

Uma reflexão sobre as publicações científicas e a aderência brasileira ao paradigma da indústria 4.0

A reflection on scientific publications and brazilian adherence to the industry paradigm 4.0

Daniela Teixeira Oliveira de Souza 

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande
daniela.sousa@fatec.sp.gov.br

Jeferson Cerqueira Dias 

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande
jeferson.dias3@fatec.sp.gov.br

Jônatas Cerqueira Dias 

Faculdade de Tecnologia de Praia Grande
jonatas.dias2@fatec.sp.gov.br

RESUMO

O conceito de Indústria 4.0 surgiu na Alemanha em 2011. Este conceito integra as tecnologias no ramo da computação em nuvem, internet das coisas, manufatura avançada, sistemas físicos-ciberneticos entre outros. Através desta nova tecnologia os produtos poderão ser personalizados e com redução de custos de produção. O propósito desta pesquisa foi de avaliar a aderência brasileira, no que se refere aos investimentos, a este novo paradigma de produção, bem como a qualidade do material pesquisado, refletindo uma amostra do volume e da qualidade da produção brasileira sobre o assunto. Como resultado da busca bibliográfica; realizada na plataforma da SIBiUSP¹, é possível observar uma dificuldade de investimentos, tanto público, quanto privado. Desta forma, também contribuindo com o atraso do engajamento brasileiro neste novo paradigma produtivo. Outro quesito observado refere-se à qualidade das produções, que embora, tenham algum volume, questiona-se o quanto os artigos pesquisados sustentam a resposta das hipóteses e a pergunta de pesquisa proposta neste estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 4.0. Qualidade bibliográfica. Fator de impacto. Digitalização.

ABSTRACT

The concept of Industry 4.0 appeared in Germany in 2011. Such concept integrates technologies in the field of cloud computing, internet of things, advanced manufacturing, physical-cyber systems among others. Through this new technology, products can be personalized and with reduced production costs. The purpose of this research is to evaluate the Brazilian adherence, regarding to investments to this new production paradigm, as well as the quality of the researched material, reflecting a sample of the volume and quality of Brazilian production on the subject. Because of the bibliographic research, carried out on the SIBiUSP there is an investment difficulty in the public and private sectors. As a result, postponing the Brazilian engagement in this new productive paradigm. Another issue observed refers to the quality of productions, which although they have some volume, it is questioned how much the researched articles support the answer of the hypotheses and the research question proposed in this study.

KEY WORDS: Industry 4.0. Bibliographic quality. Impact factor. Scanning

¹ Portal de Busca Integrada que é uma solução de busca e descoberta que integra os recursos informacionais da USP.

INTRODUÇÃO

O termo “revolução industrial” não é novo, pois tem sido divulgado amplamente em meios de comunicação e de pesquisa. A palavra revolução surgiu baseada em alguns conceitos, por exemplo: com o intuito de acelerar o tempo; com a finalidade social dos movimentos políticos e como um meio de expressar o caráter universal e de permanência. Mas, a palavra revolução também é utilizada para expressar o aparecimento do novo e do inédito, atribuindo certa rejeição ao passado com valor para o presente. O surgimento do conceito moderno da palavra revolução ocorreu no mesmo contexto de gênese do sentido moderno da palavra história, na segunda metade do século XVIII e no começo do século XIX (MATT, 2020; POPKOVA, 2019; USTUNDAG, 2020).

Na Idade Moderna, na época em que se deram as grandes navegações, foi iniciada uma nova revolução que transformaria a humanidade: a primeira revolução industrial que teve o início na Inglaterra, na metade do século XVIII, no período de 1760 a 1840. A exemplo do inventor inglês James Hargreaves, criador da primeira máquina de fiar em 1767, que passou a ser utilizada amplamente na Inglaterra. Nessa época, surge a máquina a vapor, utilizada na indústria de tecido, substituindo trabalhos artesanais pela produção fabril, elevando a produção (POPKOVA, 2019; USTUNDAG, 2017).

No século XIX por meio do surgimento da energia elétrica e a primeira linha de montagem de carros de Henry Ford, surge a segunda revolução industrial e no século XX, no início da década de 1960, surge a terceira revolução industrial com o aparecimento de produtos eletroeletrônicos e a internet na década de 1990. Nesta terceira revolução, a utilização da tecnologia da informação e comunicação (TIC) alavancou a qualificação da mão-de-obra e intensificou o uso da robótica, capaz de executar as mesmas funções, de forma mais “econômica” (POPKOVA, 2019; USTUNDAG, 2017).

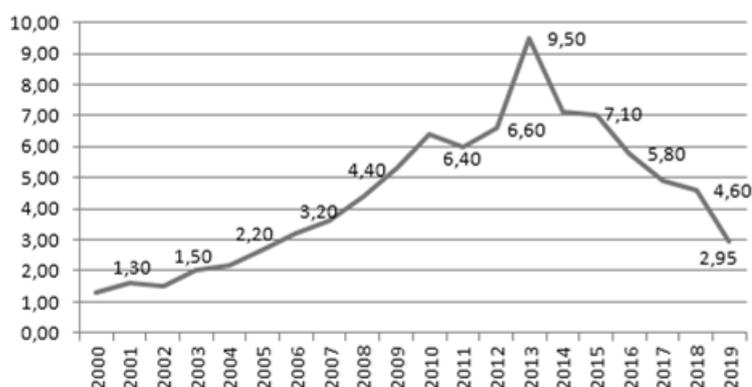
Em 2011, na Alemanha, foi implementado o que se passou a chamar da quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, que tem como foco se basear em sistemas físicos-cibernéticos, internet das coisas, manufatura avançada etc. O objetivo de tal tendência é a adequação tecnológica diante de um cenário com a maior procura de produtos personalizados, desenvolvidos com maior complexidade, redução de custos e com maior qualidade (MATT, 2020; POPKOVA, 2019).

Diante de transformações constantes, questiona-se o quanto o Brasil está preparado, ou está se preparando, para enfrentar este novo ambiente competitivo que vem se formando e que já se projetam impactos futuros na economia do país. Há de se analisar alguns ramos que

sinalem esta preocupação e empenho por parte da ala gestora e direcionadora destes esforços. Com esta preocupação buscou-se avaliar quais segmentos seriam indicadores destes esforços. Um rápido levantamento de investimentos na área tecnológica revelou alguns alertas. Por exemplo, em 2017 o governo congelou 44% no orçamento federal destinado à Ciência, Tecnologia e Inovação, a medida comprometeu o incentivo à pesquisa e o funcionamento de centros e laboratórios (RALOLA, 2018). Já em 2019 um novo congelamento de 42% das despesas de investimento do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (FOLHA DE SÃO DE PAULO, 2019), conforme figura 1.

Já no âmbito privado, o investimento em pesquisa e desenvolvimento no Brasil, comparando uma proporção em relação ao PIB com os números de nações da OCDE¹, bem como o de outros países da América Latina e, também, do BRICS², percebe-se que o Brasil só está acima do México; com um grande distanciamento de países como: China e Coreia do Sul. Por exemplo, no Brasil, um investimento do PIB com 0,55%, comparado com 2,68% na Coreia do Sul e 1,22% da China (SENADO BRASIL, 2019).

Figura 1 - Valor de investimento em R\$ Bilhões no período de nove anos



Fonte: Ministério da ciência, Tecnologia (2019).

Outro seguimento a ser explorado é o de publicações científicas sobre esta área da indústria 4.0, revelando o quanto de pesquisas vem sendo realizadas, embora já se tenha constatado que o investimento modesto em pesquisas e desenvolvimento, conforme a figura 1. Este breve levantamento sugestionou uma busca e o entendimento do quanto de evolução e de maturidade vem sendo atingidas nas publicações brasileiras. Uma das maneiras de avaliação se dá por meio da observação do quanto de material de pesquisa está sendo produzido e a sua

¹ OCDE - Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (BRICS BRASIL 2019, 2020).

² BRICS - Agrupamento formado por cinco grandes países emergentes: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. Juntos estes países representam cerca de 42% da população, 23% do PIB Mundial, 30% do território global e 18% do comércio mundial (BRICS BRASIL 2019, 2020).

respectiva qualidade. Isto norteou a seguinte pergunta de pesquisa: *“O quanto de material de pesquisa nacional vem sendo publicado acerca da indústria 4.0 e qual é o grau de qualidade destas publicações?”*.

Além da questão de pesquisa que norteia este estudo, é proposto como objeto de estudo um portfólio de artigos, dos últimos seis anos, que teste as seguintes hipóteses: a) o investimento governamental brasileiro atual é suficiente para que o país não fique na margem desta revolução; b) para que haja um avanço da Indústria 4.0 é necessário um investimento maior em pesquisa, fomentada por ações governamentais.

A justificativa deste trabalho está embasada na identificação do quanto o Brasil está comprometido na adaptação para uma nova realidade produtiva, da qual permita enxergar o grau de empregabilidade e desempenho econômico futuro de nosso país. Uma vez que, as razões que levaram a idealização deste novo modelo de indústria, denominado de indústria 4.0, foi a percepção da empregabilidade futura dos países europeus na área industrial (CNI, 2016; MATT, 2020).

Para direcionar a conduta do estudo e a busca no teste das hipóteses propostas, tem-se como objetivo desta pesquisa bibliográfica a identificação dos desafios que o Brasil enfrenta nessa nova tendência.

Este artigo apresenta as seguintes seções: uma introdução acima descrita com o intuito de contextualizar o assunto; uma seção com a indicação do método utilizado para a realização desta pesquisa, incluindo as bases de dados, fonte de pesquisa para a identificação de artigos pertinentes. E por fim, os resultados da pesquisa e as considerações finais.

1. MATERIAS E MÉTODOS

A presente pesquisa em conformidade com suas características pode ser classificada, em termos de natureza, como uma pesquisa aplicada, de caráter exploratória, pois se trata da busca de uma solução entender para um problema real existente (GIL, 2002). Foi utilizada uma estratégia com duas abordagens: i) uma com abstração ampla dos fenômenos da natureza e da sociedade, denominado de “Método de abordagem” e i) outra de procedimentos, que esclarece acerca dos “Procedimentos técnicos” utilizados (LAKATOS; MARCONI, 2003).

O método de abordagem utilizado para a formação das conclusões foi de caráter dedutivo, pois partiu-se das observações e de um conhecimento prévio estabelecido pelo repertório bibliográfico existente. A abordagem adotada foi qualitativa com foco na análise de

conteúdo baseado em Bardin (2011) e Franco (2018) buscando interpretar e analisar o fenômeno observado a partir de dados coletados.

Como procedimentos técnicos, a pesquisa bibliográfica foi realizada através da plataforma de busca no SIBiUSP, pelo Portal de Busca Integrada, que é uma solução de busca e descoberta que integra os recursos informacionais da USP. Neste último, pode-se efetuar uma busca geral, pesquisando em todas as coleções, incluindo matérias disponíveis nos acervos físicos, além dos itens digitais disponibilizados pela USP, Portal de Periódicos da Capes ou de acesso aberto.

Os termos (descritores) definidos para a pesquisa no motor de busca desta plataforma foram: {"Indústria 4.0", "Industry 4.0", "Indústria 4.0 no Brasil", "Industry 4.0 in Brazil"}. Estes descritores foram adotados após a realização de testes com outros termos com a finalidade de obtenção dos melhores resultados para o trabalho em questão. As opções de configuração selecionadas no mecanismo de busca definiram-se de acordo com a plataforma de busca conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Configuração do mecanismo de busca pelo Portal SIBiUSP

Tipo de material:	Todos os tipos	Idioma	Qualquer idioma
Data de publicação:	2014 a 2020		

Fonte: Autoria própria (2019).

Ficaram definidas as seguintes regras para a segregação do material recuperado neste trabalho: "Alta relevância referente ao tema" e "Documento aborda os assuntos descritos do tema". Foi adicionada ainda a observação se o documento analisado menciona o assunto referente a "Desafios da Indústria 4.0 no Brasil".

A segregação foi obtida através das técnicas de leitura exploratória e seletiva no material coletado, inicialmente para uma segregação primária. A seguir, procedeu-se a técnica de leitura analítica, que tem por finalidade ordenar e resumir as informações contidas nas fontes, de forma que possibilitem a obtenção de respostas da pesquisa. E, por fim, procedeu-se à leitura interpretativa, que nem sempre ocorre separadamente da leitura analítica, buscando estabelecer relação entre o conteúdo das fontes pesquisadas e outros conhecimentos (GIL, 2002).

2. RESULTADOS

Para verificação da qualidade das publicações, foram utilizados o fator de impacto: i) JCR - *Journal Citation Reports* disponível pela Clarivate (<https://jcr.clarivate.com/>); ii) SJR disponível pela *SCImago Journal Rank* (<https://www.scimagojr.com/>) e iii) como parâmetro dos programas de pós-graduação, utilizou-se o *Qualis Periódicos* da CAPES disponível pela plataforma sucupira (<https://sucupira.capes.gov.br/>).

No site na plataforma de Busca Integrada da USP, dos duzentos e dezenove artigos localizados na base, cento e setenta eram na área de engenharia, treze na área de energia, quinze na área de meio ambiente e vinte e um na área de química, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da pesquisa por assunto no Portal SIBiUSP

Assunto	Quantidade de artigos	Menção	(%)
Engenharia	170	A1	30%
Energia	13	A2	12%
Meio Ambiente	15	B1	23%
Química	21	B2	17%
		B3	4%
		B4	1%
		B5	3%
		C	2%
		Sem avaliação	8%

Fonte: Autoria própria (2019).

Nota-se que o mesmo periódico, ao ser classificado em duas ou mais áreas distintas, pode receber diferentes avaliações. Isto não constitui inconsistência, mas expressa o valor atribuído, em cada área, à pertinência do conteúdo veiculado. Posto isso, não se pretende com esta classificação, que é específica para o processo de avaliação de cada área, definir qualidade de periódicos de forma absoluta (CAPES, 2020).

Tomando a questão de pesquisa relacionada à pergunta sobre a quantidade e a qualidade das publicações sobre a Indústria 4.0. Observa-se que: dos cento e setenta artigos na área de engenharia, apenas doze deles abordam o investimento governamental e tecnológico no Brasil e em outros países. Desses doze, lembrando que todos foram pesquisados na área de engenharia, seis artigos pertenciam à área de sociologia, citando a implementação e o investimento de tecnologia utilizando a Indústria 4.0 em empresas privadas no Brasil.

A seguir, o quadro 2 apresenta detalhadamente os periódicos e os respectivos artigos que abordam a questão ao investimento governamental e privado na área industrial e o investimento em pesquisas.

Quadro 2 – Título das revistas que publicaram os respectivos artigos que abordam o investimento governamental e o investimento de pesquisa no ramo Indústria 4.0

Descrição do Artigo
<p>1. Título da revista 01: Revista Produção e Desenvolvimento ISSN: 2446-9580</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B5 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Sociologia</p> <p>Título do artigo: Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades</p> <p>Aborda o investimento governamental na União Europeia – Mas não consta o Brasil. As PME'S na União Europeia fornecem cerca de 20% dos postos de trabalho no ramo industrial. Com investimentos semelhantes das multinacionais, adota equipes de TI através de estratégias multifacetadas. Por exemplo, a abordagem de Software “<i>AS a Service (Saa)</i>” facilita o acesso das PME's a serviços digitais inovadores sem precisar do investimento elevado ou licenças dispendiosas. Ademais, as PME's também podem integrar cadeias de abastecimento já existentes aproveitando o “<i>Know How</i>” adquirido ou focalizando em unidades de produção móveis e descentralizadas, utilizando tecnologias de impressão 3D. Essa integração possibilita que os parceiros possam desenvolver projetos comuns baseados em plataformas “<i>Open Source</i>”, acelerando o tempo de colocação dos produtos no mercado.</p>
<p>2. Título da revista 01: Revista Produção e Desenvolvimento ISSN: 2446-9580</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B5 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Sociologia</p> <p>Título do artigo: Desenvolvimento de um sistema para monitoramento e teleoperação de máquinas-ferramenta CNC via internet aderente à indústria 4.0.</p> <p>Aborda o investimento de indústrias manufatureiras em Brasília – DF que se utiliza de tecnologias da informação. Este artigo é uma proposta de implementação de um <i>framework</i> para monitoramento e teleoperação de máquinas-ferramenta CNC, tendo como elemento de teste e validação um centro de torneamento CNC da marca Romi, modelo Galaxy 15M, provido com controlador Fanuc 18i-Ta. A implementação tem como resultado um sistema com arquitetura cliente/servidor baseada na Web (CyberDNC), combinado com elementos aderentes a Indústria 4.0, como um serviço MTConnect para acesso a dados de CNC, serviço OPC via Web para interação com a máquina através de funções de PMC/PLC (<i>Programmable machine control</i> e <i>Programmable logic controller</i>).</p>
<p>3. Título da revista 01: Revista Produção e Desenvolvimento ISSN: 2446-9580</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B5 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Sociologia</p> <p>Título do artigo: Os desafios da metrologia por coordenadas nos processos de controlo das especificações dimensionais e geométricas de componentes técnicos, novo paradigma da indústria 4.0.</p> <p>Não menciona a questão de investimento. Porém, aborda o paradigma da implementação das tecnologias provenientes da Indústria 4.0 nas empresas brasileiras e internacionais. O artigo esclarece que as empresas mesmo utilizando a tecnologia em pleno século XXI, não se adaptaram totalmente ao universo tecnológico desta revolução, exemplificando esta situação como as máquinas de medição por coordenadas 3D, que disponibilizam sistemas de medição sofisticado e flexível, efetivando medições em diferentes tipos de sensores de contato, que é muito utilizado em processos de tomada de decisão.</p>

<p>4. Título da revista 02: DYNA (Sede: MEDELLÍN) ISSN: 0012-7353</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B2 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Engenharia I; II e IV</p> <p>Título do artigo: <i>Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an "industry 4.0" context.</i></p> <p>Não aborda a questão de investimento. Porém, aborda a implementação de uma planta de processamento de café, realizada por estudantes da Universidade Nacional da Colômbia. Foi utilizado para o estudo de caso de planejamento sistemático do “<i>Layout</i>” com base em uma visão modular, no seguimento da Indústria 4.0, integrando um sistema de “<i>design</i>” integrado permitindo o trabalho colaborativo com diferentes ferramentas de “<i>design</i>” e simulação para CAD.</p>
<p>5. Título da revista 01: Revista Produção e Desenvolvimento ISSN: 2446-9580</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B5 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Sociologia</p> <p>Título do artigo: Integração interfuncional em processos de desenvolvimento de produtos na era da indústria 4.0</p> <p>Aborda o investimento na integração interfuncional nas empresas brasileiras no ponto de vista tecnológico. Apresenta a integração interfuncional em processos e desenvolvimento de produtos no ramo da Indústria 4.0. Nas empresas brasileiras os processos de desenvolvimento de produtos, no ponto de vista tecnológico, aumentaram no decorrer dos últimos cinco anos. Ressalta a necessidade das empresas investirem no uso de sistemas inteligentes envolvendo conhecimentos de diversas áreas.</p>
<p>6. Título da revista 01: Revista Produção e Desenvolvimento ISSN: 2446-9580</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B5 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Sociologia</p> <p>Título do artigo: <i>Progresses in the development of a step-nc compliant additive manufacturing system</i></p> <p>Aborda o investimento em manufatura aditiva em impressões 3D. Argumenta o investimento em tecnologia através de um protótipo de manufatura aditiva (impressões 3D) desenvolvido por estudantes no laboratório de tecnologia da Universidade de Brasília. O sistema é baseado no STEP-NC³ com o foco de desenvolver modelos de informação. São apresentados o modelo de atividades do aplicativo na nomenclatura IDEF0 e o modelo de referência do aplicativo no EXPRESS⁴.</p>
<p>7. Título da revista 01: Revista Produção e Desenvolvimento ISSN: 2446-9580</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B5 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Sociologia</p> <p>Título do artigo: <i>Molds production progress mapping – a visual management tool for the industry 4.0</i></p> <p>Aborda o investimento em gestão visual no contexto da Indústria 4.0 para o mapeamento de progresso em Lisboa (Portugal). Apresenta a implementação da ferramenta de Gestão Visual para Indústria 4.0, conhecida como mapeamento do progresso de moldes. A gestão visual tem o foco de deixar transparente as metas que deverão ser atingidas. O contexto do mapeamento de progresso na Indústria 4.0 não irá interferir na tecnologia da internet das coisas, ou nos equipamentos tecnológicos desta tendência. O MPM irá utilizar o planejamento e controle de produção, aproveitar a informação, tratá-la de forma estruturada e devolve ao utilizador, informação simples, concisa e atualizada para poder decidir em tempo real.</p>

³ STEP-NC - Uma linguagem de controle de máquinas no ramo industrial.

⁴ EXPRESS - Método de descrição de dados que especifica todas as informações técnicas de um produto de forma consistente, usando um estilo de modelo de dados baseado em no relacionamento Entidade-Atributo.

<p>8. Título da revista 03: Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial ISSN: 1697-7920, 1697-7912</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B2 JCR = 1.036 / Q4 SJR = 0.38 / Q2</p> <p>Área de avaliação: Engenharia III e IV</p> <p>Título do artigo: <i>Automation Architecture based on Cyber Physical Systems for Flexible Manufacturing within Oil&Gas Industry</i></p> <p>Aborda o investimento em sistemas ciberfísicos no País Basco. A tecnologia relatada no texto é de uma arquitetura automatizada em sistemas ciberfísicos em uma indústria de petróleo e gás, promovendo baixo custo na economia e novas abordagens de desenvolvimento para aumentar a flexibilidade e eficiência das operações de produção em uma planta industrial. A arquitetura implementada foi o Sistema de Produção ciberfísico que é composto por um conjunto de componentes que gerenciam um conjunto de modelos que representam o mundo físico, a troca de informações, bem como as informações que devem ser coletadas da planta.</p>
<p>9. Título da Revista 04: Cirugía Española ISSN: 0009-739X, 1578-147X</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B3 JCR = 1.323 / Q3 SJR = 0.23 / Q3</p> <p>Área de avaliação: Medicina</p> <p>Título do artigo: Ingeniería de diseño en Cirugía. Cómo diseñar, probar y comercializar dispositivos quirúrgicos fabricados con impresión 3D?</p> <p>Aborda o investimento em tecnologia nos dispositivos cirúrgicos feitos através de impressão 3D. Apresenta o projeto na área de engenharia mecânica, desenho e artes gráficas na Universidade de Oviedo (Espanha) sobre dispositivos cirúrgicos feitos com impressão 3D. A tecnologia utilizada para este projeto, patenteado pela universidade, utilizou a tecnologia em modelação sólida e manufatura aditiva e a internet das coisas, pois com o acesso à internet haverá compartilhamento de arquivos e troca de experiência entre as equipes.</p>
<p>10. Título da Revista 05: <i>International Journal of Production Economics</i> ISSN: 0925-5273, 1873-7579</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = A2 JCR = 5.134 / Q1 SJR = 2.38 / Q1</p> <p>Área de avaliação: Economia</p> <p>Título do artigo: <i>The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance</i></p> <p>Aborda o investimento em tecnologia na Indústria 4.0 nas empresas brasileiras. O artigo está embasado em um levantamento de 27 setores industriais que representa 2.225 empresas na indústria brasileira. Foram analisadas tecnologias da Indústria 4.0 que são vistas como promissoras para o desempenho industrial. Entretanto, o investimento não é suficiente para as indústrias que aderem a esta nova revolução. Por exemplo, o investimento de <i>software</i> não levou a bons resultados em benefício do mercado. Para melhoria, as empresas devem investir em <i>software</i> de aquisição para automatizar as rotinas operacionais como a ICT⁵, que agrega mais a vantagem competitiva. O fato de o Brasil ser um país emergente e de apresentar um baixo nível de digitalização exige das indústrias brasileiras a necessidade de investimentos governamentais para atingirem ao patamar dos países desenvolvidos.</p>
<p>11. Título da revista 06: <i>Annual Reviews In Control</i> ISSN: 1367-5788</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = A1 JCR = 4.987 / Q1 SJR = 1.71 / Q1</p> <p>Área de avaliação: Engenharia IV</p> <p>Título do artigo: <i>An approach to support Industry 4.0 adoption in SMEs using a core-metamodel</i></p> <p>Aborda o investimento em tecnologia nas PME's. Apresenta a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 em PME's na França e Itália. Percebe-se que para as PME's a não aderência a esta revolução é proveniente do desconhecimento dos recursos avançados na área de TI⁶.</p>

⁵ ICT – *Information and Communication Technologies* (Tecnologias da Informação e Comunicação).

⁶ TI – Tecnologia da informação

<p>12. Título da revista 07: Revista ENIAC Pesquisa ISSN: 2316-2341</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B5 JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Engenharia IV</p> <p>Título do artigo: Indústria 4.0: Implementação em uma indústria de rodas</p> <p>Aborda o investimento em tecnologia em processo fabril para 2030. Quando a Indústria 4.0 surgiu em 2011, o Brasil chegou muito tarde para poder discutir sobre a implementação no país. Além disso, foi afetado por uma crise econômica, mas o governo admite que há tempo das empresas aderirem a esta revolução. Um dos desafios para o Brasil é: a queda da produção industrial que ocorreu entre 2006 e 2016. A participação da indústria no PIB nos anos de 1985 a 2016 teve redução de 10% por conta de outros modelos de negócio implementados pela tecnologia, alterando a estrutura de produção. Por conta da crise econômica brasileira, a competitividade em manufatura estava na 5ª posição em 2010, mas caiu para 29ª posição em 2016. Ademais, no <i>ranking</i> de inovação tem sofrido queda: no crescimento em produtividade, no investimento em pesquisa e desenvolvimento e na alta tecnologia. No entanto, a literatura aponta também os benefícios que trará ao Brasil. Uma pesquisa feita pela CNI em 2016 com a <i>Accenture</i> revela uma previsão de que o PIB brasileiro possa atingir US\$ 30 bilhões até 2030 e ainda haverá maior flexibilidade em processo fabril, aumento de eficiência, interação de empresas em escala global, e customização de produtos de acordo com as necessidades dos consumidores pela comunicação instantânea.</p>
<p>13. Título da revista 08: Revista Novos Estudos - CEBRAP ISSN: 0101-3300, 1980-5403</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = B3 JCR = Não identif. SJR = 0.22 / Q3</p> <p>Área de avaliação: Engenharia III</p> <p>Título do artigo: O Brasil e a nova onda da manufatura avançada</p> <p>O artigo aborda o investimento público e privado no Brasil. O setor público e privado deverá investir constantemente em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para não ocorrer a estagnação nesses setores. Este é um desafio diante do aumento da crise de investimento no país. Para que o Brasil se enquadre na indústria do futuro, deve ocorrer uma transformação da estrutura da economia. Entretanto, o Brasil não deve recuar por conta de todos esses fatores, uma vez que tem a manufatura avançada dada por iniciativa tanto do setor público e privado. Uma pesquisa realizada pela CNI em 2016 relata que 48% das empresas brasileiras aderem tecnologias digitais na produção, principalmente no setor de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos. As demais empresas brasileiras estão distantes desta adesão da: automação, impressão 3D e serviços em nuvem para o suporte da manufatura avançada. O crescimento brasileiro na Indústria 4.0 requer um programa que tenha a colaboração de investimento público e privado.</p>
<p>14. Título da revista 09: XXVI – SIMPEP: Simpósio de Engenharia de Produção ISSN: 1809-7189</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = C JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Matemática / Probabilidade e Estatística⁷</p> <p>Título do artigo: Um estudo sobre o nível de maturidade 4.0: uma avaliação em oito empresas no interior do estado de São Paulo</p> <p>Aborda o investimento em tecnologias na Indústria 4.0 em empresas públicas e privadas. Um dos principais desafios do Brasil para alavancar na Indústria 4.0, são os altos investimentos financeiros para o desenvolvimento tecnológico. O assunto principal da pesquisa foi investigar se as empresas localizadas no interior de São Paulo, possuem níveis de maturidade em relação a Indústria 4.0. Das oito indústrias estudadas, seis possuem conhecimento sobre a Indústria 4.0. As indústrias que possuem o conhecimento básico são: a) indústria alimentícia que busca por inovação, automatização de processos. Porém, precisa de investimento para avançar; b) indústria bioquímica que necessita de automatização de processos e de conexão com pessoas e máquinas; c) indústria moveleira, também, não tem conhecimento sobre fábricas do futuro e possui a falta de capacidade e maturidade para conectar o mundo físico com o real e efetuar a geração de relatórios durante o processo produtivo com os sistemas</p>

⁷ O ISSN: 1809-7189 para a revista SIMPEP não está enquadrado na área de engenharia, mas, apenas na área de matemática.

<p>de análises; d) indústria farmacêutica que pretende se aprofundar no assunto para automatizar os processos. Duas empresas de indústria de metal e mecânica não tem o conhecimento de fábricas do futuro, mas pretende melhorar os conceitos para avançar neste paradigma. As outras indústrias que possuem o conhecimento necessário, mas não estão implementando este modelo são: a) indústria aeronáutica que possui a necessidade de implantar e desenvolver processos e b) a indústria de citricultura que possui a necessidade de automatizar processos.</p>
<p>15. Título da revista 10: XXXVII - ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção ISSN: 2594-9713</p> <p>Classificação: <i>Qualis</i> = Não identif.⁸ JCR = Não identif. SJR = Não identif.</p> <p>Área de avaliação: Não Aplicado</p> <p>Título do artigo: Uma proposta para avaliação do nível de preparo da indústria nacional à luz do paradigma 4.0</p> <p>Aborda o investimento em tecnologia nas indústrias brasileiras. O artigo aborda os desafios que a indústria brasileira enfrenta com o uso de tecnologias ultrapassadas e a ausência de profissionais qualificados para novas tecnologias. Um estudo de caso realizado nas empresas nacionais. A maioria das empresas ainda está se familiarizando com a digitalização e os impactos na competitividade. Entretanto, 42% das empresas analisadas não identificaram as tecnologias digitais para dar impulso na competitividade na indústria. As empresas que foram investigadas estão encontrando soluções para implementar a manufatura avançada. No entanto, as empresas possuem certo receio sobre os custos de implantação e o de quanto será o retorno de investimento (se haverá prejuízo ou não).</p>

Fonte: Autoria própria (2020).

Conforme a tabela 2 nota-se que, apesar da quantidade de artigos localizados na plataforma de busca no SIBiUSP, uma pequena parcela destes artigos atendeu ao interesse de estudo. Isto representa que 29% dos periódicos possuem *Qualis* A1, A2 e B2 e 50% deles possuem um bom fator de impacto Q1 e Q2, embora, este último tenha uma Q4 no JCR. Porém, os periódicos 01, 05, 08, 09 e 10 foram os que mais contribuíram com o propósito de responder as questões deste estudo. Sendo o periódico 05 com o artigo mais indicado para a pesquisa.

Tabela 2 – Título das revistas que publicaram os artigos que estão no escopo da pesquisa

Revista	Qtd. Artigos	<i>Qualis</i>	JCR	SJR	> Aderência Quest. Pesq.	Área
01	6	B5	-	-	*	Sociologia
02	1	B2	-	-		Engenharia
03	1	B2	1.036 / Q4	0.38 / Q2		Engenharia
04	1	B3	1.323 / Q3	0.23 / Q3		Medicina
05	1	A2	5.134 / Q1	2.38 / Q1	*	Economia
06	1	A1	4.987 / Q1	1.71 / Q1		Engenharia
07	1	B5	-	-		Engenharia
08	1	B3	-	0.22 / Q3	*	Engenharia
09	1	C	-	-	*	Matemática
10	1	-	-	-	*	-

Fonte: Autoria própria (2020).

⁸ *Qualis* da revista ENEGEP ISSN: 2594-9713 pertencente à ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção não foi identificado pelo Portal da CAPES Periódicos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o entendimento do mundo à nossa volta advenha da informação captada pelos nossos sentidos, não podemos em eles confiar para conhecer a verdade. Portanto, este estudo utilizou da pesquisa científica como instrumento que amplia nossa percepção da realidade. Ademais, buscou compreender a relação da informação que testa as hipóteses de pesquisa (apresentada na introdução como objeto de estudo na forma de um portfólio de artigos), aliado a qualidade da informação obtida, como validador das argumentações que responde a pergunta de pesquisa proposta neste mesmo estudo. Com isto, são necessárias duas considerações antes do desfecho final: i) uma para as hipóteses que traz a informação como conhecimento obtido por este estudo realizado e ii) outra para a pergunta de pesquisa, que ao mesmo tempo valida a qualidade da primeira (i).

A primeira consideração é a revelação do estudo, o conhecimento alcançado, com base nas hipóteses, acerca dos investimentos públicos ou privados, que tomou como base a seguinte questão: *“O governo (ou mesmo com a participação da indústria privada) está investindo em fonte de recursos, como por exemplo: universidades, pessoas, equipamentos tecnológicos em pesquisa ou em outro recurso que poderão alavancar a Indústria 4.0 no Brasil?”*.

O estudo revela que o Brasil ainda possui dificuldades de investimento, tanto em empresas brasileiras do setor público quanto do setor privado, para implementar a Indústria 4.0 oficialmente. Embora se almeje esta transformação, ela ainda é postergada, por conta das dificuldades, de crises econômicas mundiais e brasileiras.

Na área industrial brasileira, o ramo de processos de desenvolvimento tecnológico aumentou nos últimos cinco anos, mas ainda falta o investimento público e privado nas empresas para implementar sistemas inteligentes. Segundo dados do artigo *“The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance”*, utilizado nesse estudo, foram observadas que em 2.225 empresas, provenientes de 27 setores industriais, faltam investimentos em *software* de aquisição na automatização de rotinas operacionais. Ressalta-se que esses investimentos poderiam aumentar a vantagem competitiva com a aquisição de tecnologias de *big data* e computação em nuvem, entre outras tecnologias.

Outro estudo, intitulado *“Um estudo sobre o nível de maturidade 4.0: uma avaliação em oito empresas no interior do estado de São Paulo”*, abordou oito indústrias paulista no setor público e privado (não cita o nome das indústrias) e apresentou a ausência de conhecimento sobre as tecnologias da Indústria 4.0, além da qualificação de profissionais de TI para trabalharem com estas tecnológicas. Com esta percepção e a de outro estudo de caso realizado,

confirma-se que nas empresas nacionais um dos desafios é o uso de tecnologias ultrapassadas e a falta de profissionais qualificados. Além disso, diversas empresas têm preocupação com o retorno de investimento em tecnologias deste novo paradigma, pois, ainda estão se adaptando com as tecnologias tradicionais e a digitalização.

Neste mesmo caminho encontra-se o investimento em pesquisa por parte do governo brasileiro, embora algumas iniciativas isoladas tenham ocorrido, como é o caso da construção de um protótipo de manufatura 3D pelos alunos da Universidade de Brasília. Nota-se a necessidade do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para que não ocorra a estagnação nos setores industriais, pois, isto poderá provocar um aumento da crise nos demais setores. Contudo, a pesquisa conjunta entre a CNI⁹ e a *Accenture* prevê que o PIB do Brasil possa atingir US\$ 30 bilhões até 2030 incluir citação e a interação das empresas brasileiras em escala global, com a flexibilização em processo fabril e a customização de produtos atendendo as necessidades dos consumidores (CNI, 2016). Isto leva a crer que mesmo com esses obstáculos apresentados, o Brasil terá recursos para investimento. No entanto, sem o investimento suficiente nos setores público e privado, como também em pesquisas, não será possível o crescimento no ramo da Indústria 4.0.

Para a segunda consideração, neste mesmo portfólio de artigos, no que tange a questão: *“O quanto de material de pesquisa nacional vem sendo publicado, acerca da indústria 4.0 e o grau de qualidade destas publicações?”*, percebe-se que 82% dos artigos estão no extrato A1, A2, B1, B2, conforme tabela 1. Isso revela que os programas de pós-graduação que produziram estes artigos possuem ótima qualidade, conforme as menções *Qualis* recebidas nos respectivos periódicos. Inclusive, demonstrando indiretamente que a qualidade, tanto quanto as quantidades de artigos produzidos por estes programas são relevantes na produção do conhecimento científico.

Seria possível ter a finalização deste estudo, com a questão de pesquisa respondida e testada pelo objeto de estudo. Porém, utilizando-se da pesquisa científica como instrumento que amplia nossa percepção da realidade. Ressaltando-se a necessidade de medir e analisar a produção científica, pois esta produção tem aumentado à medida que cresce o número de pesquisas e periódicos. Ainda, faz-se necessário acompanhar as revistas, para que possam ser avaliadas e mensuradas de acordo com critérios aceitos pelas comunidades científicas de cada área do conhecimento (ANNA, 2017).

⁹ CNI – Confederação Nacional da Indústria. A CNI é a principal representante da indústria brasileira na defesa e na promoção de políticas públicas que favoreçam o empreendedorismo e a produção industrial, num setor que reúne quase 1,3 milhão de estabelecimentos no país (CNI, 2016).

Para a ampliação da percepção obtida acerca da revelação do estudo, tomou-se o cuidado da identificação de cada artigo quanto a sua contribuição no teste das hipóteses, bem como no grau de impacto dos periódicos, ao mesmo tempo em que toma como base as menções do *Qualis*, conforme tabela 2. Percebe-se que há poucas publicações no interesse deste estudo e notadamente a qualidade dos periódicos, quando; se observou aqueles artigos que mais contribuíram para responder à pergunta de pesquisa. Isto indica que a revelação dada por este estudo, deve ser vista como geradora de hipótese a ser confirmada por estudos de maior tamanho amostral.

Como desfecho final deste estudo que buscou trazer um conhecimento, bem como o seu grau confirmatório, teve como preocupação a confiabilidade desta pesquisa. Pois, é notado um crescimento das publicações, resultado de mudanças realizadas no sistema de avaliação de programas de pós-graduação da CAPES, que passou a priorizar a “produtividade” ao invés da “qualidade”. É importante considerar que, mesmo havendo essa preocupação e esforços despendidos, o estabelecimento dos padrões e critérios para qualificação dos periódicos, normalmente, não tendem a definir a qualidade de periódicos de forma absoluta, fato esse que, segundo Anna (2017), se demonstra nas dificuldades, desafios e subjetividades inseridas no processo de avaliação e qualificação da literatura periódica.

Sendo assim, com a valorização da “produtividade acadêmica”, na tentativa de atender a este requisito gerado por uma cobrança intelectual, a qualidade da produção científica tem sofrido drasticamente em prol do volume de publicações, causando um efeito colateral indesejável. Como resultado, conforme levantado por Santos e Rabelo (2017), esta cobrança tem gerado publicações pouco originais ou que praticamente nada acrescentam à literatura e redundância de publicações com fragilidades na consistência das metodologias, argumentos e conclusões.

REFERÊNCIAS

- ANNA, J. S. **Avaliação e qualificação de periódicos científicos: uma análise do QUALIS/CAPES nos principais periódicos científicos de ciência da informação no Brasil**. VII SECIN, p. 284–310, 2017. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/cinf/index.php/secin2017/secin2107/paper/viewFile/476/279>>. Acesso em dezembro 2019.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRICS BRASIL 2019. **O que é BRICS?** Disponível em: <http://brics2019.itamaraty.gov.br/sobre-o-brics/o-que-e-o-brics>. Acesso em novembro de 2020.

BRITO, Alexandra Antônia Freitas de Brito. **A Quarta Revolução Industrial e as Perspectivas para o Brasil**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 07. Ano 02, Vol. 02. p. 91-96, Outubro de 2017. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/quarta-revolucao-industrial>. Acesso em abril de 2019.

CAPES. **Avaliação Qualis**. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/avaliacao/qualis>. Acesso em agosto de 2020.

CNI. **Desafios para indústria 4.0 no Brasil**. Confederação Nacional da Indústria, n. INDUSTRIA 4.0, p. 17, 2016.

FOLHA DE SÃO DE PAULO. **Corte orçamentário de 42% em Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/04/corte-orcamentario-de-42-em-ciencia-e-tecnologia-preocupa-entidades.shtml>. Acesso em junho de 2020.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de Conteúdo**. 5 ed. Campinas: Autores Associados, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2002.
GRUPO WEB OF SCIENCE. **A Pesquisa no Brasil: Promovendo a excelência** Sumário Executivo. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://anpoll.org.br/anpoll2019/wp-content/uploads/2019/09/Pesquisa-no-Brasil.pdf>. Acesso em junho de 2020.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATT, Dominik T.; MODRÁK, Vladimír; ZSIFKOVITS, Helmut. **Industry 4.0 for SMEs: Challenges, Opportunities and Requirements**. Springer Nature, 2020.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, I. E C. **Indicadores Nacionais de Ciência Tecnologia e Inovação**. Brasília - DF: Coordenação Geral de Gestão Institucional, 2019.

POPKOVA, Elena G.; RAGULINA, Yulia V.; BOGOVIZ, Aleksei V. (Ed.). **Industry 4.0: Industrial revolution of the 21st century**. Springer, 2019.

RALOLA, L. **Senge - Sindicatos dos Engenheiros Bahia - 2018**. Disponível em: <http://sengeba.org.br/uma-fuga-de-cerebros-ameaca-o-brasil-e-a-soberania-nacional/>. Acesso em junho de 2020.

SANTOS, L. R.; RABELO, D. M. R. S. **Produção Científica: Avaliação, Ferramentas E Indicadores De Qualidade**. Ponto de Acesso, v. 11, n. 2, p. 3, 2017.

SENADO BRASIL. **Investimento em pesquisa e desenvolvimento no Brasil e em outros países: o setor privado**. Disponível em: <https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/inovacao/ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil/investimento-em-pesquisa-e-desenvolvimento-no-brasil-e-em-outros-paises-o-setor-privado.aspx>. Acesso em junho de 2020.

USTUNDAG, Alp; CEVIKCAN, Emre. **Industry 4.0: managing the digital transformation**. Springer, 2017.