

ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO INTEGRATIVA E SISTEMÁTICA NA BASE DE DADOS DA SCIENTIFIC PERIODICALS ELETRONIC LIBRARY – SPELL

Lucas Davoli Campeão de Oliveira ¹; Sandy dos Santos Ferreira; Gustavo Yuho Endo; Lechan Colares-Santos; Emanuel Campigotto Sandri

RESUMO: As mudanças no paradigma da produção, o desenvolvimento da internet e a sofisticação de softwares e hardwares propiciaram o início da quarta revolução industrial ou Indústria 4.0. Esta pesquisa, baseando-se na revisão da literatura existente, justifica-se no sentido de compreender de qual forma a indústria 4.0 vem sendo tratada nas pesquisas publicadas em periódicos nacionais. Desta forma, a pesquisa teve como objetivo analisar de forma integrativa e sistemática os trabalhos sobre Indústria 4.0 publicados na base de dados da Scientific Periodicals Electronic Library – SPELL no período de 2010 a 2020. A pesquisa é de caráter qualitativo, descritivo e exploratório. Foram identificados 21 artigos sobre indústria 4.0 e analisados seus respectivos conteúdos. Os principais achados foram que os autores com mais publicações de artigos sobre a Indústria 4.0 foram: João Luiz Kovaleski, Regina Negri Pagani e Vander Luiz da Silva da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Foi observada a existência de revisões da literatura sobre a temática; a indústria 4.0 sob a perspectivas do agronegócio e das pequenas e médias empresas e os principais temas abordados sobre a temática são: estudos que apresentaram a robotização, Big Data, Icloud, aspectos relacionados com habilidade e competências dos colaboradores e Internet of Things (IoT)

PALAVRAS-CHAVES: Gestão de Operações. Indústria 4.0. Revisão da Literatura.

ABSTRACT: ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION ON INDUSTRY 4.0: AN INTEGRATIVE AND SYSTEMATIC REVIEW IN THE SCIENTIFIC PERIODICALS ELETRONIC LIBRARY – SPELL DATABASE The changes in the production paradigm, the development of the internet and the sophistication of software and hardware led to the beginning of the fourth industrial revolution or Industry 4.0. This research , based on a review of the existing literature, is justified in order to understand how industry 4.0 has been treated in research published in national journals. Thus, the research aimed to analyze in an integrative and systematic way the works on Industry 4.0 published in the database of the Scientific Periodicals Electronic Library - SPELL in the period from 2010 to 2020. The research is of a qualitative, descriptive and exploratory character. 21 articles on industry 4.0 were identified and their respective contents were analyzed. The main findings were that the authors with the most publications of articles on Industry 4.0 were: João Luiz Kovaleski, Regina Negri Pagani and Vander Luiz da Silva from the Federal Technological University of Paraná - UTFPR. It was observed the existence of literature reviews on the subject; industry 4.0 from the perspective of agribusiness and small and medium-sized companies and the main topics addressed on the subject are: studies that presented robotization, Big Data, Icloud, aspects related to the skills and competences of employees and Internet of Things (IoT).

KEYWORDS: Operations Management. Industry 4.0. Literature Revision.

¹ Contato autor principal: lcampeao@gmail.com

INTRODUÇÃO

A primeira revolução Industrial ocorreu no século XVII, entre 1760 e 1840 na Inglaterra, sendo caracterizada pela alteração dos processos produtivos; antes tudo era produzido por artesãos, que eram responsáveis por todo o processo produtivo, desde a exploração da matéria-prima até a comercialização do produto final, após a revolução os artesãos passaram a trabalhar para terceiros, que controlavam todo o processo, desde a matéria prima, a produção e os lucros, substituindo os métodos artesanais por máquinas e ferramentas, com a exploração do carvão como energia. Essas mudanças causaram grandes consequências no ambiente econômico e social da época (Coelho, 2016).

Ainda, segundo Coelho (2016), com o fim da segunda guerra mundial em 1945, com evoluções na área da indústria química, elétrica e do aço, houve o surgimento da linha de produção, permitindo assim a produção em massa, a divisão do trabalho e o desenvolvimento dos Sistemas Taylorista e Fordista. Surgiram também os primeiros barcos de aço, com potentes motores a vapor, proporcionando o transporte de mercadorias. Para o autor, a inovação e a invenção foram essenciais na segunda revolução industrial. A terceira revolução industrial, por sua vez, teve seu início na década de 70, impulsionada pela tecnologia da informação e da internet, ficando conhecida como revolução digital; ela gerou automação e robotização nas linhas de produção, permitindo o armazenamento e processamento de dados de forma digital.

Com as mudanças no paradigma da produção, o desenvolvimento da internet, e a sofisticação de *softwares* e *hardwares*, teve início a quarta revolução industrial ou Indústria 4.0, termo utilizado em 2011 na Alemanha, onde foi apresentado um projeto na Feira de Hannover, onde a tecnologia seria usada para promover a competitividade da manufatura e aumentar a exportação da Alemanha (Lasi, Drath, & Horch, 2014). Com a Indústria 4.0 a tecnologia avançou no sistema de produção integrando mais dois agentes: os sistemas *cyber-físicos* e a *Internet of Things (IoT)* e de serviços, aumentando a flexibilidade das barreiras entre o mundo físico e virtual (Pereira & Romero, 2017; Tessarini & Saltorato, 2018).

Os sistemas *cyber-físicos* segundo Coelho (2016) são compostos por computadores embutidos, processos físicos, redes de comunicação, atuadores

e sensores inteligentes, que fazem o controle físico dos processos de produção, impulsionando a agilidade, a capacidade de processamento e preços mais acessíveis, tudo interagindo entre si e influenciando-se mutuamente, de forma efetiva e em tempo real. Ainda segundo Coelho (2016) a *Internet of Things (IoT)* e serviços são compostos por objetos físicos e virtuais ligados a internet, que permitem o compartilhamento de dados no processo de produção em tempo real, permitindo a conectividade desde o chão de fábrica até a logística, por meio da troca de informações de máquina para máquina ou entre uma fábrica e seu fornecedor, por exemplo.

Todas essas mudanças nas indústrias acabam por impactar diretamente no processo de produção das empresas, pois as empresas visam atender às necessidades de seus consumidores por meio dos produtos produzidos de maneira personalizada (Zhang., 2019). Para as empresas tendo que variar a produção devido à personalização de seus produtos, nota-se que a durabilidade deles diminui conforme o tempo (Merdan. 2019). Para Tessarino e Saltorato (2018) essas mudanças dentro dos processos de produção devem-se unicamente à flexibilidade que vêm aumentando devido às possibilidades que às novas tecnologias oferecem dentro da Indústria 4.0.

Essas sendo implementadas dentro do sistema de produção das indústrias, buscam a otimização dos processos, a qual ocorre devido a flexibilização e a integração entre logística, demanda e manufatura (Zaki, 2019). Outro caso, é o ganho em que as organizações alcançam ao utilizarem recursos de realidade virtual e *touchpads*, ao aproximarem as pessoas as interações com as máquinas (Bendul & Blunck, 2019).

Para as empresas que estão aderindo às novas tecnologias oferecidas pela Indústria 4.0 pode-se observar impactos positivos como o ganho da produtividade e a eficiência conforme o crescimento da automatização e digitalização dentro das fábricas (Kagermann, 2013). Para Horváth e Szabó (2019), há desafios na implantação da Indústria 4.0 para as empresas, pois, essas medidas tecnológicas que serão adotadas mudam os processos internos da organização, exigindo maior funcionalidade de seus colaboradores e moldando de uma nova forma o ambiente de trabalho.

Conforme Sony e Naik (2019) esses desafios são variáveis dependendo das localidades das indústrias, estabilidade política, econômica e cultural. Mas é

necessário que se identifique as barreiras e benefícios para que as organizações possam se manter competitivas no mercado (Stentoft & Rajkumar, 2019).

Buscando melhor compreender a Indústria 4.0, Reis e Camargo Júnior (2020) e Menelau et al. (2019) realizaram revisões da literatura sobre a temática utilizando a base de dados *Scopus* e *Web of Science*, porém em contextos diferentes, a qual observou uma oportunidade de pesquisa que foi realizar uma revisão da literatura utilizando a plataforma do *Scientific Periodicals Electronic Library* – SPELL. Sendo assim, a presente pesquisa busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: como a indústria 4.0 está sendo tratada em artigos científicos publicados em periódicos nacionais no período de 2010 a 2020?

Para Silva (2020) e Menelau et al. (2019) a indústria 4.0 é vista como a quarta revolução industrial e vem para impactar todos os processos de negócios, da matéria prima ao consumidor em diversos contextos. Esse impacto se deve ao fato de muitas tecnologias estarem relacionadas com a temática, sendo as principais: *Internet of Things (IoT)*, Sistemas Ciberfísicos, Computação em Nuvem e *Big Data*. Ainda Silva (2020) destaca a pouca atenção que a temática vem tendo no Brasil nos aspectos estratégico e gerenciais. Assim, essa pesquisa se justifica no sentido de compreender de qual forma vem sendo tratada nas pesquisas publicadas em periódicos nacionais sobre o tema.

Após a contextualização a pesquisa tem como objetivo geral analisar de forma integrativa e sistemática os trabalhos sobre Indústria 4.0 publicados na base de dados da *Scientific Periodicals Electronic Library* – SPELL no período de 2010 a 2020. Para alcançar o objetivo geral da pesquisa, se fez necessário traçar os objetivos específicos, sendo: (i) identificar os artigos sobre Indústria 4.0 publicados em periódicos nacionais de 2010 a 2020 disponíveis na base de dados; (ii) analisar quantitativamente os estudos sobre Indústria 4.0 publicados entre 2010 a 2020; (iii) analisar a rede de relacionamento entre os autores; (iv) analisar qualitativamente os estudos identificados na base de dados e (v) identificar os principais temas relacionados com a Indústria 4.0.

A presente pesquisa está organizada da seguinte forma, nessa primeira seção apresenta-se a contextualização acerca da temática juntamente com os objetivos propostos; na segunda seção do estudo a apresentação da metodologia; na terceira seção, são apresentados os resultados obtidos na

pesquisa juntamente com as discussões e, por fim, na última seção são apresentadas as considerações finais do estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória. Essa abordagem foi escolhida para esta pesquisa, pois envolve uma investigação construída com um estilo indutivo por meio da análise de dados feita por interpretações da complexidade de temas gerais (Creswell, 2010). Na presente abordagem foi feita a análise e interpretação de artigos publicados entre os anos de 2010 a 2020, pois foi feita uma revisão sistemática e integrativa.

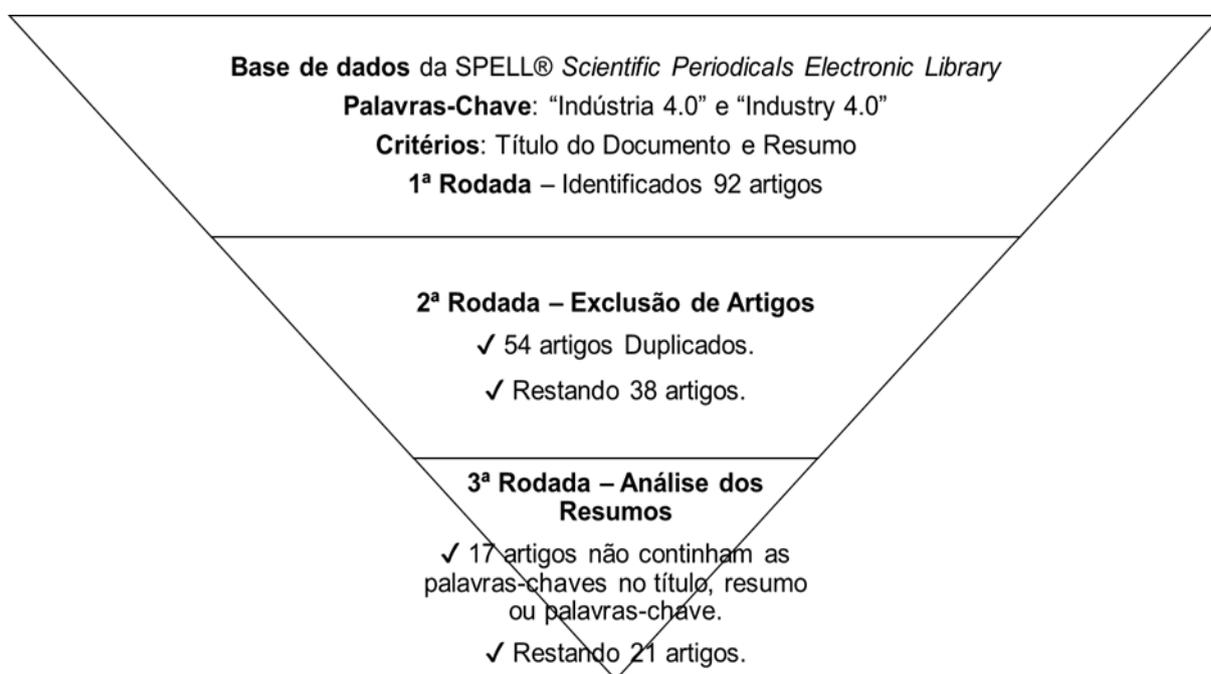
Por se tratar de um artigo descritivo e exploratório de acordo com Koche (2002) a pesquisa descritiva supõe-se que o investigador tenha um conhecimento superior sobre o assunto estudado. Nesses casos é necessário que seja feito um processo de pesquisa e investigação que mostra a natureza do fenômeno e aponte às características essenciais e variáveis a serem estudadas. Na pesquisa exploratória se trabalha apenas com o levantamento das variáveis e da sua caracterização seja quantitativa ou qualitativa.

O artigo foi composto por meio de revisão sistemática e integrativa que, para Botelho, Cunha e Macedo (2011), neste tipo de revisão é necessário aplicar estratégias cientificamente comprovadas, que permite a seleção de artigos e investigação de forma analítica e poder criticar os estudos importantes sobre o assunto. A revisão integrativa pode contribuir com a análise do conhecimento científico e a investigação do tema proposto. Pode ser utilizado para que os leitores possam ter mais informações e avaliar a veracidade dos procedimentos elaborados na revisão (Botelho, Cunha, & Macedo, 2011),

Para realização da pesquisa foi escolhida a base de dados da *Scientific Periodicals Electronic Library* – SPELL, a qual tem acesso gratuito aos artigos científicos. Sendo as pesquisas nessa sendo realizadas em janeiro de 2021. Para identificar os artigos publicados sobre a temática foi utilizado o buscador da SPELL considerando somente o “Título do documento” e “Resumo” utilizando as palavras-chaves: indústria 4.0 e *industry 4.0*. Após essa rodada de buscas serão verificados os artigos repetidos e, posteriormente, serão excluídos para não haver duplicidade.

Na Figura 1 os resultados obtidos no buscador da *Scientific Periodicals Electronic Library* – SPELL foram utilizadas as palavras-chaves “indústria 4.0” e “*industry 4.0*” e filtrando o título do documento e o resumo foram identificados 92 artigos. O próximo passo foi a identificação de artigos duplicados, foram identificados 54 artigos duplicados e, após essa rodada restarem 38 artigos. Por fim, na última rodada de análise foi realizada a leitura dos títulos, resumos e das palavras-chaves; e foram identificados 17 artigos que não possuíam as palavras-chaves e, conseqüentemente, foram excluídos da amostra final. Ao final, restaram 21 artigos sobre a temática que foram analisados.

Figura 1: Passo a passo para a identificação dos artigos sobre Indústria 4.0.



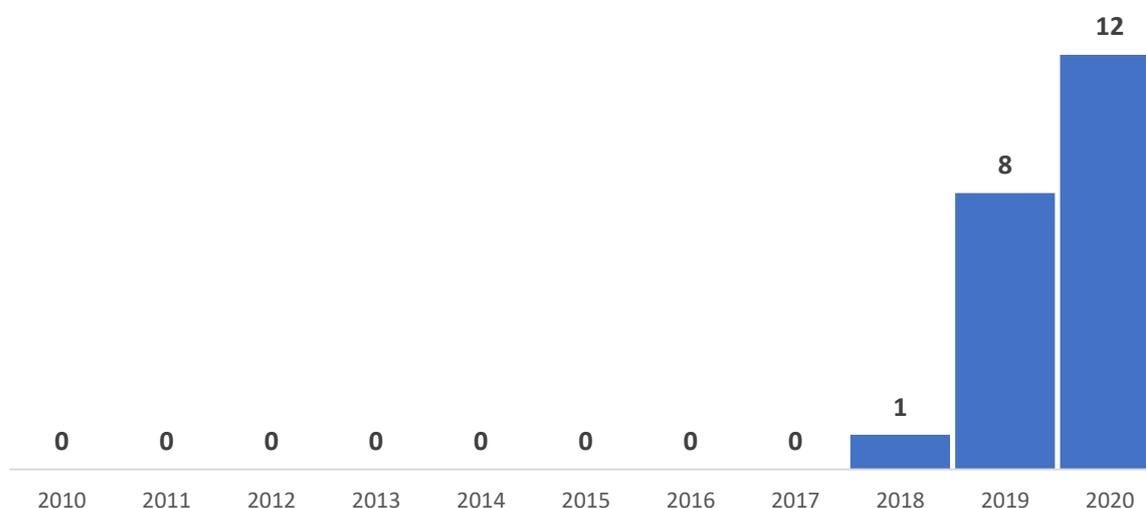
Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A técnica usada no artigo para a análise dos dados coletados foi a análise de conteúdo, podendo prover possivelmente resultados satisfatórios dentro do artigo. A análise de conteúdo é o somatório das “análises das comunicações” que utiliza de meios objetivos e sistemáticos para a descrição do conteúdo (Bardin, 2010). A qual buscou identificar as principais temáticas relacionadas com a Indústria 4.0.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados que foram obtidos por meio de análises dos artigos com base na plataforma *Scientific Periodicals Electronic Library* – SPELL, resultaram em gráficos compostos de dados necessários para que se evidencie no artigo as pesquisas feitas de forma integrativa e sistemática. Nota-se na figura 2 a evolução dos artigos publicados na base de dados da SPELL sobre a Indústria 4.0, que deu início as publicações no ano de 2018 (01 artigo) e ao decorrer dos anos vem tendo um aumento expressivo, em 2019 foram 8 artigos e no ano de 2020 foram 12 artigos, obtendo resultados significativos e esclarecedores para os estudiosos da área. Outro ponto que chama atenção é que no período de 2010 a 2017, por se tratar de um tema recente, não foram identificados artigos na SPELL.

Figura 2: Evolução das publicações sobre Indústria 4.0 na base de dados da SPELL



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

No Tabela 1, pode se notar que o periódico com mais publicações foi *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, com 6 artigos publicados, enquanto o periódico *Cadernos EBAPE.BR* e *International Journal of Professional Business Review* foram publicados 2 artigos, já os demais periódicos foram apenas 1 artigo publicado.

Tabela 1: Periódicos com publicações sobre o tema Indústria 4.0.

Periódicos	WebQualis	Quantidade
<i>Future Studies Research Journal: Trends and Strategies</i>	B2	6
Cadernos EBAPE.BR	A2	2
<i>International Journal of Professional Business Review</i>	B5	2
Contexto - Revista do Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade da UFRGS	B4	1
Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão	B1	1
Gestão e Desenvolvimento	B3	1
<i>International Journal of Innovation</i>	B3	1
RAUnP - Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Administração da Universidade Potiguar	B3	1
REAd. Revista Eletrônica de Administração	B1	1
Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais	B5	1
Revista Economia & Gestão	B2	1
Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios	B2	1
Revista ENIAC Pesquisa	B3	1
Revista Gestão & Tecnologia	B2	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Os autores com mais publicações de artigos sobre a Indústria 4.0 foram: João Luiz Kovaleski, Regina Negri Pagani e Vander Luiz da Silva, que renderam 2 artigos cada, todos eles da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus de Ponta Grossa, estado do Paraná localizada na região Sul do Brasil. Esses autores são vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP/UTFPR). Foram também encontrados mais 58 autores, totalizando o número de 61 autores. Estas informações são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Autores com mais publicações de artigos sobre Indústria 4.0.

Nome do(a) Autor(a)	IES	Quantidade
João Luiz Kovaleski	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	2
Regina Negri Pagani	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	2
Vander Luiz da Silva	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	2
Outros Autores.:		58
Total de Autores.:		61

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Conforme o Tabela 3, a maior concentração de autores que publicaram artigos está localizada na Região Sul, no estado do Paraná. A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR possui 10 autores e a Universidade Federal do Paraná – UFPR contém 4 autores, totalizando a maior concentração de autores sendo 14 somente no mesmo estado.

A segunda maior concentração de autores publicados está localizada na região de São Paulo, resultando em um total de 12 autores, dividido igualmente

entre 4 artigos dentro de cada universidade, sendo elas: Centro Universitário – ENIAC, Universidade Nove de Julho – UNINOVE e Universidade de São Paulo – USP. Outro estado que se destaca com autores sobre o tema é Minas Gerais, totalizando 6 autores na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

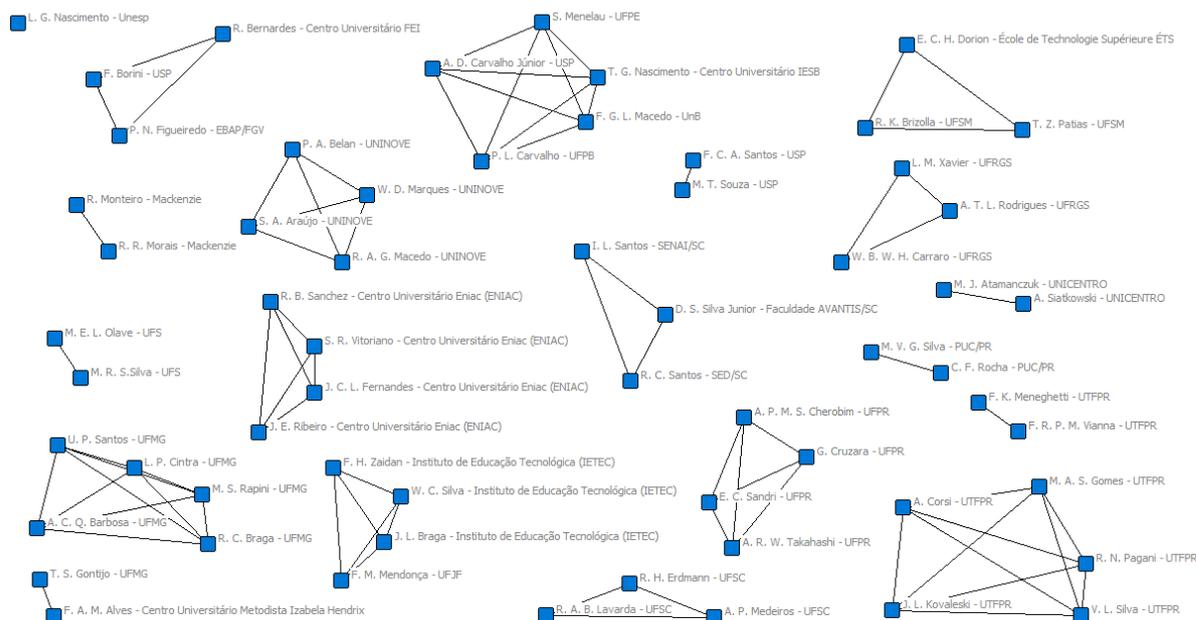
Tabela 3: Quantidade de autores provenientes de IES.

IES	Estado	Quantidade
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	PR	10
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG	MG	6
Centro Universitário Eniac (ENIAC)	SP	4
Universidade Federal do Paraná – UFPR	PR	4
Universidade Nove de Julho – UNINOVE	SP	4
Universidade de São Paulo – USP	SP	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Conforme a análise da Figura 3, foi identificado que os autores da temática Indústria 4.0 conversam entre os seus artigos, tendo como principais referências as pesquisas realizadas por João Luiz Kovaleski, Regina Negri Pagani e Vander Luiz da Silva da UTFPR. A relação existente entre os autores é que João Luiz Kovaleski foi orientador da Regina Negri Pagani e Vander Luiz da Silva no doutorado em engenharia de produção na UTFPR.

Figura 3: Rede de relacionamentos entre os autores com artigos sobre Indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do UCINET 6 Social Network Analysis Software(2020)

No Tabela 4, constam os 21 artigos identificados na base de dados da SPELL, que foram analisados para obtenção dos resultados demandados pela revisão sistemática e integrativa, por meio desses títulos sobre a temática Indústria 4.0.

Tabela 4: Os 21 artigos identificados na base de dados da SPELL.

Nº	Título	Periódico	Autores/Ano
1	Inspeção Visual Automática da Qualidade de Grãos na Agroindústria 4.0	<i>International Journal of Innovation</i>	Macedo et al. (2018)
2	<i>An Assa on Impact of Industry 4.0 in the Operations Area</i>	<i>International Journal of Professional Business Review</i>	Morais e Monteiro (2019)
3	Análise da Indústria 4.0 como Elemento Rompedor na Administração de Produção	<i>Future Studies Research Journal: Trends and Strategies</i>	Santos, Santos e Silva Junior (2019)
4	Indústria 4.0 e Transformação Digital: Uma Discussão Conceitual, sob Perspectiva Neoschumpeteriana, que Inclui Políticas de CT&I e 'CATCH UP'	Revista Economia & Gestão	Cintra et al. (2019)
5	Indústria 4.0: O Panorama da Publicação sobre a Quarta Revolução Industrial no <i>Scientific Periodicals Electronic Library – Spell</i>	<i>Future Studies Research Journal: Trends and Strategies</i>	Atamanczuk e Siatkowski (2019)
6	Indústria 4.0: Um Estudo Bibliométrico	<i>International Journal of Professional Business Review</i>	Grontijo e Alves (2019)
7	Inovação em Organizações de Economias Emergentes	Cadernos EBAPE.BR	Bernandes, Borini e Figueiredo (2019)
8	Mapeamento da Produção Científica da Indústria 4.0 no Contexto dos BRICS: Reflexões e Interfaces	Cadernos EBAPE.BR	Menelau, Macedo e Carvalho (2019)
9	<i>Technology Transfer and Human Capital in the Industrial 4.0 Scenario: A Theoretical Study</i>	<i>Future Studies Research Journal: Trends and Strategies</i>	Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
10	Avaliação do Nível de Maturidade da Indústria 4.0: O Caso de uma Empresa Estratégica de Defesa	<i>Future Studies Research Journal: Trends and Strategies</i>	Silva e Rocha (2020)
11	Competências Operacionais e Indústria 4.0: Revisão Sistemática da Literatura	<i>Future Studies Research Journal: Trends and Strategies</i>	Souza e Santos (2020)
12	Contribuições das Tecnologias Digitais Associadas à Indústria 4.0 para a Formação Profissional	Gestão e Desenvolvimento	Silva e Olave (2020)
13	Escalando a Escada: Inovação Tecnológica, o Estado Chinês e a Economia Política do Desenvolvimento	Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais	Nascimento (2020)
14	Fator Humano em Indústria Inteligente: Uma Revisão de Literatura	<i>Future Studies Research Journal: Trends and Strategies</i>	Silva, Kovaleski e Pagani (2020)
15	Indústria 4.0 e Avanços Tecnológicos da Área Contábil: Perfil, Percepções e Expectativas dos Profissionais	Contexto - Revista do Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade da UFRGS	Xavier, Carraro e Rodrigues (2020)
16	Indústria 4.0: implementação em uma indústria de rodas	Revista ENIAC Pesquisa	Ribeiro et al. (2020)

17	Isso é 'Crowdsourcing' ou 'Crowdsensing'? Uma Análise da Participação Humana em Plataformas Digitais à luz da Perspectiva do Capitalismo De Vigilância	REAd. Revista Eletrônica de Administração	Vianna e Meneghetti (2020)
18	Materialidade da Estratégia e a Implementação de Tecnologia na Prática no Contexto da 'Indústria 4.0'	Revista Gestão & Tecnologia	Medeiros, Lavarda e Erdmann (2020)
19	Modelo de Arquitetura Corporativa para Indústria 4.0: Análises para o Alinhamento Estratégico da Tecnologia da Informação com os Negócios	Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios	Silva et al. (2020)
20	O Entendimento e a Implementação Da Indústria 4.0: Um Estudo Exploratório de uma PME Metalmeccânica Brasileira	RAUnP - Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Administração da Universidade Potiguar	Dorion, Brizolla e Patias (2020)
21	O Impacto da Transformação Digital e da Indústria 4.0 nos Aspectos de Valor: Evidências de uma Meta-Síntese	Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão	Cruzara et al. (2020)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Adentrando as análises qualitativas dos artigos identificados, inicia-se com a pesquisa feita por Macedo et al. (2018), teve como abordagem os temas da Indústria 4.0 e a adoção de novas tecnologias, como a robotização no setor agrícola. Para a elaboração do artigo foi utilizada a pesquisa bibliográfica qualitativa, onde foram analisados artigos relacionados aos novos processos da agricultura moderna. Uma tecnologia que foi evidenciada por meio do estudo é a inspeção visual automática que permite a diminuição dos impactos ambientais, o aumento da produtividade, qualidade e lucratividade.

O estudo escrito por Morais e Monteiro (2019), que aborda as inovações tecnológicas nos meios de produção, tendo como objetivo estudar os principais conceitos de Indústria 4.0 e o impacto de novas tecnologias nos meios de manufatura e na cadeia de suprimentos, com os novos sistemas como a tecnologia da internet e impressoras 3D. As quais auxiliam na redução do fluxo e da armazenagem pois a fabricação de cada produto será de acordo com cada cliente.

O artigo escrito por Santos, Santos e Silva Junior (2019), realizou uma pesquisa documental de natureza qualitativa, através de pesquisa bibliográfica de caráter exploratória em fontes primárias e secundárias. Ela teve como objetivo entender os elementos utilizados dentro da Indústria 4.0 e como ela influencia a Administração da Produção em suas técnicas e metodologia. Foram abordados

cinco principais tecnologias: *Internet of Things (IoT)*; Inteligência Artificial; Robótica Avançada; acessórios inteligentes e sistema de impressão 3D.

O estudo bibliográfico realizado por Cintra (2019), aborda o tema da Indústria 4.0 e a Transformação Digital estabelecidos sobre Revoluções, Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas, e a relação entre a Ciência & Tecnologia impulsionando a Inovação. Tendo como objetivo a integração de dados nos setores das empresas, com fábricas inteligentes utilizando da tecnologia dos termos de *Internet das Coisas*, *Big Data* e Inteligência Artificial.

Já a análise bibliométrica desenvolvida por Atamanczuk e Siatkowski (2019), de caráter quantitativa e descritiva, abordou e investigou as publicações sobre a Quarta Revolução Industrial na plataforma SPELL, onde foram encontrados 106 artigos sobre o tema. Desses apenas 6 autores tem dois artigos publicados. Foram utilizados termos das tecnologias da Inteligência Artificial; Robótica; Biotecnologia; Neurotecnologia; *Blockchain*; *Internet das Coisas (IoT)* e Impressão em três dimensões (3D). Atamanczuk e Siatkowski (2019) identificaram que uma das categorias mais utilizadas para análise é a *Big Data* resultando em 43,6% das publicações analisadas por eles.

O artigo elaborado por Grontijo e Alves (2019), apresenta um estudo bibliométrico sobre o tema Indústria 4.0, buscando compreender a sua evolução, por meio de análises de publicações feitas na *Web of Science*. Foi identificado que as pesquisas sobre o tema são oriundas de vários países, porém o país com maior número é a Alemanha, pois são 462 artigos de 1.382 publicações identificadas, destacam-se os principais termos assim como neste artigo mostra que a atual tendência são: *Big Data* e *Smart manufacturing*.

Bernandes, Borini e Figueiredo (2019) apresenta um artigo que proporciona reflexão sobre os setores estratégicos de inovação e das organizações em economias e suas interferências na academia brasileira, onde foram reunidos artigos com a ligação do tema transformação digital, demonstrando a importância desse serviço no setor na economia global e seu desenvolvimento, por meio da transformação digital alinhada à *Internet of Things (IoT)* em cidades desenvolvidas.

O artigo feito por Menelau, Macedo e Carvalho (2019) de caráter descritiva, exploratória e revisão bibliográfica, buscaram analisar o perfil da produção científica atual sobre a Indústria 4.0 nos países emergentes. Onde foi

possível identificar predomínio chinês em publicações de artigos, e que a Indústria 4.0 possui 9 principais tecnologias apontadas no estudo, que são elas: robôs automatizados; simulação; integração horizontal e vertical de sistema; *Internet of Things* (IoT); segurança cibernética; nuvem; manufatura aditiva; realidade aumentada; e *Big Data e Analytics*.

O estudo realizado por Silva, Kovaleski e Pagani (2019), é uma revisão sistemática, das quais foram analisados 50 artigos. Com o objetivo de explorar as possíveis mudanças e perspectivas do trabalho humano com a Indústria 4.0. Identificou-se que o capital humano fará parte do trabalho, mas passará por alterações, como já se tem notado uma série de mudanças nas habilidades, aprendizados e tarefas humanas. Destacaram-se 9 pilares da Indústria 4.0, que são: *Big Data*; robôs autônomos; Simulação; Integração Horizontal e Vertical do Sistema; *Internet of Things* (IoT); Cibersegurança; computação em nuvem; Fabricação de aditivos e Realidade Aumentada. Esse artigo, assim como o desenvolvido pelos autores, visam agregar sobre a temática Indústria 4.0 principalmente aqui no Brasil, onde fala-se pouco ainda sobre essa revolução.

A pesquisa feita por Silva e Rocha (2020), foi realizada uma análise bibliográfica, qualitativa e descritiva, onde buscaram avaliar o nível da maturidade possuída na Empresa Estratégica de Defesa (EED), sob a ótica dos conceitos da Indústria 4.0, onde foi revelado que a empresa apresenta um nível intermediário de maturidade, sendo considerada como aprendiz no modelo da maturidade da indústria 4.0. Foram abordados os temas: Estratégia e organização; Fábrica inteligente; Produtos inteligentes; Serviços orientados por dados e Funcionários com novas habilidades.

A pesquisa escrita por Souza e Santos (2020) de origem bibliográfica, realizou uma revisão sistemática com a finalidade de identificar estudos sobre as competências operacionais com a temática de indústria 4.0 entre os anos de 2011 e 2019, que foram elas identificadas tais como: flexibilidade e adaptação, aprendizagem, criatividade e inovação, resiliência, liderança, comunicação, trabalho em equipe, negociação, planejamento sistêmico, tomada de decisão e autonomia.

O estudo feito por Silva e Olave (2020) foi uma pesquisa exploratória, descritiva e transversal, com abordagem mista envolvendo detalhes qualitativos e quantitativos a fim de identificar como às tecnologias da indústria 4.0 pode

estar contribuindo de forma significativa na formação e aprimoramento do profissional dentro das organizações. Embora o investimento nas tecnologias avançadas ainda seja baixo, foram identificados 9 tipos de tecnologias dentro da indústria 4.0: Robôs autônomos, Integração de sistemas, Simulação, *Internet of Things* (IoT), Cibersegurança, *Big Data e Analytics*, Nuvem, Fabricação aditiva, Realidade aumentada.

O artigo escrito por Nascimento (2020) tem como foco o crescimento da economia Chinesa desde o ano de 1970, isso porque a China possui o índice de maior PIB mundial já a três décadas devido ao seu forte investimento em tecnologias dentro das indústrias, por meio de educação e especialização de seus colaboradores. Nesse artigo é defendida a tese de que a China possui um papel de extrema importância no desenvolvimento e aprimoramento econômico e tecnológico da indústria 4.0. Pois às análises teóricas e a discussão da influência causada no estado através das tecnologias e a intervenção do estado para progredir o desenvolvimento, traz em evidência esses fatos de que a China desenvolve tecnologias avançadas suficientemente para conseguir alterar as indústrias e formas de produção em uma escala mundial.

O estudo realizado por Silva, Kovalski e Pagani (2020) foi uma revisão sistêmica da literatura sobre a temática que por sua vez para obter dados de pesquisa, utilizaram de uma análise de conteúdo e análise bibliométrica para identificar o que há de bom e ruim dentro da Indústria 4.0 para os humanos. Por meio das tecnologias, o esforço físico será diminuído, mas em contrapartida dentro das organizações será necessário oferecer aos seus colaboradores um ambiente melhor para se trabalhar em todos os setores: estratégico, tático e operacional, sendo indispensável o trabalho humano no manuseio dessas novas tecnologias que vêm surgindo na Indústria 4.0.

Xavier, Carraro e Rodrigues (2020) elaboraram uma pesquisa quantitativa com o objetivo de descrever o impacto que a tecnologia e seus avanços vêm exercendo dentro da contabilidade. Para conseguir os dados na pesquisa, foi utilizado um questionário padrão com o objetivo de analisar o que os profissionais da área pensam e esperam sobre a implementação de tecnologias mais avançadas dentro do setor contábil. O questionário trouxe dados significativos para entender o que é necessário mudar nessa área, 66% dos respondentes apontam que as organizações em que os profissionais da área

atuam não se preocupam com o grau de qualificação de seus funcionários. Isso dificulta inserir novas tecnologias na área, pois não vai ter mão de obra qualificada necessária para manuseio dessas tecnologias recentes e das formas de trabalho.

A pesquisa desenvolvida por Ribeiro et al. (2020) é exploratório, pois foi utilizado dentro de uma empresa metalúrgica de rodas automotivas a nível Global entrevista com o gerente de engenharia de desenvolvimento, para analisar e identificar como está acontecendo a implementação da indústria 4.0 nas produções de rodas, por meio das novas tecnologias criadas para esse setor de produção e que se faz necessário para a competitividade industrial fluir, a fim de diminuir custos e aumentar a flexibilidade processual, más que também se não bem planejada, pode acarretar em inúmeras perdas para a indústria.

O artigo elaborado por Vianna e Meneghetti (2020) foi realizado por meio de um estudo de caso. As empresas em questão utilizada no artigo foram a Netflix, Google e Facebook, sendo analisado suas plataformas digitais, políticas de privacidade e/ ou termos de uso de dados e serviços, suas regras, políticas e como funciona o sistema de coleta de dados de seus clientes através dos meios digitais oferecidos por essas grandes empresas, que são eles: Captura de Dados, sistemas cibernéticos, *Big Data*, Nuvem, *Internet of Things* (IoT), sistema *cyber-físico*, impressão 3D.

Medeiros, Lavarda e Erdmann (2020) escreveram um artigo referente às mudanças trazidas pela indústria 4.0 dentro das organizações em diferentes âmbitos, tais como: hábitos, às relações entre poderes hierárquicos, regras, processos operacionais e como ficará os níveis estratégicos referente a todas essas alterações na forma de trabalho de seus colaboradores.

O estudo feito por Silva et al. (2020), é de caráter qualitativa, onde foram realizadas quinze entrevistas com executivos de TI das empresas. Teve como objetivo propor um modelo que motive a arquitetura corporativa que apresente a visão deles e aumente o alinhamento da TI com os negócios e os seus desafios da Indústria 4.0, foram destacadas algumas diretrizes como: Agilidade no mercado; Análise de dados; Inovação e digitalização do negócio.

A pesquisa descritiva e qualitativa realizada por Dorion, Brizolla e Patias (2020), foi elaborada por meio de entrevistas com gerentes de Pequenas e Médias Empresas (PMEs), combinados com análises de documentos

organizacionais, que tem como abordagem os desafios e oportunidades dentro das “PMEs 4.0”. Nesse trabalho estuda-se um caso da indústria na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Foi concluído que o conceito Indústria 4.0 é entendido nas PME, mas está em processo de implementação por meio da adaptação do uso das tecnologias da *Internet of Things* (IoT), simulação e da robotização.

A pesquisa realizada por Cruzara et al. (2020), foi utilizada uma meta síntese para os estudos de casos qualitativos, onde busca demonstrar a relação existente na transformação digital da Indústria 4.0, com o objetivo de contribuir com a replicação de amostras de estudos e reduzir as limitações metodológicas. Foram exploradas duas dimensões: modelos de negócios e cadeias de valor, e estabelecidos algumas tecnologias principais, que são elas: inteligência artificial; aprendizado de máquina; realidade virtual e aumentada; impressoras 3D; manufatura aditiva; drones; *Internet of Things* (IoT), robôs colaborativos e computação em nuvem e cognitiva.

Após a realização das análises de forma qualitativas dos 21 artigos é possível observar que os estudos sobre indústria 4.0 estão relacionados com a robotização (Cruzara et al., 2020; Dorion, Brizolla, & Patias, 2020; Silva & Olave, 2020; Menelau, Macedo, & Carvalho, 2019; Morais & Monteiro, 2019; Silva, Pagani, & Kovaleski, 2019; Macedo et al., 2018); *Big Data* (Silva et al., 2020; Silva & Olave, 2020; Viana & Meneghetti, 2020; Atamanczuk & Siatkowski, 2019; Cintra, 2019; Grontijo & Alves, 2019; Menelau, Macedo, & Carvalho, 2019; Silva, Pagani, & Kovaleski, 2019;); *Icloud* (Cruzara et al., 2020; Silva & Olave, 2020; Viana & Meneghetti, 2020; Menelau, Macedo, & Carvalho, 2019; Silva, Pagani, & Kovaleski, 2019;); aspectos relacionados com habilidades e competências dos colaboradores (Medeiros, Lavarda, & Erdmann, 2020; Silva, Pagani, & Kovaleski, 2020; Silva, & Rocha, 2020; Souza & Santos, 2020; Xavier, Carraro, & Rodrigues, 2020); *Internet of Things* (IoT) (Cruzara et al., 2020; Dorion, Brizolla, & Patias, 2020; Silva & Olave, 2020; Atamanczuk & Siatkowski, 2019; Bernardes, Borini, & Figueiredo, 2019; Cintra, 2019); impressoras 3D (Cruzara et al., 2020; Viana & Meneghetti, 2020; Atamanczuk & Siatkowski, 2019; Morais & Monteiro, 2019); inteligência artificial (Cruzara et al., 2020; Atamanczuk & Siatkowski, 2019; Cintra, 2019; Morais & Monteiro, 2019); realidade aumentada (Silva & Olave, 2020; Menelau, Macedo, & Carvalho, 2019; Silva, Pagani, & Kovaleski,

2019;); aumento da produtividade (Macedo et al., 2018); impacto das novas tecnologias (Morais & Monteiro, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises dos artigos identificados sobre a Indústria 4.0 foi possível atender todos os objetivos propostos nesta pesquisa. Após os critérios de inclusão e exclusão, foram identificados 21 artigos acerca da temática na base de dados da SPELL, sendo que os principais periódicos foram: *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, *Cadernos EBAPE.BR* e *International Journal of Professional Business Review*.

Em relação ao histórico de publicações sobre a temática, observou-se que existem publicações na base de dados somente nos últimos três anos: 2020, 2019 e 2018 sendo possível concluir que as publicações acerca da temática são novas, considerando somente a base de dados da SPELL. Em relação às publicações, chama a atenção os seguintes autores: João Luiz Kovaleski, Regina Negri Pagani e Vander Luiz da Silva da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR sendo os autores que possuem mais publicações sobre a temática.

A partir das análises qualitativas dos artigos observou-se a existências de revisões da literatura sobre a temática; a indústria 4.0 sob a perspectivas do agronegócio e das pequenas e médias empresas e; os principais temas abordados sobre a temática são os estudos que apresentaram a robotização, *Big Data*, *Icloud*, aspectos relacionados com habilidade e competências dos colaboradores, *Internet of Things (IoT)*, impressoras 3D, inteligência artificial, realidade aumentada, aumento da produtividade e o impacto dessas tecnologias.

Após as análises realizadas foram identificadas as seguintes limitações no estudo: (i) foi utilizado somente a base de dados *Scientific Periodicals Electronic Library – SPELL*; (ii) para realização das buscas foram utilizados somente duas palavras-chaves; (iii) as sínteses dos artigos identificados sobre a temática foram realizadas de forma rasa.

A partir das limitações surgem *insights* e sugestões para trabalhos futuros sobre a temática, sendo: (i) ampliar a bases de dados, preferencialmente

nacionais, para que se possa compreender de quais formas a temática vem sendo tratada nas pesquisas nacionais; (ii) além de ampliar a bases de dados, ampliar também as *strings* de buscas para ampliar as buscas sobre a temática; (iii) sugere que seja realizado uma agenda de pesquisa para que possa direcionar os estudos acerca da temática

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atamanczuk, M. J., & Siatkowski, A. (2019). Indústria 4.0: o panorama da publicação sobre a quarta revolução industrial no portal spell. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 11(3), 281-304.

Bardin, L., & de Conteúdo, A. (2011). São Paulo: Edições 70.

Bendul, J. C., & Blunck, H. (2019). The design space of production planning and control for industry 4.0. *Computers in Industry*, 105, 260-272.

Bernardes, R., Borini, F., & Figueiredo, P. N. (2020). Inovação em Organizações de Economias Emergentes. *Cadernos EBAPE. BR*, 17, 886-894.

Botelho, L. L. R., de Almeida Cunha, C. C., & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e sociedade*, 5(11), 121-136.

Coelho, P. N. M. (2016). *Rumo à Indústria 4.0* (Dissertação de mestrado). Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado - Universidade de Coimbra. Coimbra. Disponível em <<https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20à%20Industria%204.0.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

Cintra, L. P. et al. (2019). Indústria 4.0 e transformação digital: uma discussão conceitual, sob perspectiva neoschumpeteriana, que inclui políticas de CT&I e catch up. *Revista Economia & Gestão*, v. 19, n. 54, 2019.

Creswell, J. W. (2010) *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman.

Cruzara, G., Takahashi, A. R. W., Sandri, E. C., & Cherobim, A. P. M. S. (2020). The impact of digital transformation and industry 4.0 on the aspects of value:

Evidence from a meta-synthesis. *Contextus–Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, 18, 92-106.

Brizolla, R. K., Patias, T. Z., & DORION, E. C. H. (2019). The understanding and the implementation of Industry 4.0: an exploratory Study of a Brazilian metal-mechanic SME. *RAUnP-ISSN 1984-4204-Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.21714/raunp.>*, 11(2), 5-20.

Gontijo, T. S., & Alves, F. A. M. (2019). A Bibliometric study on Industry 4.0. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, 4(2), 35-42.

Kagermann, H. et al. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0. Working Group.* Forschungsunion,

Köche, J. C. (2002). Fundamentos de metodologia científica: Teoria da ciência e iniciação à pesquisa, 20^a.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.

de Macedo, R. A. G., Marques, W. D., Belan, P. A., & de Araujo, S. A. (2018). Automatic Visual Inspection of Grains Quality in Agroindustry 4.0. *International Journal of Innovation: IJI Journal*, 6(3), 207-216.

de Medeiros, A. P., Lavarda, R. A. B., & Erdmann, R. H. (2020). Strategy materiality and technology implementation practices in “Industry 4.0” context. *Revista Gestão & Tecnologia*, 20(2), 279-301.

Merdan, M., Hoebert, T., List, E., & Lepuschitz, W. (2019). Knowledge-based cyber-physical systems for assembly automation. *Production & Manufacturing Research*, 7(1), 223-254.

Menelau, S., Macedo, F. G. L., Carvalho, P. L. D., Nascimento, T. G., & CARVALHO, A. D. D. (2020). Mapeamento da produção científica da Indústria 4.0 no contexto dos BRICS: reflexões e interfaces. *Cadernos EBAPE. BR*, 17, 1094-1114.

De Moraes, R. R., & Monteiro, R. (2019). An assay on the impact of industry 4.0 in the operations area. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, 4(2), 43-50.

do Nascimento, L. G. Escalando a Escada: Inovação Tecnológica, o Estado Chinês e a Economia Política do Desenvolvimento.

Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.

Reis, F. B.; Camargo Júnior, A. S. (2020) Indústria 4.0 em manufaturas: revisão sistemática da literatura dos benefícios e barreiras de adoção. In: *ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO*, 44., 2020, on-line. Anais eletrônicos [...]. Maringá: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2020. Disponível em: <http://www.anpad.org.br>. Acesso em: 28 set. 2020.

Ribeiro, J. E., Vitoriano, S. R., Fernandes, J. C. L., & de Brito Sanchez, R. (2020). Indústria 4.0: implementação em uma indústria de rodas. *Revista ENIAC Pesquisa*, 9(1), 4-14.

Santos, I. L., dos Santos, R. C., & Junior, D. D. S. S. (2019). Analysis of the Industry 4.0 How Breaking Element in Production Administration. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 11(1), 48-64.

Silva, W. C., Zaidan, F. H., Mendonça, F. M., & Braga, J. L. (2020). Modelo de arquitetura corporativa para indústria 4.0: análises para o alinhamento estratégico da tecnologia da informação com os negócios. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, 13(2), 71-104.

Silva, V. L., Kovalski, J. L., & Pagani, R. N. (2019). Technology transfer and human capital in the industrial 4.0 scenario: A theoretical study. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 11(1), 102-122.

Silva, V. L., Kovalski, J. L., Pagani, R. N., Corsi, A., & Gomes, M. A. S. (2020). Human factor in smart industry: A literature review. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 12(1), 87-111.

Silva, M. V. G. (2020). INDÚSTRIA 4.0: análise do panorama brasileiro e reflexos para a base industrial de defesa. *Revista Brasileira de Estudos Estratégicos*, 11(22).

Silva, M. R. D. S., & Olave, M. E. L. (2020). Contribuições das Tecnologias Digitais Associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 17(2), 82-110.

Gonçalves da Silva, M. V., & Figueredo Rocha, C. (2020). Avaliação do Nível de Maturidade da Indústria 4.0: O Caso de uma Empresa Estratégica de Defesa. *Future Studies Research Journal: Trends & Strategies*, 12(1).

Sony, M., & Naik, S. (2020). Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction. *Production Planning & Control*, 31(10), 799-815.

Souza, M. T., & Almada Santos, F. C. (2020). Competências operacionais e indústria 4.0: revisão sistemática da literatura. *Future Studies Research Journal: Trends & Strategies*, 12(2).

Stentoft, J., & Rajkumar, C. (2020). The relevance of Industry 4.0 and its relationship with moving manufacturing out, back and staying at home. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2953-2973.

Tessarini, G., & Saltorato, P. (2018). Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Produção Online*, 18(2), 743-769.

Vianna, F. R. P. M., & Meneghetti, F. K. (2020). Is it crowdsourcing or crowdsensing? An analysis of human participation in digital platforms in the age of surveillance capitalism. *REAd. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)*, 26, 176-209.

Xavier, L. M., Carraro, W. B. W. H., & Rodrigues, A. T. L. (2020). Indústria 4.0 e avanços tecnológicos da área contábil: perfil, percepções e expectativas dos profissionais. *Contexto. Porto Alegre, RS. Vol. 20, n. 45 (maio/ago. 2020), p. 34-50.*

OLIVEIRA et al., 2022.

Zaki, M., Theodoulidis, B., Shapira, P., Neely, A., & Tepel, M. F. (2019). Redistributed manufacturing and the impact of big data: a consumer goods perspective. *Production planning & control*, 30(7), 568-581.

Zhang, X., Ming, X., Liu, Z., Qu, Y., & Yin, D. (2019). State-of-the-art review of customer to business (C2B) model. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 207-222.