e da digitalização MN inovadores mais adequados às capacidades, recursos internos e ao ambiente externo 	Antony <i>et al.</i> , 2021; Chen <i>et al.</i> , 2021; Kovaitė & Stankevičienė, 2021; Rummel <i>et al.</i> , 2021;

Cluster	Tema	Oportunidades de Investigação Futura	Fontes principais
		<ul style="list-style-type: none"> Diferenças e/ou semelhanças no procedimento da inovação do MN digital entre diversos países MN transformado ou criado completamente na direção da I4.0, tais como MN orientados por dados (de produto para serviço), mobilidade ou software como serviço, entre outros 	Favoretto <i>et al.</i> , 2022.
Cluster 3	Transformação Digital	<ul style="list-style-type: none"> A conexão entre as configurações do MN e do modelo de receitas/lucros através da transformação digital A relação de competências estratégicas que contribuem para a transformação de MN digitais Os efeitos da transformação digital de forma lenta que pode levar a possíveis fracassos empresariais Os obstáculos organizacionais no contexto da transformação digital Considerar uma gama mais ampla de fatores, incluindo questões técnicas como as percepções sobre a facilidade de utilização, a utilidade do sistema de informação e da tecnologia. 	Amankwah-Amoah <i>et al.</i> , 2021; Oberländer <i>et al.</i> , 2021; Zeng <i>et al.</i> , 2021; Menchini <i>et al.</i> , 2022; Perelygina <i>et al.</i> , 2022.
Cluster 4	Tecnologias Digitais	<ul style="list-style-type: none"> Análise dos benefícios versus custos para adoção de tecnologias digitais Examinar se a gestão, para a inovação do MN, difere entre indústrias ao adotar as tecnologias digitais Investigar as parcerias entre empresas de fabrico e outros atores organizacionais, tais como <i>Startups</i>, que desenvolvem soluções digitais, universidades, e centros de I&D públicos e privados Compreensão mais detalhada da relação entre sustentabilidade e digitalização, com foco em empreendedorismo sustentável e MN 	Gregori & Holzmann, 2020; Heubeck & Meckl, 2021; Rocha <i>et al.</i> , 2021; Dolgui & Ivanov, 2022.
Cluster 5	Economia Circular e Sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> Análise de novas estratégias e propostas de apoio para enfrentar os efeitos negativos do desemprego causado pela inovação e o progresso tecnológico Quais sectores têm sido mais beneficiados através da digitalização e da Economia Circular Como os MN circulares afetam a entrega de valor quanto a adoção de várias tecnologias digitais O papel das tecnologias da I4.0 como viabilizadores da adoção de MN da Economia Circular Examinar a transformação empresarial rumo à I4.0, em diferentes contextos, para explorar o impacto relativo de outros fatores contextuais, tais como a cultura nacional e fatores políticos, legais e sociais A influência da digitalização sobre vários aspetos da sustentabilidade do produto 	Wang <i>et al.</i> , 2020; Dahmani <i>et al.</i> , 2021; Jabbour <i>et al.</i> , 2021; Salvador <i>et al.</i> , 2021; Alkaraan <i>et al.</i> , 2022; Chauhan <i>et al.</i> , 2022

Fonte: *Elaboração própria*

8. Conclusões

Esta investigação tem como objetivo identificar fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0. Para alcançar o objetivo esperado foi necessário dividir o trabalho. A primeira parte deste trabalho consistiu na realização do levantamento bibliográfico, mais precisamente uma revisão sistemática da literatura, onde foi identificado os conceitos do MN, da I4.0 e das tecnologias digitais, assim como detetados os principais autores, os artigos mais impactantes, os *Journals* com maior número de publicação dentro deste tema, tal como a colaboração institucional e dos países. A investigação revelou que as investigações neste domínio estão fragmentadas em sectores interdisciplinares e as publicações estão dispersas por uma

multiplicidade de *Journals*, metodologias e temas. Tal como, através da co-ocorrência de palavras-chaves, foram apontados e analisados cinco clusters: (1) Inovação Tecnológica, (2) Inovação nos MN, (3) Transformação Digital, (4) Tecnologias Digitais, (5) Economia Circular e Sustentabilidade. Além dos clusters, também foram identificados outros temas-chave que complementam esta análise, tais como: (a) as PME no contexto da digitalização, (b) os impactos que as tecnologias digitais têm causado nos MN, (c) a servitização ou digitalização dos serviços, que está presente em um número expressivo de artigos, e (d) a digitalização e adoção das tecnologias no contexto da pandemia/COVID-19, que tem alterado os MN significativamente.

A segunda parte deste trabalho selecionou e analisou qualitativamente 27 estudos de casos para complementar a investigação, uma vez que as empresas diferem significativamente quanto ao tipo e número de tecnologias adotadas. Logo, a presente investigação desenvolveu um enquadramento teórico (figura 7 e tabela 8), que está ancorado nos temas encontrados na atual revisão da literatura, de forma a destacar a interconectividade destes temas e apresentar uma perspetiva holística sobre os fatores relacionando-os com as tecnologias digitais. Assim, o quadro facilita a interpretação de uma investigação abrangente ao conceptualizar e apresentar as tecnologias, que fazem parte da I4.0, e que são influenciadores dos MN na era da digitalização. A investigação revelou que algumas tecnologias têm sido mais exploradas que outras, tais como BD & Análise de BD, IoT e IA, porém, todas as tecnologias apresentam diversos fatores, onde alguns são semelhantes, como por exemplo, estas três tecnologias mencionadas podem ser úteis no desenvolvimento de conceitos e/ou produtos e/ou serviços, assim como podem ajudar na segmentação de clientes e orientação da alta gerência. Já a IoT e *Blockchain* podem ajudar na implementação da economia circular enquanto a computação em nuvem e IA podem ser válidas para recolha, análise e partilha de dados. Estes e outros fatores apresentados influenciam diretamente os MN das organizações na era da digitalização.

Os resultados desta investigação oferecem contribuições úteis relativamente ao conhecimento sobre fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0, onde as principais descobertas e contribuições são ambas de natureza teórica e prática. As contribuições teóricas dizem respeito a identificação dos temas e empresas/sectores que tem sido mais explorada a fim de direcionar futuras pesquisas para outras áreas menos estudadas. Oferece também uma nova abordagem ao mapeamento científico na área da digitalização e do MN. As análises realizadas em *Journals*, autores e artigos fornecem conhecimentos abrangentes e vitais que sistematizam o corpo de conhecimentos e se baseiam na investigação do panorama académico (Caputo *et al.*, 2021). Do ponto de vista prático, os resultados desta investigação podem ter implicações importantes para gestores e grupos de trabalho responsáveis pela transformação digital das organizações, podendo ser utilizados também por outras partes interessadas para tomar uma posição de vanguarda no desenvolvimento de MN no contexto da digitalização e implementação das tecnologias da I4.0.

Embora a análise bibliométrica seja um método de investigação usual que permite aos investigadores examinar o crescimento anterior e futuro do trabalho científico, também apresenta algumas lacunas, tais como avaliar a investigação científica sem considerar que as citações precisam de tempo para se acumularem (Zhou & Song, 2021). Apesar da metodologia de investigação bem estabelecida, capaz de assegurar a clareza e a reprodução do trabalho, as limitações relacionadas com revisões sistemáticas da literatura devem ser sublinhadas. Estas derivam das palavras-chave de pesquisa e da base de dados escolhida, que afetam e caracterizam os resultados obtidos: a utilização de um outro conjunto de palavras-chave (e suas devidas combinações) e outras bases de dados (tais como Google Scholar ou ISI Web of Science) poderiam ter levado a uma amostra de análise diferente. O fato de ter limitado o número de estudos de caso selecionados para a segunda parte da investigação também é outra limitação que poderia trazer resultados diferentes de acordo com a interpretação do investigador.

Referências

- Aaldering, L. J., & Song, C. H. (2021). Of leaders and laggards-Towards digitalization of the process industries. *Technovation*, 105, 102211.
- Aas, T. H., Breunig, K. J., Hellström, M. M., & Hydle, K. M. (2020). Service-oriented business models in manufacturing in the digital era: Toward a new taxonomy. *International Journal of Innovation Management*, 24(08), 2040002.
- Abebe, M. A., Tangpong, C., & Ndofor, H. (2021). Hitting the ‘reset button’: The role of digital reorientation in successful turnarounds. *Long Range Planning*, 102102.
- Abuhussein, T., Barham, H., & Al-Jaghoub, S. (2021). The effects of COVID-19 on small and medium-sized enterprises: Empirical evidence from Jordan. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*.
- Acciarini, C., Borelli, F., Capo, F., Cappa, F., & Sarrocco, C. (2021). Can digitalization favour the emergence of innovative and sustainable business models? A qualitative exploration in the automotive sector. *Journal of Strategy and Management*.
- Achtenhagen, C., & Achtenhagen, L. (2019). The impact of digital technologies on vocational education and training needs: An exploratory study in the German food industry. *Education+ Training*.
- Ahlemeyer-Stubbe, A., & Müller, A. (2020). How to leverage internet of things data to generate benefits for sales and marketing. *Applied Marketing Analytics*, 5(3), 233-242.
- Akhmatov, K. A., Astrakhantseva, I. A., Kutuzova, A. S., Votchel, L. M., & Vikulina, V. V. (2020). Harmonization of banking business models with the needs of the economy by encouraging the exogenous social responsibility. *Calitatea*, 21(174), 81-87.
- Alcacer, J., Cantwell, J. and Piscitello, L. (2016), “Internationalization in the information age: a new era for places, firms, and international business networks?”, *Journal of International Business Studies*, Vol. 47 No. 5, pp. 499-512.
- Al-Hyari, K. (2020). Initial empirical evidence on how Jordanian manufacturing SMEs cope with the covid-19 pandemic. *Academy of Strategic Management Journal*, 19, 1-12.
- Alkaraan, F., Albitar, K., Hussainey, K., & Venkatesh, V. G. (2022). Corporate transformation toward Industry 4.0 and financial performance: The influence of environmental, social, and governance (ESG). *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121423.

- Alkkiomäki, V. (2016). The role of service-oriented architecture as a part of the business model. *Int. J. Bus. Inf. Syst.*, 21(3), 368-387.
- Alrawadieh, Z., Alrawadieh, Z., & Cetin, G. (2021). Digital transformation and revenue management: Evidence from the hotel industry. *Tourism Economics*, 27(2), 328-345.
- Amankwah-Amoah, J., Khan, Z., Wood, G., & Knight, G. (2021). COVID-19 and digitalization: The great acceleration. *Journal of Business Research*, 136, 602-611.
- Ammirato, S., Felicetti, A. M., Linzalone, R., & Carlucci, D. (2021). Digital business models in cultural tourism. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*.
- Ananyin, V. I., Zimin, K. V., Pugachev, M. I., Gimranov, R. D., & Skripkin, K. G. (2018). Digital enterprise: transformation into a new reality. *Bus. Inform*, 2, 45-54.
- Andersen, T. C. K., Aagaard, A., & Magnusson, M. (2022). Exploring business model innovation in SMEs in a digital context: Organizing search behaviours, experimentation and decision-making. *Creativity and Innovation Management*, 31(1), 19-34.
- Andersson, N., & Lessing, J. (2020). Industrialization of construction: Implications on standards, business models and project orientation. *Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal*, 12(1), 2109-2116.
- Andrade, C. R. D. O., & Gonçalo, C. R. (2021). Digital transformation by enabling strategic capabilities in the context of “BRICS”. *Revista de Gestão*.
- Andriushchenko, K., Rudyk, V., Riabchenko, O., Kachynska, M., Marynenko, N., Shergina, L., ... & Kuchai, O. (2019). Processes of managing information infrastructure of a digital enterprise in the framework of the Industry 4.0 concept. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (1 (3)), 60-72.
- Antony, J., Sony, M., McDermott, O., Furterer, S., & Pepper, M. (2021). How does performance vary between early and late adopters of Industry 4.0? A qualitative viewpoint. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Apostolov, M., & Coco, N. (2021). Digitalization-based innovation—a case study framework. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 18(05), 2050025.
- Arifiani, L., & Arifiani, L. (2019). The effect of disruption technology, opportunities and challenges of telecommunication industry 4.0 in Indonesia. *Int. J. Recent Technol. Eng*, 7(6), 808-819.
- Arrigo, E. (2021). Digital platforms in fashion rental: a business model analysis. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*.
- Aspara, J., Grant, D. B., & Holmlund, M. (2021). Consumer involvement in supply networks: A cubic typology of C2B2C and C2B2B business models. *Industrial Marketing Management*, 93, 356-369.
- Baber, W. W., Ojala, A., & Martinez, R. (2019). Effectuation logic in digital business model transformation: Insights from Japanese high-tech innovators. *Journal of Small Business and Enterprise Development*.
- Bag, S., Pretorius, J.H.C. (2020). Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework. *Int. J. Organ. Anal.* 10.1108/IJOA-04-2020-2120.
- Bagnoli, C., Dal Mas, F., & Massaro, M. (2019). The 4th industrial revolution: Business models and evidence from the field. *International Journal of E-Services and Mobile Applications (IJESMA)*, 11(3), 34-47.
- Bauer, V. P., & Smirnov, V. V. (2020). Institutional features of the development of competitive cryptocurrency. *Finansy: teoriya i praktika= Finance: Theory and Practice*. 2020; 24 (5): 84-99. Russ.). DOI, 10, 2587-56712020.

- Bauer, V. P., Eremin, V. V., & Ryzhkova, M. V. (2021). Digitalization of the financial activities of platform companies: Competitive potential and social impact. *Finance: Theory and Practice*, 25(2), 114-127.
- Bawono, M., & Mihardjo, L. (2020). Driving transformation performance through innovation and experience model. *Management Science Letters*, 10(6), 1259-1264.
- Beier, G., Ullrich, A., Niehoff, S., Reißig, M., Habich, M. (2020). Industry 4.0: how it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes – a literature review. *J. Clean. Prod.* 259 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120856>.
- Belhadi, A., Kamble, S., Gunasekaran, A., & Mani, V. (2021). Analyzing the mediating role of organizational ambidexterity and digital business transformation on industry 4.0 capabilities and sustainable supply chain performance. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2020). Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. *International Journal of Production Economics*, 228, 107735.
- Berawi, M. A., Suwartha, N., Asvial, M., Harwahyu, R., Suryanegara, M., Setiawan, E. A., ... & Maknun, I. J. (2020). Digital innovation: Creating competitive advantages. *International Journal of Technology*, 11(6), 1076-1080.
- Berman, S.J., Korsten, P.J. and Marshall, A. (2016). “Digital Reinvention in action - What do to and how to make it happen”, IBM Institute for Business Value, 1-24.
- Bertola, P., & Teunissen, J. (2018). Fashion 4.0. Innovating fashion industry through digital transformation. *Research Journal of Textile and Apparel*.
- Bertoncel, T., Erenda, I., Bach, M. P., Roblek, V., & Meško, M. (2018). A managerial early warning system at a smart factory: An intuitive decision-making perspective. *Systems Research and Behavioral Science*, 35(4), 406-416.
- Bhullar, A., & Gill, P. S. (2018). Digitalisation through mobile commerce: the impact of demographic and behavioural intention factors on mobile commerce usage activities. *International Journal of Business Continuity and Risk Management*, 8(4), 335-351.
- Bienhaus, F., & Haddud, A. (2018). Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. *Business Process Management Journal*.
- Björkdahl, J. (2020). Strategies for digitalization in manufacturing firms. *California Management Review*, 62(4), 17-36.
- Bodenbender, M., Kurzrock, B. M., & Müller, P. M. (2019). Broad application of artificial intelligence for document classification, information extraction and predictive analytics in real estate. *Journal of general management*, 44(3), 170-179.
- Bohnsack, R., Kurtz, H., & Hanelt, A. (2021). Re-examining path dependence in the digital age: The evolution of connected car business models. *Research Policy*, 50(9), 104328.
- Bollweg, L., Lackes, R., Siepermann, M., & Weber, P. (2020). Drivers and barriers of the digitalization of local owner operated retail outlets. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 32(2), 173-201.
- Boons, F., Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. *J. Clean. Prod.* 45, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007>.
- Boswijk, A. (2017). Transforming business value through digitalized networks: A case study on the value drivers of Airbnb. *Journal of Creating Value*, 3(1), 104-114.
- Bouncken, R. B., & Kraus, S. (2022). Entrepreneurial ecosystems in an interconnected world: emergence, governance and digitalization. *Review of Managerial Science*, 16(1), 1-14.

- Bouncken, R. B., Kraus, S., & Martínez-Pérez, J. F. (2020). Entrepreneurship of an institutional field: the emergence of coworking spaces for digital business models. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16(4), 1465-1481.
- Bouncken, R. B., Kraus, S., & Roig-Tierno, N. (2021). Knowledge-and innovation-based business models for future growth: Digitalized business models and portfolio considerations. *Review of Managerial Science*, 15(1), 1-14.
- Bouwman, H., Nikou, S., Molina-Castillo, F. J., & de Reuver, M. (2018). The impact of digitalization on business models. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 20(2), 105-124.
- Brad, S., Murar, M., & Brad, E. (2018). Design of smart connected manufacturing resources to enable changeability, reconfigurability and total-cost-of-ownership models in the factory-of-the-future. *International Journal of Production Research*, 56(6), 2269-2291.
- Brazinskas, S., Pipiriene, V., & Khayrzoda, S. (2021). Digital platforms: Drivers for competence and competitiveness growth. *International Journal of Learning and Change*, 13(4-5), 490-509.
- Bressanelli, G., Pigosso, D. C., Saccani, N., & Perona, M. (2021). Enablers, levers and benefits of Circular Economy in the Electrical and Electronic Equipment supply chain: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126819.
- Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of "bibliometrics." *Scientometrics*, 12(5-6), 373-379. <https://doi.org/10.1007/BF02016680>
- Brunetti, F., Matt, D. T., Bonfanti, A., De Longhi, A., Pedrini, G., & Orzes, G. (2020). Digital transformation challenges: strategies emerging from a multi-stakeholder approach. *The TQM Journal*, 32(4), 697-724.
- Budler, M., Župič, I., & Trkman, P. (2021). The development of business model research: A bibliometric review. *Journal of Business Research*, 135, 480-495.
- Burström, T., Parida, V., Lahti, T., & Wincent, J. (2021). AI-enabled business-model innovation and transformation in industrial ecosystems: A framework, model and outline for further research. *Journal of Business Research*, 127, 85-95.
- Cai, Y. J., & Lo, C. K. (2020). Omni-channel management in the new retailing era: A systematic review and future research agenda. *International Journal of Production Economics*, 229, 107729.
- Caliskan, A., Özen, Y. D. Ö., & Ozturkoglu, Y. (2020). Digital transformation of traditional marketing business model in new industry era. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Caputo, A., Pizzi, S., Pellegrini, M. M., & Dabić, M. (2021). Digitalization and business models: Where are we going? A science map of the field. *Journal of Business Research*, 123, 489-501.
- Cezarino, L. O., Liboni, L. B., Stefanelli, N. O., Oliveira, B. G., & Stocco, L. C. (2019). Diving into emerging economies bottleneck: Industry 4.0 and implications for circular economy. *Management Decision*.
- Chand, V., & Turina, A. (2020). Profit Allocation within MNEs in Light of the Ongoing Digital Debate on Pillar I—A'2020 Compromise'?. *World Tax Journal*.
- Chauhan, C., Parida, V., & Dhir, A. (2022). Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises. *Technological Forecasting and Social Change*, 177, 121508.
- Chauhan, C., Sharma, A., & Singh, A. (2019). A SAP-LAP linkages framework for integrating Industry 4.0 and circular economy. *Benchmarking: An International Journal*, 28(5), 1638-1664.
- Chen, C. H. S., Wu, M. S. S., Nguyen, B., & Li, S. (2018). Digitally facilitated newspaper consumption and value co-creation. *The Bottom Line*.

- Chen, Y., Liu, H., & Chen, M. (2020). Achieving novelty and efficiency in business model design: striking a balance between IT exploration and exploitation. *Information & Management*, 103268.
- Chen, Y., Visnjic, I., Parida, V., & Zhang, Z. (2021). On the road to digital servitization–The (dis) continuous interplay between business model and digital technology. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(5), 694-722.
- Chutiphongdech, T. (2021). Airport technical efficiency and business model innovations: A case of local and regional airports in Thailand. *European Journal of Tourism Research*, 28, 1-6.
- Clarke, R. (2019). Risks inherent in the digital surveillance economy: A research agenda. *Journal of information technology*, 34(1), 59-80.
- Cozmiuc, D., & Petrisor, I. (2018). Industrie 4.0 by siemens: steps made next. *Journal of Cases on Information Technology (JCIT)*, 20(1), 31-45.
- Crittenden, A. B., Crittenden, V. L., & Crittenden, W. F. (2019). The digitalization triumvirate: How incumbents survive. *Business Horizons*, 62(2), 259-266.
- Crnjac, M., Veža, I., & Banduka, N. (2017). From concept to the introduction of industry 4.0. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1), 21.
- Cucculelli, M., Dileo, I., & Pini, M. (2022). Filling the void of family leadership: institutional support to business model changes in the Italian Industry 4.0 experience. *The Journal of Technology Transfer*, 47(1), 213-241.
- Culot, G., Orzes, G., Sartor, M., & Nassimbeni, G. (2020). The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0. *Technological forecasting and social change*, 157, 120092.
- Cunha, T. P., & Méxas, M. P. (2020). Cantareli da Silva, A. Gonçalves Quelhas, OL Proposal guidelines to implement the concepts of industry, 4, 741-759.
- Dahmani, N., Benhida, K., Belhadi, A., Kamble, S., Elfezazi, S., & Jauhar, S. K. (2021). Smart circular product design strategies towards eco-effective production systems: A lean eco-design industry 4.0 framework. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128847.
- Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C., & Soares, A. L. (2019). Providing industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster. *The journal of high technology management research*, 30(2), 100355.
- Damnjanović, V., Lončarić, D., & Dlačić, J. (2020). TEACHING CASE STUDY: Digital marketing strategy of Accor Hotels: shaping the future of hospitality. *Tourism and hospitality management*, 26(1), 233-244.
- Danuso, A., Giones, F., & da Silva, E. R. (2022). The digital transformation of industrial players. *Business Horizons*, 65(3), 341-349.
- Das, A., & Dey, S. (2021). Global manufacturing value networks: assessing the critical roles of platform ecosystems and Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(6), 1290-1311.
- Das, P., Perera, S., Senaratne, S., & Osei-Kyei, R. (2020). Developing a construction business model transformation canvas. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Dasí, À., Elter, F., Gooderham, P. N., & Pedersen, T. (2017). New business models in-the-making in extant MNCs: digital transformation in a telco. In *Breaking up the Global Value Chain*. Emerald Publishing Limited.
- DaSilva, C. M., & Trkman, P. (2014). Business model: What it is and what it is not. *Long Range Planning*, 47(6), 379–389.

- Del Giudice, M., Scuotto, V., Papa, A., Tarba, S. Y., Bresciani, S., & Warkentin, M. (2021). A self-tuning model for smart manufacturing SMEs: Effects on digital innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 38(1), 68-89.
- Dentchev, N., Rauter, R., Johannsdottir, L., Snihur, Y., Rosano, M., Baumgartner, R., Nyberg, T., Tang, X., van Hoof, B., Jonker, J. (2018). Embracing the variety of sustainable business models: a prolific field of research and a future research agenda. *J. Clean. Prod.* 194, 695–703. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.156>.
- Díaz-Chao, Á., Ficapal-Cusí, P., & Torrent-Sellens, J. (2021). Environmental assets, industry 4.0 technologies and firm performance in Spain: A dynamic capabilities path to reward sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125264.
- Dolgui, A., & Ivanov, D. (2022). 5G in Digital supply chain and operations management: Fostering flexibility, end-to-end connectivity and real-time visibility through internet-of-everything. *International Journal of Production Research*, 60(2), 442-451.
- Dressler, M., & Paunovic, I. (2020). Converging and diverging business model innovation in regional intersectoral cooperation—exploring wine industry 4.0. *European Journal of Innovation Management*.
- Dudin, M. N., Shkodinskii, S. V., & Usmanov, D. I. (2021). Key trends and regulations of the development of digital business models of banking services in industry 4.0. *Finance: Theory and Practice*, 59-78.
- Duhăneanu, M., & Marin, F. (2014). DIGITAL AGENDA FOR EUROPE-RISKS AND OPPORTUNITIES IN A DIGITAL ECONOMY. *Quality-Access to Success*, 15.
- Eckert, C., & Osterrieder, K. (2020). How digitalization affects insurance companies: overview and use cases of digital technologies. *Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft*, 109(5), 333-360.
- Eling, M., Nuessle, D., & Staubli, J. (2022). The impact of artificial intelligence along the insurance value chain and on the insurability of risks. *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 47(2), 205-241.
- Ellram, L. (1996) The use of the case study method in logistics research. *Journal of Business Logistics*. Oakbrook, Ill, v. 17, n. 2.
- Endres, H., Stoiber, K., & Wenzl, N. M. (2019). Managing digital transformation through hybrid business models. *Journal of Business Strategy*.
- Falkenreck, C., & Wagner, R. (2021). From managing customers to joint venturing with customers: co-creating service value in the digital age. *Journal of Business & Industrial Marketing*.
- Faridi, M. R., & Malik, A. (2019). Customer engagement technology in sme's in Saudi Arabia: Does it ensue in disturbance or disruption. *International Journal of Entrepreneurship*, 23(1), 1-8.
- Favoretto, C., Mendes, G. H., Oliveira, M. G., Cauchick-Miguel, P. A., & Coreynen, W. (2022). From servitization to digital servitization: How digitalization transforms companies' transition towards services. *Industrial marketing management*, 102, 104-121.
- Fernandez-Vidal, J., Gonzalez, R., Gasco, J., & Llopis, J. (2022). Digitalization and corporate transformation: The case of European oil & gas firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121293.
- Ferrás-Hernández, X. (2020). Rethinking Industry 4.0: is there life beyond manufacturing?. *International Journal of Business Environment*, 11(4), 404-416.
- Ferreira, F. A. F. (2018). Mapping the field of arts-based management: Bibliographic coupling and citation analyses. *Journal of Business Research*, 85(March 2017), 348–357. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.03.026>.

- Fiorini, N. (2021). New value creation opportunities for Start-ups with I4. 0: resources and capabilities capitalisation and effects on the Value Chain. *Sinergie Italian Journal of Management*, 39(3), 49-73.
- Florina, P., & Andreea, M. (2012). Social media and marketing of the "popcorn" music wave: the success of Romanian commercial musicians analysed through their perceived image on Facebook and Youtube. *Economics & Sociology*, 5(2A), 125.
- Fotoh, L. E., & Lorentzon, J. I. (2021). The Impact of Digitalization on Future Audits. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 18(2), 77-97.
- Frank, A. G., Mendes, G. H., Ayala, N. F., & Ghezzi, A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 341-351.
- Gaiardelli, P., Pezzotta, G., Rondini, A., Romero, D., Jarrahi, F., Bertoni, M., ... & Cavaliere, S. (2021). Product-service systems evolution in the era of Industry 4.0. *Service Business*, 15(1), 177-207.
- Garbuio, M., & Gheno, G. (2021). An algorithm for designing value propositions in the iot space: Addressing the challenges of selecting the initial class in reference class forecasting. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Gartner. (2020). Definition of Digital Transformation – Information Technology Glossary. Information Technology Glossary Available at: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-transformation>.
- Garzella, S., Fiorentino, R., Caputo, A., & Lardo, A. (2021). Business model innovation in SMEs: the role of boundaries in the digital era. *Technology Analysis & Strategic Management*, 33(1), 31-43.
- Gavrila, S. G., & de Lucas Ancillo, A. (2021). Spanish SMEs' digitalization enablers: E-Receipt applications to the offline retail market. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120381.
- Gebauer, H., Arzt, A., Kohtamäki, M., Lamprecht, C., Parida, V., Witell, L., & Wortmann, F. (2020). How to convert digital offerings into revenue enhancement—Conceptualizing business model dynamics through explorative case studies. *Industrial Marketing Management*, 91, 429-441.
- Gebauer, H., Fleisch, E., Lamprecht, C., & Wortmann, F. (2020). Growth paths for overcoming the digitalization paradox. *Business Horizons*, 63(3), 313-323.
- Geissdoerfer, M., Morioka, S.N., de Carvalho, M.M., Evans, S. (2018). Business models and supply chains for the circular economy. *J. Clean. Prod.* 190, 712–721. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.159>.
- Geringer, S. (2021). National digital taxes—Lessons from Europe. *South African Journal of Accounting Research*, 35(1), 1-19.
- Ghazaleh, M. A., & Ahmad, S. Z. (2018). Ajman Digital Government: the way forward to digest digitalization. *Emerald Emerging Markets Case Studies*.
- Gierlich-Joas, M., Hess, T., & Neuburger, R. (2020). More self-organization, more control—or even both? Inverse transparency as a digital leadership concept. *Business Research*, 13(3), 921-947.
- Goehlich, V., Fournier, G., & Richter, A. (2020). What can we learn from digitalisation and servitisation to shape a new mobility paradigm?. *International Journal of Business and Globalisation*, 24(3), 296-306.
- Golovina, T., Polyanin, A., Adamenko, A., Khegay, E., & Schepinin, V. (2020). Digital twins as a new paradigm of an industrial enterprise. *International Journal of Technology*, 11(6), 1115-1124.
- Gössling, S. (2020). Technology, ICT and tourism: From big data to the big picture. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(5), 849-858.

- Gould, K. T. (2019). Meeting today's challenges in travel retail with digital commerce marketplaces. *Journal of Airport Management*, 13(3), 245-253.
- Gradeck, J., Neguriță, O., Grecu, I., & Grecu, G. (2019). Big data analytics in industry 4.0: Sustainable industrial value creation, manufacturing process innovation, and networked production structures. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 7(3), 34-40.
- Gregori, P., & Holzmann, P. (2020). Digital sustainable entrepreneurship: A business model perspective on embedding digital technologies for social and environmental value creation. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122817.
- Grieger, M., & Ludwig, A. (2019). On the move towards customer-centric business models in the automotive industry—a conceptual reference framework of shared automotive service systems. *Electronic Markets*, 29(3), 473-500.
- Gul, R., & Ellahi, N. (2021). The nexus between data analytics and firm performance. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1923360.
- Gutmann, T., Kanbach, D., & Seltman, S. (2019). Exploring the benefits of corporate accelerators: investigating the SAP Industry 4.0 Startup Program. *Problems and Perspectives in Management*, 17(3), 218.
- Haas, Y. (2019). Developing a generic retail business model—a qualitative comparative study. *International Journal of Retail & Distribution Management*.
- Hajoary, P. K. (2020). Industry 4.0 maturity and readiness models: A systematic literature review and future framework. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(07), 2030005.
- Hajoary, P. K. (2021). Development and Validation of Industry 4.0 Readiness Scale—A Formative Model. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 2140011.
- Halvorsen, H. P., Jonsaas, A., Mylvaganam, S., Timmerberg, J., & THIRIET, J. M. (2017, June). Case Studies in IoT-Smart-Home Solutions: Pedagogical Perspective with Industrial Applications and some latest Developments. In 2017 27th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE) (pp. 1-8). IEEE.
- Hannibal, M. (2020). The influence of additive manufacturing on early internationalization: considerations into potential avenues of IE research. *Journal of International Entrepreneurship*, 18(4), 473-491.
- Hänninen, M., Kwan, S. K., & Mitronen, L. (2020). From the Store to Omnichannel Retail: Looking Back Over Three Decades of Retail Research. *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 31(1).
- Hänninen, M., Smedlund, A., & Mitronen, L. (2017). Digitalization in retailing: multi-sided platforms as drivers of industry transformation. *Baltic Journal of Management*.
- Hasselblatt, M., Huikkola, T., Kohtamäki, M., & Nickell, D. (2018). Modeling manufacturer's capabilities for the Internet of Things. *Journal of Business & Industrial Marketing*.
- Heiskala, M., Jokinen, J. P., & Tinnilä, M. (2016). Crowdsensing-based transportation services—An analysis from business model and sustainability viewpoints. *Research in Transportation Business & Management*, 18, 38-48.
- Herbst, T. D. (2021). Component suppliers in the commodity battle: Can digital technology in multi-tier supply chains help to transform liabilities into opportunities?. *International Journal of Business Science & Applied Management*, 16(2).
- Herzog, S., Sanders, A., Redlich, T., & Wulfsberg, J. (2016). Mitarbeiterqualifikation in der Smart Factory. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(10), 653-657.
- Heubeck, T., & Meckl, R. (2021). Antecedents to cognitive business model evaluation: a dynamic managerial capabilities perspective. *Review of Managerial Science*, 1-26.

- Hofbauer, G., & Sangl, A. (2019, December). *Blockchain* Technology and Application Possibilities in the Digital Transformation of Transaction Processes. In *Forum Scientiae Oeconomia* (Vol. 7, No. 4, pp. 25-40).
- Hofmann, P., Keller, R., & Urbach, N. (2019). Inter-technology relationship networks: Arranging technologies through text mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 143, 202-213.
- Huberty, M. (2015). Awaiting the second big data revolution: from digital noise to value creation. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 15(1), 35-47.
- Igartua, J. I., Retegi, J., & Ganzarain, J. (2018). IM2, a maturity model for innovation in SMEs. *Dirección y Organización*, (64), 42-49.
- Ignacio, J., Santana, A., Afonso, P., Zanin, A., Wernke, R. (2018). Business model innovation through industry 4.0: a review. *Procedia Manuf.* 22, 4–10, 10.1016/j.promfg.2018.03.002.
- Isoherranen, V., & Majava, J. (2018). Customer care excellence in the new product development process: A case study. *International Journal of Value Chain Management*, 9(1), 26-37.
- Japparova, I., & Rupeika-Apoga, R. (2017). Banking business models of the digital future: The case of Latvia.
- Jerman, A., Bertoneclj, A., & Erenda, I. (2019). The influence of critical factors on business model at a smart factory: A case study. *Business Systems Research: International journal of the Society for Advancing Innovation and Research in Economy*, 10(1), 42-52.
- Jocevski, M., Arvidsson, N., Miragliotta, G., Ghezzi, A., & Mangiaracina, R. (2019). Transitions towards omni-channel retailing strategies: a business model perspective. *International Journal of Retail & Distribution Management*.
- Jovanović, M., Dlačić, J., & Okanović, M. (2018). Digitalizacija i održivi razvoj društva–Mjere i implikacije. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci: časopis za ekonomsku teoriju i praksu*, 36(2), 905-928.
- Kalayda, S. (2021). The impact of digitalization on the economic convergence of the Russian insurance market. *Insurance Markets and Companies*, 12(1), 51.
- Kamalaldin, A., Linde, L., Sjödin, D., & Parida, V. (2020). Transforming provider-customer relationships in digital servitization: A relational view on digitalization. *Industrial Marketing Management*, 89, 306-325.
- Kans, M., & Ingwald, A. (2021). Service-based business models in the Swedish railway industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Kartanaitė, I., Kovalov, B. L., Kubatko, O. V., & Krušinskas, R. (2021). Financial modeling trends for production companies in the context of Industry 4.0.
- Keane, E. (2019). Networked information-driven technologies for cyber-physical system-based smart manufacturing. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 7(4), 21-27.
- Keller, M., Rosenberg, M., Brettel, M., & Friederichsen, N. (2014). How virtualization, Decentralization and network building change the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.213>.
- Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller, S. (2021). Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4001-4014.
- Kijkasiwat, P. (2021). Opportunities and Challenges for Fintech Startups: The Case Study of Thailand. *ABAC Journal*, 41(2), 41-60.

- Kiron, D., & Unruh, G. (2018). The convergence of digitalization and sustainability. MIT Sloan Management Review, 17. URL <https://sloanreview.mit.edu/article/the-convergence-of-digitalization-and-sustainability/>.
- Klos, C., Spieth, P., Clauss, T., & Klusmann, C. (2021). Digital transformation of incumbent firms: a business model innovation perspective. IEEE Transactions on Engineering Management.
- Knobbe, F., & Proff, H. (2020). Dynamic capabilities in the automotive industry under digitalisation-a quantitative study in the automotive supplier industry. International Journal of Automotive Technology and Management, 20(4), 436-456.
- Knudsen, E. S., Lien, L. B., Timmermans, B., Belik, I., & Pandey, S. (2021). Stability in turbulent times? The effect of digitalization on the sustainability of competitive advantage. Journal of Business Research, 128, 360-369.
- Kohtamäki, M., Parida, V., Patel, P. C., & Gebauer, H. (2020). The relationship between digitalization and servitization: The role of servitization in capturing the financial potential of digitalization. Technological Forecasting and Social Change, 151, 119804.
- Kolodiziev, O. M., Krupka, M., Shulga, N., Kulchytskyi, M., & Lozynska, O. (2021). The level of digital transformation affecting the competitiveness of banks.
- Kompalla, A., Geldmacher, W., Just, V., & Lange, S. (2017). Tailored automotive business strategies in the context of digitalization and service-oriented models. Calitatea, 18(156), 77.
- Kotarba, M. (2018). Digital transformation of business models. Found Manag 10: 123–142. DOI: 10.2478/fman-2018-0011.
- Kovaitė, K., & Stankevičienė, J. (2021). Efficiency assessment of business models: the conceptual framework in the context of Industry 4.0. International Journal of Learning and Change, 13(4-5), 527-543.
- Kovaitė, K., & Stankevičienė, J. (2021). Risk assessment of business models driven by Industry 4.0. International Journal of Economics and Business Research, 21(1), 1-21.
- Kovaitė, K., Šūmakaris, P., & Stankevičienė, J. (2020). Digital communication channels in Industry 4.0 implementation: The role of internal communication. Management: Journal of Contemporary Management Issues, 25(1), 171-191.
- Krasyuk, I. A., Kolgan, M. V., & Medvedeva, Y. (2021). Digital ecosystem structure formation depending on the archetype of distribution network participants. European Journal of Management and Business Economics.
- Kraus, S., Clauss, T., Breier, M., Gast, J., Zardini, A., & Tiberius, V. (2020). The economics of COVID-19: initial empirical evidence on how family firms in five European countries cope with the corona crisis. International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research.
- Krebs, I., Bachmann, P., Siegert, G., Schwab, R., & Willi, R. (2021). Non-journalistic competitors of news media brands on Google and YouTube: From solid competition to a liquid media market. Journal of Media Business Studies, 18(1), 27-44.
- Küfeoğlu, S., & Üçler, Ş. (2021). Designing the business model of an energy Datahub. The Electricity Journal, 34(2), 106907.
- Kumarasinghe, W. S. L., & Haleem, A. (2020). The impact of digitalization on business models with special reference to management accounting in small and medium enterprises in Colombo district.
- Kuula, S., Haapasalo, H., & Tolonen, A. (2018). Cost-efficient co-creation of knowledge intensive business services. Service Business, 12(4), 779-808.
- Laïfi, A., & Jossierand, E. (2016). Legitimation in practice: A new digital publishing business model. Journal of business Research, 69(7), 2343-2352.

- Langley, D. J., van Doorn, J., Ng, I. C., Stieglitz, S., Lazovik, A., & Boonstra, A. (2021). The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models. *Journal of Business Research*, 122, 853-863.
- Lardo, A., Mancini, D., Paoloni, N., & Russo, G. (2020). The perspective of capability providers in creating a sustainable I4.0 environment. *Management Decision*.
- Latino, M. E., Corallo, A., Menegoli, M., & Nuzzo, B. (2021). Agriculture 4.0 as enabler of sustainable agri-food: a proposed taxonomy. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Latos, B. A. (2018). Complexity drivers in digitalized work systems: implications for cooperative forms of work.
- Laudien, S. M., Bouncken, R., & Pesch, R. (2018). Understanding the acceptance of digitalization-based business models: A qualitative-empirical analysis. *Academy of Management global proceedings*, (2018), 104.
- Leitão, P., Colombo, A. W., & Karnouskos, S. (2016). Industrial automation based on cyber-physical systems technologies: Prototype implementations and challenges. *Computers in Industry*, 81, 11–25. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2015.08.004>.
- Liao, S. H., & Yang, L. L. (2020). Mobile payment and online to offline retail business models. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 57, 102230.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., & Ioannidis, J. P. (2009). & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS medicine*, 6(7), e1000100.
- Lichtenthaler, U. (2021). Data management efficiency: Major opportunities for shared value innovation. *Management Research Review*.
- Linde, L., Frishammar, J., & Parida, V. (2021). Revenue models for digital servitization: a value capture framework for designing, developing, and scaling digital services. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Linde, L., Frishammar, J., Parida, V. 2021. Revenue models for digital servitization: a value capture framework for designing, developing, and scaling digital services. *IEEE Trans. Eng. Manage.* 10.1109/TEM.2021.3053386.
- Linde, L., Sjödin, D., Parida, V., & Gebauer, H. (2020). Evaluation of digital business model opportunities: a framework for avoiding digitalization traps. *Research-Technology Management*, 64(1), 43-53.
- Lindhult, E., Chirumalla, K., Oghazi, P., & Parida, V. (2018). Value logics for service innovation: practice-driven implications for service-dominant logic. *Service business*, 12(3), 457-481.
- Linton, G., & Öberg, C. (2020). A Conceptual Development of a Business Model Typology in Tourism: the impact of digitalization and location. *Technology Innovation Management Review*, 10(7), 16-27.
- Llinás Sala, D., & Abad Puente, J. (2019). The role of high-performance people management practices in Industry 4.0: the case of medium-sized Spanish firms. *Intangible Capital*, 15(3), 190-207.
- Llopis-Albert, C., Rubio, F., & Valero, F. (2021). Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological forecasting and social change*, 162, 120343.
- Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Frascareli, F. C. D. O., Santibanez Gonzalez, E. D., & Chiappetta Jabbour, C. J. (2021). Are food supply chains taking advantage of the circular economy? A research agenda on tackling food waste based on Industry 4.0 technologies. *Production Planning & Control*, 1-17.
- Ludbrook, F., Michalikova, K. F., Musova, Z., & Suler, P. (2019). Business models for sustainable innovation in industry 4.0: Smart manufacturing processes, digitalization of production systems, and data-driven decision making. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 7(3), 21-26.

- Luz Martín-Peña, M., Díaz-Garrido, E., & Sánchez-López, J. M. (2018). The digitalization and servitization of manufacturing: A review on digital business models. *Strategic Change*, 27(2), 91-99.
- Magadán-Díaz, M., & Rivas-García, J. I. (2018). Digitization and business models in the Spanish publishing industry. *Publishing research quarterly*, 34(3), 333-346.
- Mäki, M., & Toivola, T. (2021). Global market entry for Finnish SME ecommerce companies.
- Mambetova, S., Ayaganova, M., Kalykov, A., Akhmetova, A., & Yeskerova, Z. (2020). Digital economy in tourism and hospitality industry. *Journal of Environmental Management & Tourism*, 11(8), 2006-2019.
- Mariani, M. M., & Nambisan, S. (2021). Innovation analytics and digital innovation experimentation: the rise of research-driven online review platforms. *Technological Forecasting and Social Change*, 172, 121009.
- Marić, J. (2020). Exploring 3D printing technology in the context of product-service innovation: Case study of a business venture in south of France. *International Journal of Business Environment*, 11(3), 222-238.
- Márton, A. (2021). Steps toward a digital ecology: ecological principles for the study of digital ecosystems. *Journal of Information Technology*, 02683962211043222.
- Mattsson, L. G., & Andersson, P. (2019). Private-public interaction in public service innovation processes-business model challenges for a start-up EdTech firm. *Journal of Business & Industrial Marketing*.
- Maucuer, R., Renaud, A., Snihur, Y., & Bojovic, N. (2020). Business Models in the Information Systems Literature: State of the Art and Research Perspectives. *Systemes d'information management*, 25(4), 5-28.
- Maurizio, M., Secinaro, S. F., Dal Mas, F., Brescia, V., & Calandra, D. (2021). Industry 4.0 and Circular Economy. An exploratory analysis of academic and practitioners' perspectives.
- Melander, L., & Pazirandeh, A. (2019). Collaboration beyond the supply network for green innovation: insight from 11 cases. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Menchini, F., Russo, P. T., Slavov, T. N. B., & Souza, R. P. (2021). Strategic capabilities for business model digitalization. *Revista de Gestão*.
- Menzel, T., & Teubner, T. (2020). Green energy platform economics—understanding platformization and sustainabilization in the energy sector. *International Journal of Energy Sector Management*.
- Miethlich, B., Belotserkovich, D., Abasova, S., Zatsarinnaya, E., & Veselitsky, O. (2021). The Impact of COVID-19 on Digital Enterprise Management. *IEEE Engineering Management Review*, 49(4), 16-29.
- Miethlich, B., Belotserkovich, D., Abasova, S., Zatsarinnaya, E., & Veselitsky, O. (2022). Transformation of Digital Management in Enterprises Amidst the COVID-19 Pandemic. *Institutions and Economies*, 1-26.
- Mihardjo, L. W. W., Sasmoko, Alamsjah, F., & Elidjen. (2019). Digital transformation: a transformational performance-based conceptual model through co-creation strategy and business model innovation in the Industry 4.0 in Indonesia. *International Journal of Economics and Business Research*, 18(3), 369-386.
- Mihardjo, L. W. W., Sasmoko, Alamsjah, F., & Elidjen. (2021). Role of customer experience in developing co-creation strategy and business model innovation: study on Indonesia telecommunication firms in facing Industry 4.0. *International Journal of Business and Globalisation*, 28(1-2), 48-63.
- Mihardjo, L. W., & Alamsjah, F. (2018). The role of distinctive organisational capability in formulating co-creation strategy and business model innovation. *Polish Journal of Management Studies*, 18.

- Mihardjo, L., Sasmoko, S., Alamsjah, F., & Elidjen, E. (2019). Digital leadership role in developing business model innovation and customer experience orientation in industry 4.0. *Management Science Letters*, 9(11), 1749-1762.
- Mihardjo, L., Sasmoko, S., Alamsjah, F., & Elidjen, E. (2019). The influence of digital customer experience and electronic word of mouth on brand image and supply chain sustainable performance. *Uncertain Supply Chain Management*, 7(4), 691-702.
- Miklaszewska, E., Kil, K., & Idzik, M. (2021). How the COVID-19 pandemic affects bank risks and returns: evidence from EU members in central, eastern, and northern Europe. *Risks*, 9(10), 180.
- Milkau, U. (2019). Value creation within AI-enabled data platforms. *Journal of Creating Value*, 5(1), 25-39.
- Minbaeva, D. (2021). Disrupted HR?. *Human Resource Management Review*, 31(4), 100820.
- Moeuf, A., Lamouri, S., Pellerin, R., Tamayo-Giraldo, S., Tobon-Valencia, E., & Eburdy, R. (2020). Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1384-1400.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International journal of production research*, 56(3), 1118-1136.
- Moreira, A. C. (2021). *Management Letters/Cuadernos de Gestión*. *Management Letters Cuadernos de Gestión*, 79.
- Mosch, P., Winkler, C., Eggert, C. G., Schumann, J. H., Obermaier, R., & Ulaga, W. (2022). Driving or driven by others? A dynamic perspective on how data-driven start-ups strategize across different network roles in digitalized business networks. *Industrial Marketing Management*, 102, 381-402.
- Müller, J. M. (2019). Business model innovation in small-and medium-sized enterprises: Strategies for industry 4.0 providers and users. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17.
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2021). The role of absorptive capacity and innovation strategy in the design of industry 4.0 business Models-A comparison between SMEs and large enterprises. *European Management Journal*, 39(3), 333-343.
- Nica, E., & Potcovaru, A. M. Hurdubei (Ionescu), RE (2019). Resilient cyber-physical systems and big data architectures in Industry 4.0: smart digital factories, automated production systems, and innovative sustainable business models. *Economics, Management, and Financial Markets*, 14(2), 46-51.
- Nichkasova, Y., & Shmarlouskaya, H. (2020). Financial technologies as a driving force for business model transformation in the banking sector. *International Journal of Business and Globalisation*, 25(4), 419-447.
- Niemand, T., Rigtering, J. C., Kallmünzer, A., Kraus, S., & Maalaoui, A. (2021). Digitalization in the financial industry: A contingency approach of entrepreneurial orientation and strategic vision on digitalization. *European Management Journal*, 39(3), 317-326.
- Niewiadomski, P., & Nogalski, B. (2020). Industry 4.0 desiderata as microfoundations in the assessment of companies' maturity-research among agricultural machinery manufacturers. *Management and Production Engineering Review*.
- Nolden, C. (2019). Transaction cost analysis of digital innovation governance in the UK energy market. *Journal of Energy Markets*, Forthcoming.
- Öberg, C. (2021). Disruptive and paradoxical roles in the sharing economies. *International Journal of Innovation Management*, 25(04), 2150045.

- Oberländer, A. M., Röglinger, M., & Rosemann, M. (2021). Digital opportunities for incumbents—A resource-centric perspective. *The Journal of Strategic Information Systems*, 30(3), 101670.
- Ohnemus, T. (2020). The digital twin—a critical enabler of industry 4.0. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 115(s1), 23-25.
- Omar, Y. M., Minoufekr, M., & Plapper, P. (2019). Business analytics in manufacturing: Current trends, challenges and pathway to market leadership. *Operations Research Perspectives*, 6, 100127.
- Omarova, A., Nurumov, A., Karipova, A., Kabdullina, G., Aimurzina, B., & Kamenova, M. (2021). Analysis of the development of innovative activities of the tourism industry in the influence of pandemic. *Journal of Environmental Management & Tourism*, 12(6 (54)), 1442-1453.
- Oyebanjo, O. G., & Tengeh, R. K. (2021). Interrogating the challenges and opportunities for entrepreneurs in the Fourth Industrial Revolution: a developing country perspective. *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 17(6), 883-896.
- Paiola, M., Schiavone, F., Khvatova, T., & Grandinetti, R. (2021). Prior knowledge, industry 4.0 and digital servitization. An inductive framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120963.
- Palmié, M., Boehm, J., Friedrich, J., Parida, V., Wincent, J., Kahlert, J., ... & Sjödin, D. (2021). Startups versus incumbents in 'green' industry transformations: A comparative study of business model archetypes in the electrical power sector. *Industrial Marketing Management*, 96, 35-49.
- Palmié, M., Miehé, L., Oghazi, P., Parida, V., & Wincent, J. (2022). The evolution of the digital service ecosystem and digital business model innovation in retail: The emergence of meta-ecosystems and the value of physical interactions. *Technological Forecasting and Social Change*, 177, 121496.
- Parida, V., & Wincent, J. (2019). Why and how to compete through sustainability: a review and outline of trends influencing firm and network-level transformation. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 15(1), 1-19.
- Patrucco, A., Moretto, A., Trabucchi, D., & Golini, R. (2021). How Do Industry 4.0 Technologies Boost Collaborations in Buyer-Supplier Relationships? In assessing Industry 4.0 technologies, this study found that buyer-supplier visibility and buyer-supplier integration matters more than the digital technologies used. *Research-Technology Management*, 65(1), 48-58.
- Paulet, E., & Mavoori, H. (2019). Conventional banks and Fintechs: how digitization has transformed both models. *Journal of Business Strategy*.
- Pavel, C. (2013). Tendencies on the Romanian media market. *Calitatea*, 14(2), 564.
- Payne, E. H. M., Peltier, J., & Barger, V. A. (2021). Enhancing the value co-creation process: artificial intelligence and mobile banking service platforms. *Journal of Research in Interactive Marketing*.
- Pereylygina, M., Kucukusta, D., & Law, R. (2022). Digital business model configurations in the travel industry. *Tourism Management*, 88, 104408.
- Pettersen, C. T., & Colbjørnsen, T. (2019). Omnichannel and digital-only: analyzing digital bookselling operations in four Norwegian bookstores. *Publishing Research Quarterly*, 35(1), 108-121.
- Pizzi, S., Corbo, L., & Caputo, A. (2021). Fintech and SMEs sustainable business models: Reflections and considerations for a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125217.
- Plass, C. (2016). Vernetzt arbeiten. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(10), 650-652.
- Polinkevych, O., Glonti, V., Baranova, V., Levchenko, V., & Yermoshenko, A. (2021). Change of business models of Ukrainian insurance companies in the conditions of COVID-19. *Insurance Markets and Companies*, 12(1), 83.

- Pöschl, A., & Freiling, J. (2020). The impact of family-external business succession on digitalization: exploring management buy-ins. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 8(2), 24-46.
- Poutanen, P., Luoma-Aho, V., & Suhanko, E. (2016). Ethical challenges of hybrid editors. *International Journal on Media Management*, 18(2), 99-116.
- Pozzi, R., Rossi, T., & Secchi, R. (2021). Industry 4.0 technologies: critical success factors for implementation and improvements in manufacturing companies. *Production Planning & Control*, 1-21.
- Prasetyo, E. H. (2021). Legitimacy building of digital platforms in the informal economy: evidence from Indonesia. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*.
- Prause, G., & Atari, S. (2017). On sustainable production networks for Industry 4.0. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(4), 421-431.
- Queiroz, M. M., Pereira, S. C. F., Telles, R., & Machado, M. C. (2019). Industry and digital supply chain capabilities. *Benchmarking: An International Journal*.
- Queiroz, M. M., Wamba, S. F., Machado, M. C., & Telles, R. (2020). Smart production systems drivers for business process management improvement: An integrative framework. *Business Process Management Journal*.
- Qvist-Sørensen, P. (2020). Applying IIoT and AI—Opportunities, Requirements and Challenges for Industrial Machine and Equipment Manufacturers to Expand Their Services. *Central European Business Review*, 9(2), 46-77.
- Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., & Schirgi, E. (2018). Digitalization and its influence on business model innovation. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Rahman, N. A. A., Muda, J., Mohammad, M. F., Ahmad, M. F., Rahim, S., & Fernando, M. V. (2019). Digitalization and leap frogging strategy among the supply chain member: facing GIG economy and why should logistics players care. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(2), 1042-1048.
- Ramirez-Peña, M., Sotano, A. J. S., Pérez-Fernandez, V., Abad, F. J., & Batista, M. (2020). Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4. 0 perspective. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118789.
- Rane, S. B., & Narvel, Y. A. M. (2022). Data-driven decision making with *Blockchain*-IoT integrated architecture: a project resource management agility perspective of industry 4.0. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13(2), 1005-1023.
- Rantala, T., Ukko, J., Saunila, M., Puolakoski, H., & Rantanen, H. (2019). Creating sustainable customer value through digitality. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*.
- Rapaccini, M., Saccani, N., Kowalkowski, C., Paiola, M., & Adrodegari, F. (2020). Navigating disruptive crises through service-led growth: The impact of COVID-19 on Italian manufacturing firms. *Industrial Marketing Management*, 88, 225-237.
- Reinhart, G., Klöber-Koch, J., & Braunreuther, S. (2016). Handlungsfeld Cyber-Physische Systeme. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(9), 555-559.
- Rejeb, A., Keogh, J. G., Wamba, S. F., & Treiblmaier, H. (2021). The potentials of augmented reality in supply chain management: a state-of-the-art review. *Management Review Quarterly*, 71(4), 819-856.
- Requena, J. Á. G. (2018). Tax Treaty Characterization of Income Derived from Cloud Computing and 3D Printing and the Spanish Approach. *Intertax*, 46(5).
- Richardson, J., 2008. The business model: an integrative framework for strategy execution. *Strat. Change* 17 (5-6), 133e144. <https://doi.org/10.1002/jsc.821>.

- Robinson, J. (2020). Thoughts on the post-pandemic new normal in air travel. *Journal of Airport Management*, 15(1), 6-19.
- Rocha, A. L. B., Cesila, C. H., Maciel, P. D., Correa, S. L., Rubio-Loyola, J., Rothenberg, C. E., & Verdi, F. L. (2022). CNS-AOM: Design, Implementation and Integration of an Architecture for Orchestration and Management of Cloud-Network Slices. *Journal of Network and Systems Management*, 30(2), 1-40.
- Rocha, C., Quandt, C., Deschamps, F., Philbin, S., & Cruzara, G. (2021). Collaborations for digital transformation: Case studies of industry 4.0 in Brazil. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Rodrigues, J. C. (2022). Business models for the digital transformation of audiovisual archives. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*.
- Rohn, D., Bican, P. M., Brem, A., Kraus, S., & Clauss, T. (2021). Digital platform-based business models—An exploration of critical success factors. *Journal of Engineering and Technology Management*, 60, 101625.
- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., Terzi, S. (2020). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *Int. J. Prod. Res.* 58, 1662e1687. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>.
- Ross J. W., Beath C. M., Sebastian I. M. (2022). To succeed in the digital economy, companies need to be both digitized and digital. Despite the similarity of the words, there is a big difference. Disponível em: 24 de março de 2022 < <https://horizonapp.mit.edu/article/digitized-digital>>.
- Rothmann, W., & Koch, J. (2014). Creativity in strategic lock-ins: The newspaper industry and the digital revolution. *Technological forecasting and social change*, 83, 66-83.
- Rubio, F., Llopis-Albert, C., & Valero, F. (2021). Multi-objective optimization of costs and energy efficiency associated with autonomous industrial processes for sustainable growth. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121115.
- Ruiner, C., & Klumpp, M. (2020). Arbeitskräfte zwischen Autonomie und Kontrolle—Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsbeziehungen in der Logistik. *Industrielle Beziehungen. Zeitschrift für Arbeit, Organisation und Management*, 27(2), 7-8.
- Rummel, F., Hüsigg, S., & Steinhauser, S. (2021). Two archetypes of business model innovation processes for manufacturing firms in the context of digital transformation. *R&D Management*.
- Rusko, R. (2015). Challenges of consumer-based innovations and start-ups in ICT business. *International Journal of Technoentrepreneurship*, 3(1), 1-16.
- Saarikko, T., Westergren, U. H., & Blomquist, T. (2020). Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm. *Business Horizons*, 63(6), 825-839.
- Safar, L., Sopko, J., Bednar, S., & Poklemba, R. (2018). Concept of SME business model for industry 4.0 environment. *TEM J.* 7 (3), 626-637.
- Salvador, R., Barros, M. V., Freire, F., Halog, A., Piekarski, C. M., & Antonio, C. (2021). Circular economy strategies on business modelling: Identifying the greatest influences. *Journal of Cleaner Production*, 299, 126918.
- Sandberg, K. W., & Håkansson, F. (2020). Strategical use of ICT in microenterprises: A case study. *International Journal of E-Entrepreneurship and Innovation (IJEI)*, 10(1), 1-13.
- Santos, G., Murmura, F., & Bravi, L. (2018). Fabrication laboratories: The development of new business models with new digital technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Schiele, H., Bos-Nehles, A., Delke, V., Stegmaier, P., & Torn, R. J. (2021). Interpreting the industry 4.0 future: technology, business, society and people. *Journal of business strategy*.

- Schmidt, M. C., Veile, J. W., Müller, J. M., & Voigt, K. I. (2019). Kick-Start for Connectivity: How to Implement Digital Platforms Successfully in Industry 4.0. *Technology Innovation Management Review*, 9(10).
- Schwanholz, J., & Leipold, S. (2020). Sharing for a circular economy? An analysis of digital sharing platforms' principles and business models. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122327.
- Seelos, C., & Mair, J. (2007). Profitable business models and market creation in the context of deep poverty: A strategic view. *Academy of Management Perspectives*, 21 (4), 49–63.
- Seidenstricker, S., Rauch, E., & Dallasega, P. (2017). Industrie-4.0-Geschäftsmodell-innovation für KMU. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112(9), 616-620.
- Senesi, S., Palau, H., & Neves, M. F. (2021). Companies and society. The 7 elements of action. A contribution from the plate to the farm. *International Journal on Food System Dynamics*, 12(1), 1-5.
- Shah, R., & Shome, S. (2019). Platform Economy: Evidence from Indian Market. *SCMS Journal of Indian Management*, 16(1), 23-32.
- Shaimieva, E. S., Butneva, A. H., & Gumerova, G. I. (2020). A business model
- Sibona, F., Chiavarini, L., Bortoletto, A., & Mainiero, S. (2020). Innovation in farming: an engaging and rewarding business model to foster digitalization. *CERN IdeaSquare Journal of Experimental Innovation*, 4(1), 9-15.
- Sievert, H., & Scholz, C. (2017). Engaging employees in (at least partly) disengaged companies. Results of an interview survey within about 500 German corporations on the growing importance of digital engagement via internal social media. *Public relations review*, 43(5), 894-903.
- Silkina, G. Y., Shevchenko, S., & Sharapaev, P. (2021). Digital innovation in process management. *Academy of Strategic Management Journal*, 20, 1-25.
- Simetinger, F., & Zhang, Z. (2020). Deriving secondary traits of industry 4.0: A comparative analysis of significant maturity models. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 663-678.
- Simonsson, J., & Agarwal, G. (2021). Perception of value delivered in digital servitization. *Industrial Marketing Management*, 99, 167-174.
- Simonsson, J., Magnusson, M., & Johanson, A. (2020). Organizing the development of digital product-service platforms. *Technology Innovation Management Review*, 10(3).
- Sjödin, D., Parida, V., & Visnjic, I. (2022). How Can Large Manufacturers Digitalize Their Business Models? A Framework for Orchestrating Industrial Ecosystems. *California Management Review*, 64(3), 49-77.
- Sjödin, D., Parida, V., Palmié, M., & Wincent, J. (2021). How AI capabilities enable business model innovation. *Journal of Business Research*.
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0: Are we ready?. *Polish Journal of Management Studies*, 17.
- Soluk, J., & Kammerlander, N. (2021). Digital transformation in family-owned Mittelstand firms: A dynamic capabilities perspective. *European Journal of Information Systems*, 30(6), 676-711.
- Sommarberg, M., & Mäkinen, S. J. (2019). A method for anticipating the disruptive nature of digitalization in the machine-building industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 808-819.
- Sommer, A.F., Rao, A. and Koh, C. (2017). Leveraging virtual experimentation and simulation to improve R&D performance, *Research-Technology Management*, Vol. 60 No. 5, pp. 31-42.
- Sommer, S., Proff, H., & Proff, H. (2021). Digital transformation in the global automotive industry. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 21(4), 295-321.

- Song, Y., Escobar, O., Arzubiağa, U., & De Massis, A. (2022). The digital transformation of a traditional market into an entrepreneurial ecosystem. *Review of Managerial Science*, 16(1), 65-88.
- Srivastava, S., Bhadauria, A., Dhaneshwar, S., & Gupta, S. (2019). Traceability and transparency in supply chain management system of pharmaceutical goods through block chain. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 8(12), 3201-12306.
- Stallkamp, M., & Schotter, A. P. (2021). Platforms without borders? The international strategies of digital platform firms. *Global Strategy Journal*, 11(1), 58-80.
- Stone, M., Aravopoulou, E., Gerardi, G., Todeva, E., Weinzierl, L., Laughlin, P., & Stott, R. (2017). How platforms are transforming customer information management. *The Bottom Line*.
- Stornelli, A., Ozcan, S., & Simms, C. (2021). Advanced manufacturing technology adoption and innovation: A systematic literature review on barriers, enablers, and innovation types. *Research Policy*, 50(6), 104229.
- Strauss, H., Schutte, D., & Fawcett, T. (2021). An evaluation of the legislative and policy response of tax authorities to the digitalisation of the economy. *South African Journal of Accounting Research*, 35(3), 239-262.
- Strazzullo, S., Cricelli, L., Grimaldi, M., & Ferruzzi, G. (2022). Connecting the path between open innovation and industry 4.0: a review of the literature. *IEEE Trans. Eng. Manag*, 1-13.
- Stroud, D., & Weinel, M. (2020). A safer, faster, leaner workplace? Technical-maintenance worker perspectives on digital drone technology 'effects' in the European steel industry. *New Technology, Work and Employment*, 35(3), 297-313.
- Sugiyama, D., Shirahada, K., & Kosaka, M. (2015). Elements to organize the third place that promotes sustainable relationships in service businesses. *Technology in Society*, 43, 115-121.
- Sund, K. J., Bogers, M. L., & Sahramaa, M. (2021). Managing business model exploration in incumbent firms: A case study of innovation labs in European banks. *Journal of Business Research*, 128, 11-19.
- Sundbo, J., Rubalcaba, L., & Gallouj, F. (2021). Servitization in the creative and cultural industries. *International Journal of Quality and Service Sciences*.
- Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: a Korea perspective. *Technological forecasting and social change*, 132, 40-45.
- Sütőová, A., Šooš, L., & Kóča, F. (2020). Learning needs determination for industry 4.0 maturity development in automotive organisations in Slovakia. *Quality Innovation Prosperity*, 24(3), 122-139.
- Talafidaryani, M., Jalali, S. M. J., & Moro, S. (2021). Digital transformation: Toward new research themes and collaborations yet to be explored. *Business Information Review*, 38(2), 79-88.
- Tesařová, M., Krmela, A., & Šimberová, I. (2020). Digital support to external sustainability communication in self-adhesive labelling industry. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7(3), 2109.
- Tham, A., & Ogulin, R. (2021). May the Fourth (Industrial) Revolution be with You: Value Convergence within Uber's Sharing Economy. *International Journal of Innovation and Technology Management*.
- Thierry, T., Mihai, T., & Timber, H. (2020). Effects of COVID-19 on Business Models in Romania and the Netherlands, A Digitalization Perspective. *Studies in Business & Economics*, 15(3).
- Thomson, L., Kamalaldin, A., Sjödin, D., & Parida, V. (2022). A maturity framework for autonomous solutions in manufacturing firms: The interplay of technology, ecosystem, and business model. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 18(1), 125-152.
- Tian, J., Coreynen, W., Matthyssens, P., & Shen, L. (2021). Platform-based servitization and business model adaptation by established manufacturers. *Technovation*, 102222.

- Trivelli, L., Apicella, A., Chiarello, F., Rana, R., Fantoni, G., & Tarabella, A. (2019). From precision agriculture to Industry 4.0: Unveiling technological connections in the agrifood sector. *British Food Journal*, 121(8), 1730-1743.
- Tronvoll, B., Sklyar, A., Sörhammar, D., & Kowalkowski, C. (2020). Transformational shifts through digital servitization. *Industrial Marketing Management*, 89, 293-305.
- Tuffnell, C., Kral, P., Siekelova, A., & Horak, J. (2019). Cyber-physical smart manufacturing systems: Sustainable industrial networks, cognitive automation, and data-centric business models. *Economics, Management and Financial Markets*, 14(2), 58-63.
- Turovets, Y., & Vishnevskiy, K. (2019). Patterns of digitalisation in machinery-building industries: evidence from Russia. *Engineering Management in Production and Services*, 11(4), 7-22.
- Van Eck, N. Jan, & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Van Halen, C., Vezzoli, C., & Wimmer, R. (2005). Methodology for product service system innovation: how to develop clean, clever and competitive strategies in companies. *Uitgeverij Van Gorcum*.
- van Tonder, C., Schachtebeck, C., Nieuwenhuizen, C., & Bossink, B. (2020). A framework for digital transformation and business model innovation. *Management: Journal of Contemporary Management Issues*, 25(2), 111-132.
- Vartanova, E., Vyrkovsky, A., & Vyugina, D. (2021). Online Strategies of the Largest Broadcasters in the Times of Uncertainty. The Case of Russia. *International Journal on Media Management*, 23(3-4), 289-313.
- Veile, J. W., Schmidt, M. C., & Voigt, K. I. (2022). Toward a new era of cooperation: How industrial digital platforms transform business models in Industry 4.0. *Journal of Business Research*, 143, 387-405.
- Vendrell-Herrero, F., Myrthianos, V., Parry, G., & Bustinza, O. F. (2017). Digital dark matter within product service systems. *Competitiveness Review: An International Business Journal*.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901.
- Vido, M., Scur, G., Massote, A. A., & Lima, F. (2020). The impact of the collaborative robot on competitive priorities: case study of an automotive supplier. *Gestão & Produção*, 27.
- Vovchenko, N. G., Galazova, S. S., Sopchenko, A. A., & Dzh, O. S. (2019). FinTech ecosystem as an instrument of sustainable development provision.
- Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., & Jain, R. (2021). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning & Control*, 32(8), 603-622.
- Wagner, R. F. (2020). EPC 4.0: The quest for reducing CAPEX in EPC projects. *Organization, technology & management in construction: an international journal*, 12(1), 2245-2255.
- Wagner, S. M. (2021). Startups in the supply chain ecosystem: an organizing framework and research opportunities. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- Wang, J., & Hsu, C. C. (2020). A topic-based patent analytics approach for exploring technological trends in smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Wang, N., Ren, S., Liu, Y., Yang, M., Wang, J., & Huisingh, D. (2020). An Active Preventive Maintenance Approach of Complex Equipment Based on a Novel Product-Service System Operation Mode. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123365.

- Warner, K. S., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long range planning*, 52(3), 326-349.
- Watanabe, C., Naveed, N., & Neittaanmäki, P. (2018). Digital solutions transform the forest-based bioeconomy into a digital platform industry-A suggestion for a disruptive business model in the digital economy. *Technology in Society*, 54, 168-188.
- Weking, J., Stöcker, M., Kowalkiewicz, M., Böhm, M., & Krčmar, H. (2020). Leveraging industry 4.0–A business model pattern framework. *International Journal of Production Economics*, 225, 107588.
- Westerlund, M. (2020). Digitalization, internationalization and scaling of online SMEs. *Technology Innovation Management Review*, 10(4).
- Wilkinson, A., Knoll, M., Mowbray, P. K., & Dundon, T. (2021). New trajectories in worker voice: Integrating and applying contemporary challenges in the organization of work. *British Journal of Management*, 32(3), 693-707.
- Wofford, L., Wyman, D., & Starr, C. W. (2020). Do you have a naïve forecasting model of the future?. *Journal of Property Investment & Finance*.
- Yin, R.K. (2009) *Case study research, design and methods (applied social research methods)*. Thousand Oaks. California: Sage Publications.
- Zangiacomì, A., Oesterle, J., Fornasiero, R., Sacco, M., & Azevedo, A. (2017). The implementation of digital technologies for operations management: a case study for manufacturing apps. *Production Planning & Control*, 28(16), 1318-1331.
- Zeng, F., Chan, H. K., & Pawar, K. (2021). The effects of inter-and intraorganizational factors on the adoption of electronic booking systems in the maritime supply chain. *International Journal of Production Economics*, 236, 108119.
- Zeng, M. A., Dennstedt, B., & Koller, H. (2016). Democratizing Journalism—How User-Generated Content and User Communities Affect Publishers' Business Models. *Creativity and Innovation Management*, 25(4), 536-551.
- Zhao, Y., Von Delft, S., Morgan-Thomas, A., & Buck, T. (2020). The evolution of platform business models: Exploring competitive battles in the world of platforms. *Long Range Planning*, 53(4), 101892.
- Zheng, M., & Wu, K. (2017). Smart spare parts management systems in semiconductor manufacturing. *Industrial Management & Data Systems*.
- Zhou, C., & Song, W. (2021). Digitalization as a way forward: A bibliometric analysis of 20 years of servitization research. *Journal of Cleaner Production*, 300, 126943.
- Zott, C., Amit, R., & Massa, L. (2011). The business model: Recent developments and future research. *Journal of Management*, 37(4), 1019–1042. <https://doi.org/10.1177/0149206311406265>.

Apêndices

A seguir a lista dos **estudos** de caso analisados na segunda parte do **estudo** a fim de identificar fatores influenciadores dos MN na era da digitalização e da I4.0.

Tabela 10 – Lista de **Estudos** de Casos selecionados para identificar os fatores

Autor	Título	Ano	Jornal
Patrucco A., Moretto A., Trabucchi D., Golini R.	How Do Industry 4.0 Technologies Boost Collaborations in Buyer-Supplier Relationships?	2022	Research Technology Management
Veile J.W., Schmidt M.-C., Voigt K.-I.	Toward a new era of cooperation: How industrial digital platforms transform business models in Industry 4.0	2022	Journal of Business Research
Dolgui A., Ivanov D.	5G in digital supply chain and operations management: fostering flexibility, end-to-end connectivity and real-time visibility through internet-of-everything	2022	International Journal of Production Research
Cucculelli M., Dileo I., Pini M.	Filling the void of family leadership: institutional support to business model changes in the Italian Industry 4.0 experience	2022	Journal of Technology Transfer
Menchini F., Russo P.T., Slavov T.N.B., Souza R.P.	Strategic capabilities for business model digitalization	2022	Revista de Gestao
Palmié M., Miehé L., Oghazi P., Parida V., Wincent J.	The evolution of the digital service ecosystem and digital business model innovation in retail: The emergence of meta-ecosystems and the value of physical interactions	2022	Technological Forecasting and Social Change
Mariani M.M., Nambisan S.	Innovation Analytics and Digital Innovation Experimentation: The Rise of Research-driven Online Review Platforms	2021	Technological Forecasting and Social Change
Rubio F., Llopis-Albert C., Valero F.	Multi-objective optimization of costs and energy efficiency associated with autonomous industrial processes for sustainable growth	2021	Technological Forecasting and Social Change
Tian J., Coreynen W., Matthyssens P., Shen L.	Platform-based servitization and business model adaptation by established manufacturers	2021	Technovation
Sjödin D., Parida V., Palmié M., Wincent J.	How AI capabilities enable business model innovation: Scaling AI through co-evolutionary processes and feedback loops	2021	Journal of Business Research
Burström T., Parida V., Lahti T., Wincent J.	AI-enabled business-model innovation and transformation in industrial ecosystems: A framework, model and outline for further research	2021	Journal of Business Research
Khan S.A.R., Razzaq A., Yu Z., Miller S.	Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability	2021	Business Strategy and the Environment
Apostolov M., Coco N.	Digitalization-Based Innovation-A Case Study Framework	2021	International Journal of Innovation and Technology Management
Müller J.M., Buliga O., Voigt K.-I.	The role of absorptive capacity and innovation strategy in the design of industry 4.0 business Models - A comparison between SMEs and large enterprises	2021	European Management Journal
Paiola M., Schiavone F., Khvatova T., Grandinetti R.	Prior knowledge, industry 4.0 and digital servitization. An inductive framework	2021	Technological Forecasting and Social Change
Zeng F., Chan H.K., Pawar K.	The effects of inter- and intraorganizational factors on the adoption of electronic booking systems in the maritime supply chain	2021	International Journal of Production Economics

Autor	Título	Ano	Jornal
Miklaszewska E., Kil K., Idzik M.	How the covid-19 pandemic affects bank risks and returns: Evidence from eu members in central, eastern, and northern europe	2021	Risks
Simonsson J., Agarwal G.	Perception of value delivered in digital servitization	2021	Industrial Marketing Management
Niemand T., Rigtering J.P.C., Kallmünzer A., Kraus S., Maalaoui A.	Digitalization in the financial industry: A contingency approach of entrepreneurial orientation and strategic vision on digitalization	2021	European Management Journal
Polinkevych O., Glonti V., Baranova V., Levchenko V., Yermoshenko A.	Change of business models of Ukrainian insurance companies in the conditions of COVID-19	2021	Insurance Markets and Companies
Hannibal M.	The influence of additive manufacturing on early internationalization: considerations into potential avenues of IE research	2020	Journal of International Entrepreneurship
Weking J., Stöcker M., Kowalkiewicz M., Böhm M., Kremer H.	Leveraging industry 4.0 – A business model pattern framework	2020	International Journal of Production Economics
Dalmarco G., Ramalho F.R., Barros A.C., Soares A.L.	Providing industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster	2019	Journal of High Technology Management Research
Hofbauer G., Sangl A.	<i>Blockchain</i> technology and application possibilities in the digital transformation of transaction processes	2019	Forum Scientiae Oeconomia
Melander L., Pazirandeh A.	Collaboration beyond the supply network for green innovation: insight from 11 cases	2019	Supply Chain Management
Srivastava S., Bhadauria A., Dhaneshwar S., Gupta S.	Traceability and transparency in supply chain management system of pharmaceutical goods through block chain	2019	International Journal of Scientific and Technology Research
Santos G., Murmura F., Bravi L.	Fabrication laboratories: The development of new business models with new digital technologies	2018	Journal of Manufacturing Technology Management
Bouwman H., Nikou S., Molina-Castillo F.J., de Reuver M.	The impact of digitalization on business models	2018	Digital Policy, Regulation and Governance