



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

CAPACIDADES DINÂMICAS COMO ALTERNATIVA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA INOVAÇÃO NO ÂMBITO DA INDÚSTRIA 4.0.

SÉFORA MARIA NUNES SOARES

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)

MONALISA TATIANE DE MEDEIROS FREITAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)

CLÁUDIA FABIANA GOHR

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)

Agradecimento à orgão de fomento:

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (UFPB) e ao Grupo de Pesquisa em Gestão Estratégia e Sistemas de Produção.

CAPACIDADES DINÂMICAS COMO ALTERNATIVA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0

1. INTRODUÇÃO

No atual contexto social e econômico, estar presente no mercado tornou-se sinônimo de ser digital. As organizações resilientes que buscam competitividade, precisam enfrentar esse contexto de digitalização (Tortora et al., 2021). Esse processo tornou-se um fenômeno desafiador que modifica severamente a forma como as empresas fazem negócios, bem como, desenvolvem, fabricam seus produtos (Frank et al., 2019) e gerenciam suas relações com as partes interessadas. Tal fenômeno também recebe a nomenclatura de Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 (I4.0) por ser caracterizado pela integração tecnológica entre a manufatura industrial e a logística de processos, fomentando novos modelos de negócios que impactam na empresa, na sociedade e no meio ambiente (Tortora et al., 2021).

O processo de digitalização e servitização das empresas pode ser considerado o marco característico da I4.0 (Coreynen et al., 2020). Nesse novo conceito estão inseridas novas práticas e tecnologias avançadas que interligam toda a cadeia produtiva exigindo das empresas um nível maior de agilidade, resiliência, capacidades gerenciais e flexibilidade de estrutura para poder dar respostas rápidas a esses desafios (Felsberger et al., 2022). Compreender o impacto da I4.0 no contexto empresarial, suas contribuições e desafios, se faz necessário nas pesquisas a fim de colaborar para uma melhor definição da temática e de como as áreas industriais podem se beneficiar com a transformação digital (Felsberger et al., 2022).

Para atender as expectativas da I4.0 e manterem-se no mercado, as organizações precisam melhorar seu desempenho, repensando suas atividades empreendedoras e redefinindo suas capacidades. Para aprimorar esses elementos, tem-se a possibilidade de explorar as capacidades dinâmicas (CD) das empresas, entendidas como as capacidades das organizações de buscar, explorar, adquirir, assimilar e aplicar seus conhecimentos sobre os recursos e as oportunidades (Teece, Pisano & Shuen, 1997). A utilização desses recursos permite que as empresas criem, implantem e protejam ativos intangíveis que suportem um desempenho superior e duradouro, fomentando a competitividade (Teece, 2007).

Algumas pesquisas que abordam a I4.0 têm demonstrado a importância das CD para a implementação de sucesso dos princípios e práticas desse modelo de negócios. No entanto, de acordo com Matarazzo et al. (2021), são escassos os estudos que examinam como as organizações constroem CD para a transformação digital, especialmente em contextos mais específicos. Além disso, o estudo de CD úteis para gerenciar a transformação digital tem recebido pouca atenção das pesquisas acadêmicas (Matarazzo et al., 2021).

Dessa forma, considerando os *gaps* ora apresentados, a importância da tecnologia da informação e da transformação digital no desenvolvimento das organizações no cenário atual, este trabalho procurará responder ao seguinte questionamento: quais tecnologias da I4.0 podem ser implementadas a partir de CD? Dessa forma, este artigo tem como principal objetivo realizar uma análise da literatura sobre I4.0 e CD a partir de uma revisão sistemática da literatura. Dessa forma, pretende-se (i) apresentar uma visão geral das pesquisas sobre o tema por meio de uma análise descritiva, quantitativa e de redes; (ii) identificar tecnologias da I4.0 cuja implementação é facilitada em função das CD por meio de uma análise temática. Ao final, com base nas tendências e lacunas da literatura, é apresentada uma agenda de pesquisa futura. Convém ressaltar que a abordagem das CD é uma lente poderosa para investigar como a digitalização proporciona uma mudança estratégica para as organizações e constitui uma importante fonte de inovação (Tortora et al., 2021).

Uma revisão sistemática da literatura (RSL) consiste em mapear e organizar o que existe de relevante em uma área de conhecimento, buscando fornecer um panorama das pesquisas atuais e *insights* para novas contribuições (Tranfield, Denyer & Smart, 2003). Para a realização

da RSL, foram realizadas leituras iniciais que evidenciaram ainda mais essa percepção que o ambiente da I4.0 traz para o setor manufatureiro e de serviços em um novo contexto de servitização em que o cliente é o centro das operações (Oztemel & Gursev, 2020). Nesse contexto, destaca-se a necessidade de as empresas criarem fortes CD para sentir, apreender e transformar, e, juntamente com uma estratégia sólida, serem competitivas digitalmente (Teece, 2014). Observa-se que para uma empresa se manter competitiva, ela necessita ter a capacidade de transformar constantemente sua base mais ampla de recursos para executar suas estratégias digitais de forma eficiente e colaborativa (Sousa-Zomer, Neely & Martinez, 2020).

O desenvolvimento deste trabalho é relevante uma vez que Matarazzo et al. (2021) afirmam que é preciso mais pesquisas para realizar uma reflexão da temática que proporcione novos conhecimentos para o contexto das empresas, dando suporte à estratégia. O trabalho também contribui para a teoria das CD no contexto da I4.0 ao apresentar os recentes resultados das pesquisas através das evidências encontradas na RSL. No âmbito prático, a pesquisa se justifica por apresentar novos caminhos para as organizações obterem vantagem competitiva diante da necessidade do mercado de explorar os aspectos da inovação estratégica associada à transformação digital que requerem uma modificação na base das organizações (Agarwal & Helfat, 2009). Almejando essas possíveis contribuições, o artigo busca ampliar a discussão sobre a transformação digital, que constitui um tema relevante e bastante recente de interesse tanto de estudiosos quanto de profissionais do mercado (Kumar, Ramachandran & Kumar, 2021), fomentando a compreensão dos fundamentos das CDs.

Com o intuito de atender ao objetivo da pesquisa, o presente artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: Após esta introdução, a segunda seção descreve os procedimentos metodológicos adotados para a realização da RSL. Na terceira seção os resultados são apresentados, seguido da discussão e conclusão, momento em que se apresenta uma agenda de pesquisa futura, tomando como base os *gaps* identificados na análise dos artigos, assim como as contribuições e as limitações da pesquisa.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o alcance do objetivo do artigo que consiste em analisar as relações e os possíveis benefícios provenientes das CDs para implementação da I4.0, evidenciando como possivelmente essas tecnologias afetam a inovação digital, o método científico de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi adotado. Tal método tem por objetivo mapear e avaliar o estado do conhecimento em que se pretende pesquisar de modo que sejam apresentados os resultados das pesquisas atuais e novas contribuições (Tranfield, Denyer & Smart, 2003). Tranfield, Denyer & Smart (2003) propõem os seguintes estágios para esse método: planejamento da revisão, condução da revisão e geração de relatórios apresentando os resultados da pesquisa (Figura 1). A seguir, maiores detalhes sobre cada um desses estágios.

Estágio	Etapa	Descrição
I - Planejamento da Revisão	01 – Definição da Pesquisa	Identificar a importância da pesquisa de forma ainda que superficial para justificar a execução das etapas posteriores, como também, a definição das questões de pesquisa (apresentada na introdução).
II - Condução da revisão	02 – Definição da amostra	Realizar testes de palavras-chave (<i>strings</i>), filtros de área de pesquisa, modalidade da pesquisa (<i>article, review e/ou early access</i>) de acordo com a disponibilidade de cada base utilizada.
		Definir a amostra da base de artigos de acordo com os filtros da etapa que melhor abrange a temática.

Estágio	Etapa	Descrição
	03 – Refinamento da amostra	Realizar seleção de forma qualitativa e subjetiva dos artigos encontrados através de leitura preliminar de título e resumo, e posteriormente do conteúdo do artigo para obtenção da amostra final.
	04 – Codificação da amostra	Realizar extração de dados por meio de uma planilha em Excel: autores, ano de publicação, <i>journal</i> de publicação, país e setor de aplicação da pesquisa; Realizar extração dos objetivos, método, <i>gaps</i> /oportunidades de pesquisa, limitações com o auxílio do <i>software</i> ATLAS.ti (Versão 22) e codificar as tecnologias da I4.0 facilitadas pelas CD.
III - Reportando e disseminando	05 – Análise de redes, descritiva e temática	Elaborar redes e analisá-las ; Realizar análise descritiva e quantitativa: elaboração de gráficos a partir das informações extraídas da planilha em Excel. Realizar análise temática e qualitativa: das tecnologias da I4.0 que são facilitadas pelas CD.
	06 – Reportando os resultados	Apresentação dos resultados no formato de um artigo científico.

Figura 1. Estágios e Etapas para realização da RSL

Fonte: Elaboração das autoras (2022)

2.1 Estágio 1 – Planejamento da Revisão

Para a execução da pesquisa se faz necessário um planejamento das etapas metodológicas a serem seguidas devendo ser iniciada com uma pesquisa prévia acerca do assunto. Neste primeiro momento, realizou-se uma análise exploratória sobre a temática a ser estudada de modo a colaborar para a definição das etapas seguintes, como também, detectar a relevância e aderência do tema (Tranfield, Denyer & Smart, 2003), conforme se verifica a seguir.

2.1.1 Etapa 01 – Definição da Pesquisa

Para a execução do primeiro estágio da RSL foi realizada a Etapa 01 com a leitura preliminar acerca das práticas e tecnologias associadas à I4.0, compreendendo a sua importância atual no contexto econômico e industrial. Do mesmo modo, buscou-se entender a teoria das CD e sua colaboração para a vantagem competitiva das corporações. Foi possível relacionar tais temáticas visto que na medida em que as empresas começam a utilizar a Internet das Coisas para conectar seus ativos de manufatura, o *Big Data* para monitorar as fábricas e a Inteligência Artificial para apoiar os processos de decisão, entende-se que a digitalização está modificando o cenário da manufatura (Felsberger et al., 2022). Em complemento a isso, observou-se que os novos modelos de negócios no contexto da I4.0 necessitam de apoio dentro do escopo das estratégias empresariais como a teoria das CD para adquirirem vantagem competitiva.

Dessa forma, essa análise exploratória preliminar da literatura permitiu chegar à seguinte questão de pesquisa: “quais tecnologias da I.4.0 podem ser implementadas a partir de CD??” A análise exploratória também auxiliou na definição dos *strings* de pesquisa bem como a seleção da base de dados para a execução da pesquisa, conforme se verifica a seguir.

2.2 Estágio 2 - Condução da Revisão

Neste estágio, três etapas foram conduzidas (Figura 1): definição da amostra; refinamento da amostra; e, codificação da amostra.

2.2.1 Etapa 2 - Definição da amostra

A base de dados utilizada para a pesquisa foi a *Web of Science*, considerando a sua relevância para o meio acadêmico e por possuir abrangência mundial e ferramentas de análise da amostra de pesquisa (Wang & Waltman, 2016). Após a realização de testes de aderência relacionando *strings* acerca da temática da I4.0 e CD (Figura 2), foi realizada a busca na base de dados, sendo encontrados 91 artigos.

Tema de pesquisa	Strings
I 4.0	"Industry 4.0" or "4th Industrial Revolution" or "I 4.0" or "I4.0" or "Fourth industrial revolution"
CD	Dynamic capabilit*

Figura 2. *Strings* de pesquisa

Fonte: Elaboração das autoras (2022)

2.2.2 – Etapa 03: Refinamento da amostra

Para o refinamento da amostra, foram utilizados critérios de inclusão (Figura 3). Em um primeiro momento, foram selecionados apenas artigos, *reviews*, *articles* e *early access*, totalizando 82 artigos. Inicialmente, os 82 artigos foram utilizados para a realização de uma análise de redes de palavras-chave por meio do *software* VosViewer (Figura 4). A Figura 4 mostrou a existência de diversos *clusters* e um completo alinhamento dos artigos encontrados com o tema em investigação, não sendo necessária modificação dos *strings* de busca. Em seguida, os 82 artigos passaram por outros filtros, como a leitura dos títulos e resumos, resultando em 38 artigos. Posteriormente, iniciou-se o processo de *download*/acesso para leitura, obtendo êxito em 30 artigos que foram devidamente acessados e lidos na íntegra. Dessa leitura, permaneceram os 30 artigos sendo esta considerada a amostra final. Os critérios de inclusão e exclusão adotados estão presentes na Figura 3.

Crítérios	Inclusão	Exclusão	Incluídos	Excluídos
Base de dados	<i>ISI Web of Science</i>	Demais bases	Não se aplica	
Termos de busca	Presentes na Figura 2	-	91	Não se aplica
Tipo de documento	<i>Article or Review or Early access</i>	Outros tipos de documentos	82	9
Análise dos títulos e resumo e palavras-chave	- CD: artigos que tenham como escopo as CD necessárias para a implementação da I4.0; - I4.0: artigos que abordem as práticas e tecnologias da I4.0.	- CD: artigos que abordem capacidades operacionais e/ou técnicas, competências e perfis profissionais que não tenham relação com CD. - I4.0: artigos que abordem temáticas específicas de tecnologia e sua implantação.	38	44
<i>Download</i>	Disponível para <i>download</i>	Não disponível para <i>download</i> .	30	8

Leitura do documento completo	Mesmos critérios adotados para títulos, resumos e palavras-chave	30	-
-------------------------------	--	----	---

Figura 3. Critérios de inclusão e exclusão dos artigos *Science*

Fonte: Elaboração das autoras (2022)

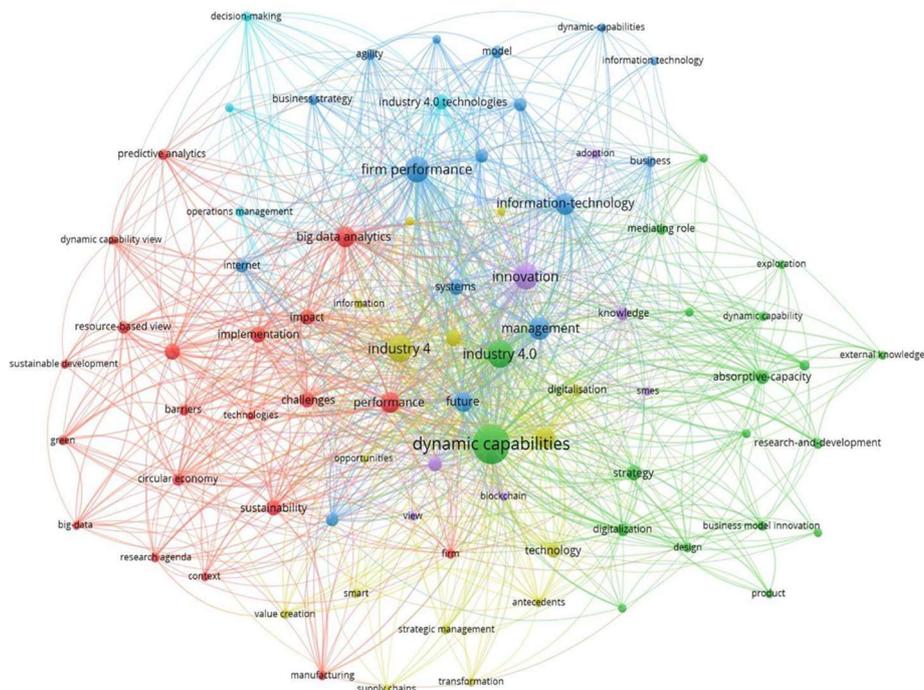


Figura 4. Rede de palavras-chave da amostra inicial.

Fonte: Vosviewer (2020).

2.2.3 Etapa 4 – Codificação da amostra

Nesta etapa, foi elaborada uma planilha no MS Excel para extração de dados principais tais como: autores, ano de publicação, *journal* de publicação, país e setor de aplicação da pesquisa. Utilizando o *software* Atlas.ti (versão 22) foram identificadas tecnologias da I4.0 que podem ser implementadas sob a ótica das CDs.

2.3 Estágio 3 - Reportando e Disseminando

Esse estágio é composto pela análise e disseminação dos resultados, conforme descrito a seguir.

2.3.1 Etapa 5 - Análise de redes, descritiva e temática

Inicialmente os 30 artigos foram analisados a partir da técnica *Citation Network Analysis* (CNA) em que se identifica os *clusters* que colaboram para a compreensão do conhecimento em estudo (Marion et. al., 2003). Utilizando o *software* Mendeley foi extraído um arquivo no formato RIS a fim de realizar esta análise. Foi utilizado o *software* VosViewer versão 1.6.16 sendo criadas redes de palavras-chave, conforme apresentado na seção 3.1.

Com a análise das redes formadas pelos artigos da amostra final foi utilizada a técnica de análise de conteúdo através da leitura vertical dos artigos. Para Bardin (1977), essa técnica é aplicada em RSLs de modo a colaborar com a identificação de estruturas, mensagens e elementos que estão inseridos nos trabalhos da amostra final. Tal fato auxilia na construção de um conhecimento mais sólido e embasado. Elo e Kygäs (2008), definem a técnica de análise de conteúdo como um método de pesquisa que contribui para a criação de um mapa conceitual através do conhecimento legítimo presente nas pesquisas estudadas. Para esta pesquisa foram

seguidas as etapas propostas por Elo e Kyngäs (2008): codificação aberta, planilhas de codificação, agrupamento, categorização e abstração. Abaixo segue as definições de cada etapa:

a. Codificação aberta: no processo de leitura dos artigos foram feitas algumas anotações que estavam relacionadas as potenciais categorias que seriam criadas posteriormente.

b. Planilhas de codificação: Foram feitas planilhas de codificação para a extração de dados, utilizando para isso o MS Excel, conforme descrito na seção 2.2.3. De posse dessas informações foram utilizadas técnicas de análise bibliométrica para a avaliação descritiva e quantitativa dos artigos. Segundo Elo e Kyngäs (2008) a análise quantitativa é uma forma de análise de conteúdo que se utiliza de dados estatísticos para apresentar padrões existentes. Nesta fase foram elaborados gráficos e tabelas que auxiliassem nesta visão geral das pesquisas sobre a temática e cujos resultados estão apresentados na seção 3.1. As outras informações passaram por um agrupamento conforme a etapa C, a seguir.

c. Agrupamento: as informações coletadas nos artigos e categorizadas no MS Excel e no ATLAS.ti foram compiladas e apresentadas no item 3.2. Desse modo, as categorias se basearam nas tecnologias da I4.0 que estão associadas às CD.

d. Categorização e abstração: nesta etapa as categorias identificadas (Figura 5) foram analisadas de forma qualitativa e interpretadas para que se pudesse abstrair e concluir quais as relações entre as tecnologias da I4.0 e as CD a fim de compreender as contribuições existentes neste contexto. Esses resultados estão apresentados na seção 3.2 do artigo. Ao final desta etapa foi possível desenvolver uma discussão e uma proposta de agenda de pesquisa a partir dos *gaps* identificados que estão apresentados na Seção 4 do artigo.

Categorias	Códigos relacionados	Crítérios
1 - CD	1.1 Detecção 1.2 Apreensão/Aproveitamento 1.3 Transformação	Foram aplicadas essas categorias e códigos a todos os trechos considerados relevantes que remetiam às CD
2 - Tecnologias - I4.0	2.1 <i>Big Data</i> 2.2 <i>Blockchain</i> 2.3 Manufatura Inteligente 2.4 Sistema Ciber-Físico (CPS) 2.5 Computação na Nuvem 2.6 Realidades aumentada e Virtual 2.7 Simulação 2.8 Internet das Coisas 2.9 Sensores	Receberam essa codificação todos os trechos considerados relevantes que abordam tecnologias e I4.0, assim como foram desmembrados em códigos específicos as tecnologias citadas com mais frequência.

Figura 5. Critérios para categorização e codificação

Fonte: Elaboração das autoras (2022).

Para Tranfield, Denyer e Smart (2003) a última etapa de uma RSL deve ser a compilação de informações e a geração de um relatório de resultados. Sendo assim, após a realização das etapas 01 a 04 foi possível compreender as contribuições da teoria das CD para este novo paradigma da Indústria que é a I4.0. Tais resultados estão apresentados nas seções seguintes.

2.3.2 – Etapa 06 - Reportando os resultados

Por fim, na última etapa realizada foi a discussão acerca dos resultados obtidos, bem como, a apresentação das conclusões, limitações e oportunidades de pesquisa relacionadas com a temática da I4.0 e das CD. Tais informações estão apresentadas nas seções 3 e 4.

3. RESULTADOS

Para o alcance do objetivo deste artigo de apresentar uma análise teórica acerca das temáticas com intuito de identificar as principais relações e os possíveis benefícios provenientes das CD para a implementação das tecnologias da I4.0, evidenciando como possivelmente essas tecnologias afetam a inovação digital, realizou-se uma análise quantitativa e descritiva dos artigos da amostra final de forma que seja possível compreender como as pesquisas neste assunto estão caracterizadas.

3.1 Visão geral da pesquisa

Na Figura 6 encontra-se a quantidade de artigos da amostra final por ano de publicação. Quando realizada a busca no site *WOS* não foi limitado o período de publicação, no entanto, percebe-se que a correlação das temáticas I4.0 e CD tem pesquisas com até cinco anos de publicação. Tal fato pode estar associado ao fato de que o conceito de I4.0 ainda está em período de consolidação (Oztemel & Gursev, 2020), visto que foi apresentado ao mundo em 2011 na Feira de Hannover (Ghobakhloo et al., 2021). A amostra parcial do ano de 2022 inclui os artigos até o mês de abril quando foi realizada a pesquisa. Dessa forma, percebe-se que as pesquisas que associam a I4.0 e a Teoria das CD têm uma tendência de crescimento demonstrando a sua importância no meio científico.

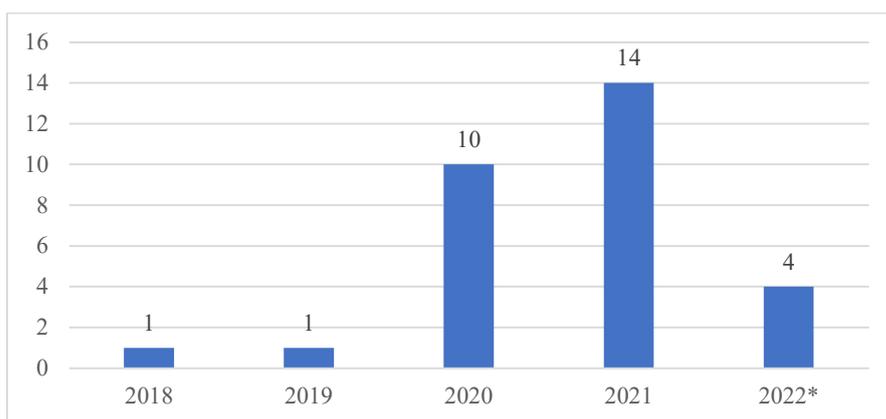


Figura 6. Quantidade de artigos por ano. *Amostra até abril de 2022.

Fonte: Elaboração das autoras (2022)

Na análise dos artigos também foi possível identificar os métodos científicos mais adotados (Figura 7). Sendo assim, o *survey* foi o método mais aplicado da amostra final. Nas pesquisas que se utilizam deste método pode se detectar o uso tanto de questionários aplicados em uma amostra representativa de respondentes (Benzidia, Makaoui & Subramanian, 2021; Dubey et al., 2020; Eslami et al., 2021; Jayashree et al., 2021; Khristianto et al., 2021; Owoseni & Twinomurizi, 2020; Ramadan et al., 2020; Tortora et al., 2021; Wamba & Queiroz, 2022; Bhattacharya e Momaya, 2021) quanto análises estatísticas realizadas em banco de dados (Andrade & Gonçalves, 2021; Coreynen et al., 2020; Sousa-Zomer, Neely & Martinez, 2020).

A pesquisa com especialistas foi o segundo método mais adotado. Nesse caso, foi utilizada a experiência tanto de pesquisadores como de profissionais envolvidos com inovação e tecnologias da I4.0 para validação dos resultados propostos. A exemplo disto pode ser citada a pesquisa desenvolvida por Lin, Sheng e Jeng Wang (2020) que buscaram examinar a associação entre CD e o impacto da transformação digital para as empresas rumo à manufatura inteligente de tal forma que propuseram um *framework* para a avaliação da infraestrutura digital para o desenvolvimento de tecnologias de ponta que foi analisado por especialistas. Outra pesquisa que se utilizou de tal método foi a de Labory e Bianchi (2021) que propuseram o desenvolvimento de CD para se adaptarem com sucesso às disrupções da I4.0.

No método de estudo de caso os autores buscaram se aprofundar em situações reais das empresas a fim de detectar a correlação entre CD e a I4.0, suas contribuições e desafios para a implementação da digitalização e inovação. Felsberg et al. (2022) em seu estudo buscaram detectar o impacto da implementação da I4.0 na transformação digital nas dimensões da sustentabilidade das indústrias transformadoras europeias. Chirumalla (2021) utilizou a teoria das CD para entender como as empresas de seu escopo de estudo desenvolvem-se em prol da inovação e da formação de competências para implementação da digitalização. As RSLs também se fizeram presentes nas pesquisas e possuem sua estrutura metodológica bem elaborada, pautada na análise de artigos de uma determinada amostra obtida em base de dados com o objetivo de apresentar o cenário do tema proposto no objetivo. Um exemplo a ser citado é a pesquisa de Agostini e Nosella (2021) que realizaram uma RSL abordando a I4.0 e modelos de maturidade trazendo como escopo as CD a fim de detectar os níveis de evolução necessários para as empresas.

Por fim, destaca-se o método de Estudo de caso e Pesquisa com Especialistas desenvolvido por Chari et al (2022) em que os autores realizam um Estudo de Caso em indústrias europeias para investigação da promoção de intercâmbio de resíduos e recursos entre as indústrias associando a criação de CD dentro do contexto da I4.0, tendo por fim a validação das proposições através de pesquisas com especialistas. É possível citar também a pesquisa de Estudo de caso e *survey* de Garbellano e Da Veiga (2019) que se utilizaram de entrevistas, análise de dados e observações para detectar como as principais pequenas e médias empresas italianas realizaram a transferência de tecnologia para o patamar da I4.0.

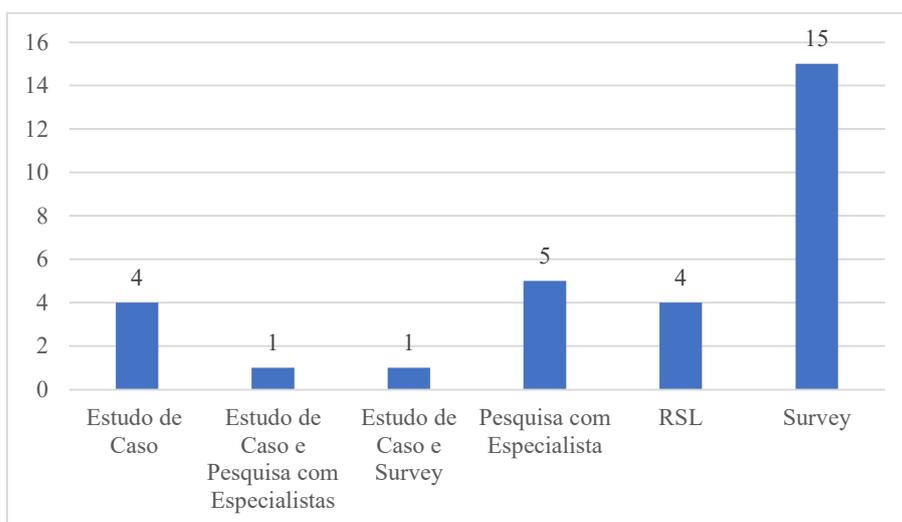


Figura 7. Métodos de Pesquisa

Fonte: Elaboração das autoras (2022)

Na Figura 8 encontra-se a distribuição dos países em que as pesquisas foram aplicadas podendo ser evidenciado que a maior parte se concentra no âmbito global (Kumar, Ramachandran & Kumar, 2021; Lin, Sheng & Jeng Wang, 2020; Ramadan et al., 2020; Sousa-Zomer, Neely & Martinez, 2020), ou seja, a coleta de dados foi realizada em vários países não ficando evidenciado no texto quais países seriam. É possível detectar também a presença de três pesquisas tanto na Itália quanto na África do Sul. Apesar de constar na Figura 8 diversos países europeus como locais de realização das pesquisas, a Europa foi classificada desta forma pois os autores não especificaram em quais países da Europa realmente se localizavam o objeto de estudo. Considerando o tema desta RSL, I4.0 e CD, as pesquisas que não se utilizaram de *survey* baseado em dados, tiveram seu foco em indústrias dos países citados na Figura 8 ou com os dirigentes/especialistas do setor. A Alemanha, apesar de ser o local de divulgação do

tecnologias inovadoras para tanto. Em busca de vantagem competitiva neste cenário, as empresas buscam ampliar suas capacidades e, dentro deste contexto de inovação, torná-las dinâmicas, ou seja, adaptáveis (Chari et al., 2022).

O aspecto “dinâmico” de tais capacidades apresentado pelos artigos está relacionado ao ambiente em mudança causado por diversas condições de mercado e da velocidade da inovação (Chari et al., 2022). Nos artigos, as CD referem-se a uma maneira de criar, adaptar e gerenciar dinamicamente capacidades de acordo com ou em resposta a requisitos dinâmicos e estratégicos externos (Jacobs & Pretorius, 2020). As CD abordadas pelos autores dos artigos da amostra estavam relacionados aos microfundamentos propostos por Teece (2007), quais sejam: detecção, apreensão e transformação. Assim, as CD podem ser explicadas a partir de uma perspectiva de maximização de oportunidades, ou seja, requer das empresas a capacidade de sentir, moldar e aproveitar as oportunidades (Owoseni & Twinomurinzi, 2020). Assim, a Teoria das CD irá inferir a necessidade de que uma organização seja capaz de detectar oportunidades e ameaças sendo capaz de aproveitar as oportunidades enquanto implementa medidas para lidar com os diversos problemas (Aghimien, Aigbavboa & Matabane, 2021) por meio das tecnologias da I4.0. Considerando o contexto da I4.0, na detecção de oportunidades as empresas sondam o mercado, envolvem os clientes e analisam a cadeia de valor ou o ambiente do negócio; na modelagem de oportunidades há um alinhamento entre as oportunidades detectadas (apreensão) e os objetivos do negócio; e por fim, a captura de oportunidades direciona a atividade empresarial em prol de agregar valor para as organizações a partir da I4.0 (transformação) (Owoseni & Twinomurinzi, 2020).

Na análise dos artigos foram identificadas nove tecnologias que estão associadas ao contexto da I4.0 e que são implementadas a partir de CD, sendo elas:

a. *Big Data*: Central de armazenamento de informações robusta que se utiliza de abordagens analíticas auxiliando na tomada de decisão (Ramadan et al., 2020). A agilidade pode ser considerada uma vantagem obtida com a utilização desta tecnologia (Mrugalska & Ahmed, 2021) podendo colaborar para o melhor atendimento das necessidades dos clientes (Dubey et al., 2020).

b. *Blockchain*: Utiliza de um sistema descentralizado de registro e verificação de transações pela internet (Xu, Xu & Li, 2018) de tal forma que gera confiabilidade, redução de riscos, otimização de custos, capacidade de resposta, sustentabilidade e flexibilidade para toda a cadeia de suprimentos e cadeia interna de produção (Benzidia, Makaoui & Subramanian, 2021);

c. *Manufatura Inteligente*: É um sistema de manufatura integrado e auxiliado por computador que automatiza o fluxo de atividades de forma que a gestão, o sistema de informação e a força de trabalho tornam-se altamente flexíveis para atender a demanda dos clientes e fornecedores (Mrugalska & Ahmed, 2021).

d. *CPS*: Sistema Cíber Físico que controla a interconexão do sistema de computador e o sistema físico e a rede colaborando para o aumento da agilidade que leva a alcançar uma capacidade dinâmica de enfrentar qualquer incerteza ambiental em torno das organizações (Mrugalska & Ahmed, 2021).

e. *Computação na Nuvem*: Sistema dotado de recursos avançados de armazenamento de dados e capacidade de usuário que não necessita de intervenção humana tornando os sistemas de informação mais ágeis e flexíveis integrando recursos e capacidades em prol de uma manufatura mais otimizada (Mrugalska & Ahmed, 2021).

f. *Realidades Aumentada (RA) e Virtual (RV)*: a RA é uma tecnologia que aumenta ou complementa os objetos do mundo real usando tecnologias inteligentes como o 3D, já a RV é a recriação simulada da realidade (Mrugalska & Ahmed, 2021). Tais tecnologias são capazes de tornar as empresas mais ágeis e enxutas (Mrugalska & Ahmed, 2021).

g. *Simulação*: Tem o objetivo de oferecer *insights* sobre fatores de modelagem, como a utilização de recursos, comprimento de filas, análise de sensibilidade e cenários hipotéticos

(Bhattacharya & Momaya, 2021).

h. Internet das Coisas: Permite que as empresas se conectem com produtos (Coreynen et al., 2020) de forma que os objetos possam coletar e trocar dados em tempo real (Bhattacharya & Momaya, 2021).

i. Sensores: Dispositivo projetado para detectar mudanças e eventos em seu ambiente comunicando os resultados para um sistema central (Mrugalska & Ahmed, 2021)

Os autores ressaltaram que as tecnologias da I4.0 fazem a diferença dentro do contexto de mercados dinâmicos, pois colaboram para processos eficientes de análise de informações e implementação de decisões de modo a acelerar a criação de novos conhecimentos (Eslami et al., 2021). Sendo assim, as tecnologias da I4.0 contribuem para que as empresas gerem capacidades exclusivas e sua eficácia depende dos seus atributos internos (Chari et al., 2022), ao passo que essas capacidades atuam como um facilitador no contexto de implementação de tais tecnologias.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Este artigo tinha como questão de pesquisa compreender “quais tecnologias da I4.0 podem ser implementadas a partir de CD?”. Como resposta tem-se que as tecnologias abordadas pelos autores da amostra que tem sua implementação facilitada em função de capacidades dinâmicas são: *Big Data*, *Blockchain*, Manufatura Inteligente, CPS, Computação na Nuvem, Realidade Aumentada (RA) e Virtual (RV), Simulação, Internet das Coisas e Sensores. Dessa forma, verificou-se que as CD permitem que as organizações estejam preparadas para esse modelo dinâmico e flexível proveniente da I4.0, fazendo com que as empresas estejam aptas para a inovação digital. Pode-se observar que as organizações que estão preparadas para detectar, aproveitar e transformar oportunidades em estratégias que permitem a implementação das tecnologias da I4.0 estarão prontas para enfrentar a dinâmica do mercado.

Considerando a análise realizada, pode-se identificar algumas tendências bem como oportunidades de novas pesquisas. Por exemplo, o *survey* é o método científico mais adotado (Figura 7). Isso abre espaço para novas pesquisas explorarem mais profundamente a temática por meio de estudos de caso único ou múltiplos. Considerando os estudos de caso múltiplos, novas pesquisas podem ser desenvolvidas em países que fazem parte dos BRICS, de forma a realizar uma análise comparativa entre esses países, ou ainda, uma análise entre países em desenvolvimento e países desenvolvidos, uma vez que maior parte das pesquisas foram desenvolvidas em países desenvolvidos (ver Figura 8). Verificou-se também que as capacidades dinâmicas que facilitam a adoção das tecnologias da I4.0 estão associadas aos microfundamentos. Dessa forma, futuras pesquisas podem estudar mais profundamente os tipos de capacidades dinâmicas que mais facilitam nesse processo, como por exemplo a capacidade de absorção, capacidade tecnológica, de gestão do conhecimento, de colaboração, etc. Ainda, futuros estudos podem investigar tecnologias mais específicas, principalmente quando relacionadas ao contexto das CD, com o intuito de evidenciar de forma mais direta e incisiva a associação e os benefícios decorrentes desses contextos.

Convém destacar as contribuições da pesquisa. Primeiro, em termos teóricos, o trabalho analisou de forma sistemática o conhecimento existente acerca da temática I4.0 e CD, evidenciando como elas podem ser pertinentes e contributivas para o processo de transformação digital das organizações. O trabalho também forneceu um panorama geral do campo de pesquisa nos últimos anos, assim como evidenciou informações valiosas para o desenvolvimento de estudos futuros. De forma prática, a pesquisa em questão pode ser utilizada por acadêmicos e pesquisadores, assim como por organizações em busca de conhecimentos mais específicos em relação ao contexto da I4.0 para elaboração de estratégias competitivas, considerando a importância das capacidades dinâmicas nesse contexto.

O artigo também apresenta algumas limitações. Por exemplo, a utilização de apenas uma base de dados para selecionar os artigos analisados (WoS). Dessa forma, futuras pesquisas podem incluir outras bases para ampliar o quantitativo de artigos da amostra. Segundo, o trabalho utilizou *strings* específicos relacionados à I4.0 e CD. Dessa forma, futuras pesquisas podem ampliar os *strings*, incluindo, por exemplo o impacto na vantagem competitiva nesse contexto. Os microfundamentos identificados também não foram explorados na prática, assim, futuras pesquisas podem verificar, por meio de estudos de caso, como eles influenciam na implementação da I4.0 nas organizações.

REFERÊNCIAS

- Agarwal, R., & Helfat, C. E. (2009). Strategic renewal of organizations. *Organization science*, 20(2), 281-293.
- Aghimien, D., Aigbavboa, C., & Matabane, K. (2021). Dynamic capabilities for construction organizations in the fourth industrial revolution era. *International Journal of Construction Management*, 1-10.
- Agostini, L., & Nosella, A. (2021). Industry 4.0 and business models: a bibliometric literature review. *Business Process Management Journal*.
- Andrade, C. R. D. O., & Gonçalo, C. R. (2021). Digital transformation by enabling strategic capabilities in the context of “BRICS”. *Revista de Gestão*.
- Bhattacharya, S., & Momaya, K. S. (2021). Actionable strategy framework for digital transformation in AECO industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(5), 1397-1422.
- Bardin, L. (1977). Análise de conteúdo. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. *Lisboa: Edições*, 70, 229.
- Benzidia, S., Makaoui, N., & Subramanian, N. (2021). Impact of ambidexterity of blockchain technology and social factors on new product development: A supply chain and Industry 4.0 perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 169, 120819.
- Chari, A., Niedenzu, D., Despeisse, M., Machado, C. G., Azevedo, J. D., Boavida-Dias, R., & Johansson, B. (2022). Dynamic capabilities for circular manufacturing supply chains— Exploring the role of Industry 4.0 and resilience. *Business Strategy and the Environment*.
- Chirumalla, K. (2021). Building digitally-enabled process innovation in the process industries: A dynamic capabilities approach. *Technovation*, 105, 102256.
- Cividino, S., Egidi, G., Zambon, I., & Colantoni, A. (2019). Evaluating the degree of uncertainty of research activities in Industry 4.0. *Future Internet*, 11(9), 196.
- Coreynen, W., Matthyssens, P., Vanderstraeten, J., & van Witteloostuijn, A. (2020). Unravelling the internal and external drivers of digital servitization: A dynamic capabilities and contingency perspective on firm strategy. *Industrial Marketing Management*, 89, 265-277.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Bryde, D. J., Giannakis, M., Foropon, C., ... & Hazen, B. T. (2020). Big data analytics and artificial intelligence pathway to operational performance under the effects of entrepreneurial orientation and environmental dynamism: A study of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 226, 107599.
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*, 62(1), 107-115.
- Eslami, M. H., Jafari, H., Achtenhagen, L., Carlbäck, J., & Wong, A. (2021). Financial performance and supply chain dynamic capabilities: the Moderating Role of Industry 4.0 technologies. *International Journal of Production Research*, 1-18.
- Felsberger, A., Qaiser, F. H., Choudhary, A., & Reiner, G. (2022). The impact of Industry 4.0 on the reconciliation of dynamic capabilities: Evidence from the European manufacturing industries. *Production Planning & Control*, 33(2-3), 277-300.

- 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.
- Garbellano, S., & Da Veiga, M. D. R. (2019). Dynamic capabilities in Italian leading SMEs adopting industry 4.0. *Measuring Business Excellence*.
- Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, *302*, 127052.
- Jacobs, J., & Pretorius, M. W. (2020). The major challenges facing organisations to create technology-enabled value in the fourth industrial revolution: a dynamic capabilities perspective in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, *31*(2), 40-61.
- Jayashree, S., Reza, M. N. H., Malarvizhi, C. A. N., & Mohiuddin, M. (2021). Industry 4.0 implementation and Triple Bottom Line sustainability: An empirical study on small and medium manufacturing firms. *Heliyon*, *7*(8), e07753.
- KHRISTIANTO, W., SUHARYONO, S., PANGESTUTI, E., & MAWARDI, M. K. (2021). The effects of market sensing capability and information technology competency on innovation and competitive advantage. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, *8*(3), 1009-1019.
- Kumar, V., Ramachandran, D., & Kumar, B. (2021). Influence of new-age technologies on marketing: A research agenda. *Journal of Business Research*, *125*, 864-877.
- Labory, S., & Bianchi, P. (2021). Regional industrial policy in times of big disruption: Building dynamic capabilities in regions. *Regional Studies*, *55*(10-11), 1829-1838.
- Lin, T. C., Sheng, M. L., & Jeng Wang, K. (2020). Dynamic capabilities for smart manufacturing transformation by manufacturing enterprises. *Asian Journal of Technology Innovation*, *28*(3), 403-426.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of industrial information integration*, *6*, 1-10.
- Marion, L. S., Garfield, E., Hargens, L. L., Lievrouw, L. A., White, H. D., & Wilson, C. S. (2003). Social network analysis and citation network analysis: Complementary approaches to the study of scientific communication. Sponsored by SIG MET. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, *40*(1), 486-487.
- Matarazzo, M., Penco, L., Profumo, G., & Quaglia, R. (2021). Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, *123*, 642-656.
- Mrugalska, B., & Ahmed, J. (2021). Organizational agility in industry 4.0: A systematic literature review. *Sustainability*, *13*(15), 8272.
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *31*(1), 127-182.
- Owoseni, A., & Twinomurinzi, H. (2020). Evaluating mobile app usage by service sector micro and small enterprises in Nigeria: An abductive approach. *Information Technology for Development*, *26*(4), 762-772.
- Ramadan, M., Shuqqo, H., Qtaishat, L., Asmar, H., & Salah, B. (2020). Sustainable competitive advantage driven by big data analytics and innovation. *Applied Sciences*, *10*(19), 6784.
- Sousa-Zomer, T. T., Neely, A., & Martinez, V. (2020). Digital transforming capability and performance: a microfoundational perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, *40*(7/8), 1095-1128.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic management journal*, *28*(13), 1319-1350.

- Teece, D. J. (2014). The foundations of enterprise performance: Dynamic and ordinary capabilities in an (economic) theory of firms. *Academy of management perspectives*, 28(4), 328-352.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, 18(7), 509-533.
- Tortora, D., Chierici, R., Briamonte, M. F., & Tiscini, R. (2021). 'I digitize so I exist'. Searching for critical capabilities affecting firms' digital innovation. *Journal of Business Research*, 129, 193-204.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.
- Vasconcelos Pereira Leite, Y., Araújo de Moraes, W. F., & Santos Salazar, V. (2016). Teoria adaptativa e ATLAS. ti 7: uma parceria para o desenvolvimento de framework de empreendedorismo internacional. *Revista Gestão & Tecnologia*, 16(2).
- Wamba, S. F., & Queiroz, M. M. (2022). Industry 4.0 and the supply chain digitalisation: a blockchain diffusion perspective. *Production Planning & Control*, 33(2-3), 193-210.
- Wang, Q., & Waltman, L. (2016). Large-scale analysis of the accuracy of the journal classification systems of Web of Science and Scopus. *Journal of informetrics*, 10(2), 347-364.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.