

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ADVENTO DA AUTOMAÇÃO E A INDÚSTRIA 4.0 EM SEGMENTOS DIVERSOS NO CENÁRIO BRASILEIRO: REVISÃO INTEGRATIVA

141

CONSIDERATIONS ON THE ADVENT OF AUTOMATION AND INDUSTRY 4.0 IN DIFFERENT SEGMENTS IN THE BRAZILIAN SCENARIO: INTEGRATIVE REVIEW

Cassia Cristina da Silva¹; Rafael Figueiredo Souza¹; Joaquim M. F. Antunes Neto²

1- Formandos do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial da Faculdade de Tecnologia de Itapira “Ogari de Castro Pacheco” (FATEC – Itapira). 2- Doutor em Bioquímica (Instituto de Biologia – UNICAMP), Especialista em Tecnologias da Indústria 4.0 (Faculdade Focus). Docente da FATEC – Itapira.

Contato: joaquim.antunes@fatec.sp.gov.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar estudos de casos sobre o cenário do advento da automação na indústria brasileira, na perspectiva da indústria 4.0, e quais os benefícios e/ou dificuldades detectados e enfrentados defronte esta realidade inevitável. Para tanto, desenvolveu-se uma revisão bibliográfica com embasamento integrativo, contemplando as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Os critérios de inclusão permitiram a participação de textos originais (artigos científicos, trabalhos monográficos, dissertação de mestrado e tese de doutorado) baseados em estudos de casos, escritos na língua portuguesa e publicados entre 2016 e 2021. Sete segmentos distintos da indústria brasileira (construção civil, automotivo, papel e celulose, têxtil, ração animal, ortopédico e automobilístico) e um segmento de suporte logístico (distribuição de medicamentos) foram analisados por meio de estudos de casos desenvolvidos em programas de especialização, mestrado e doutorado. Foram identificados três desafios e tendências na gestão do que se espera da Indústria 4.0 nos cenários apresentados: o desenvolvimento dos trabalhadores, o compartilhamento de conhecimento e o uso de novas tecnologias. Por fim, concluiu-se que conhecimento é elemento inerente dos processos de gestão, pois a partir dele cria-se a possibilidade de identificação dos objetivos estratégicos da organização, agregando-se valor aos investimentos de quaisquer tecnologias habilitadoras.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Automação. Cenário brasileiro. Revisão integrativa.

ABSTRACT

This work aims to analyze case studies on the scenario of the advent of automation in Brazilian industry, from the perspective of industry 4.0, and what are the benefits and/or difficulties detected and faced in the face of this inevitable reality. Therefore, a bibliographic review was developed with an integrative basis, covering the stages of identification, screening, eligibility and inclusion. The inclusion criteria allowed the participation of original texts (scientific articles, monographic works, master's dissertation and doctoral thesis) based on case studies, written in Portuguese and published between 2016 and 2021. Seven distinct segments of Brazilian industry

(construction civil, automotive, pulp and paper, textile, animal feed, orthopedic and automotive) and a logistics support segment (drug distribution) were analyzed through case studies developed in specialization, master's and doctoral programs. Three challenges and trends were identified in the management of what is expected of Industry 4.0 in the scenarios presented: the development of workers, the sharing of knowledge and the use of new technologies. Finally, it was concluded that knowledge is an inherent element of management processes, as it creates the possibility of identifying the strategic objectives of the organization, adding value to the investments of any enabling technologies.

Keywords: Industry 4.0. Automation. Brazilian scenario. Integrative review.

INTRODUÇÃO

Desde o início da industrialização, em meados do século XIX, avanços tecnológicos levaram a mudanças de paradigmas. Foram as chamadas "revoluções industriais". A primeira, com o uso da energia a vapor quebrou o paradigma da produção artesanal. Com o advento da energia elétrica, no final do século XIX, surge a segunda revolução industrial. Com a cibernética e a digitalização generalizada, veio a terceira revolução industrial. Atualmente, a combinação de diversas tecnologias, internet e os chamados objetos inteligentes (máquinas e produtos), apontam para uma nova revolução industrial, a chamada Indústria 4.0, apresentando novos paradigmas para a indústria de manufatura (PICCHINI et al., 2020). Essas novas tecnologias são conhecidas como tecnologias habilitadoras que, quando aplicadas em conjunto, integram o mundo virtual e o físico, possibilitando o trabalho colaborativo de máquinas e humanos com maior eficiência e mínima ociosidade e desperdício (HALTENBURG; MOREIRA; SANTOS, 2019).

Melo (2020) explica que o termo Indústria 4.0 surgiu em um projeto de estratégias voltada à tecnologia do governo alemão na feira de Hannover, em 2011. O grupo responsável pelo projeto, conduzido por Siegfried Dais e Kagermann, apresentou recomendações para o planejamento da implantação, em 2012. Souza e Bonette (2019) colocam que tal programa visava juntar investimentos governamentais e da própria indústria, para que todas suas áreas de seu processo produtivo fossem conectadas através de redes inteligentes, levando assim a produção industrial a realizar uma nova revolução industrial, no qual processos governam a si mesmo. Já descreviam que se trataria de uma realidade em que as redes globais estariam estabelecidas pelas empresas sob a forma de Sistemas Físico Cibernéticos (CPS – *CyberPhysical Systems*), incorporando máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção que seriam capazes de trocar informação e cooperar de forma autônoma através da Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) e, conseqüentemente, desencadeando ações e controlando uns aos outros de forma independente (SANTOS; MANHÃES; LIMA, 2018).

A essência do conceito reside na utilização de processos que envolvem a manipulação de máquinas gerenciadas por inteligência tecnológica, como a robótica colaborativa, mostrando-se substancialmente presente nas indústrias de manufatura, e seus processos podem ser associados às chamadas fábricas inteligentes, nas quais a tecnologia é utilizada para otimizar as atividades,

buscando, portanto, garantir resultados precisos em comparação com empresas que não estão incluídas no modelo da indústria 4.0 (CHAVES JUNIOR, 2021).

O uso de tecnologias se torna algo orgânico, de acordo com Barbosa (2019). Tem-se conceitos como o de big data, automação, controle, robótica, impressão 3D, internet das coisas, sistemas ciberfísicos e inteligência artificial sendo considerados diferenciais no processo produtivo, fazendo com que o mesmo possua ganhos de produtividade e eficiência em uma escala exponencial (BUDIN; LOPES, 2019). Assim, ao analisar as tecnologias aplicadas pela indústria 4.0, verifica-se que disruptividade e irreversibilidade são suas características básicas, impactando substancialmente as diversas áreas do conhecimento (CHAVES JUNIOR, 2021).

Cavalcante (2019) aponta que a inovação tecnológica se constitui no processo pelo qual novos produtos, equipamentos, processos de produção e distribuição de bens e serviços, e métodos gerenciais se introduzem em nível macro na economia. Com o surgimento constante de novas tecnologias torna-se conveniente repensar o produto ou o processo de produção e verificar se as necessidades dos clientes podem ser atendidas de uma forma mais plena ou econômica. Desse modo, é válido salientar que o mais importante neste contexto de inovações é identificar as tecnologias que poderão ser adotadas pela organização para aumentar o valor agregado do produto na percepção dos clientes e assim, garantir um processo sustentável da produção e do consumo pela sociedade. Tem-se, aqui, um grande desafio desta nova sociedade da automatização (CAVALCANTE, 2019).

É notória, na perspectiva de Couto (2018), que a obtenção de vantagens competitivas por meio de sistemas de gestão eficazes é condição necessária à sobrevivência das empresas e a tecnologia surge como fator chave de sucesso, permitindo a diferenciação entre concorrentes. Além da otimização de custos e processos, melhorias e inovações em produtos e serviços provenientes da implementação de conceitos da indústria 4.0, é necessário a criação de novas estratégias e a necessidade de colocá-las em ação com a participação de todos os seus colaboradores (COUTO, 2018).

Enquanto problema deste estudo, nota-se que a indústria 4.0 engloba conceitos de relevância quanto a automação e tecnologia da informação, que estão inseridos na cadeia produtiva favorecendo as inovações. Para definir os passos para a implementação da Indústria 4.0, é necessário determinar o estado a ser alcançado, o que torna mais clara a visualização do caminho a ser seguido (HALTENBURG, 2019). Desta forma, por intermédio de uma revisão bibliográfica integrativa, pautando-se na relevância da automação (elemento da indústria 3.0) enquanto elemento primordial para implantação do que se entende como Indústria 4.0, surge a justificativa do presente estudo.

O processo de automação pode ser entendido como a substituição do homem pela máquina na realização de determinadas profissões e tarefas, principalmente aquelas que são repetitivas, e que possui algumas tendências gerais na relação homem-máquina-trabalho, tais quais (MATA; ALMEIDA, 2020): a) automação substitui trabalhadores; b) máquinas substituem tarefas, não

empregos; c) automação complementa o trabalho; d) automação pode aumentar a demanda, criando novos trabalhos; e) aumento de capital e mão de obra estimula a inovação; e a f) possibilidade tecnológica não é o mesmo que realidade tecnológica. À luz dos atributos do conceito de automação, surge a problemática do estudo com o enfoque na Indústria 4.0.

Os eventos integrativos vistos na Indústria 4.0 ocorrem devido a junções dos agentes produtivos e a troca automática de informação assumindo um determinado grau de consciência. Esta consciência torna o sistema produtivo inteligente o suficiente para prever o roteiro de fabricação e manter as máquinas em estado de alerta para serem acionadas. Essas fábricas, capazes de controlar seu processo de produção e gerenciar o sistema de fabricação, são chamadas de Fábricas Inteligentes (SANTOS; MANHÃES; LIMA, 2018). Simoni e Ceconello (2020) também colocam que, com o aumento da complexidade em todos os processos, surge a incerteza sobre as respectivas capacidades organizacionais e tecnológicas e estratégias adequadas para implementar tais conceitos de forma eficiente e eficaz. Percebe-se que as empresas enfrentam problemas em compreender e determinar seu nível de maturidade em relação ao domínio de novos conceitos industriais surgidos mundialmente.

O desenvolvimento de sistemas de produção baseados em tecnologias da informação e comunicação (TIC) com tecnologias de fabricação de alta qualidade e capacidades inteligentes são fundamentais para a indústria na era 4.0, de acordo com Kippel e Pitassi (2019), pois visam aperfeiçoar seu desempenho com um alto grau de autonomia e adaptabilidade para uma combinação equilibrada de alta produtividade com produção precisa, incluindo a implementação do conceito de manufatura sustentável. Para se alavancar a interconectividade das máquinas para o alcance do objetivo de máquinas inteligentes, resilientes e auto adaptáveis, tem-se que dominar um conhecimento agregado de componentes e informações no nível de máquina (autoconfiguração e automanutenção) na perspectiva de que a fábrica garanta uma produção livre de problemas e também ofereça planejamento de produção otimizado para gerenciamento da fábrica (KIPPEL; PITASSI, 2019).

Considerando todo o exposto, o presente artigo tem como objetivo analisar estudos de casos sobre o cenário do advento da automação na indústria brasileira, na perspectiva da indústria 4.0, e quais os benefícios e/ou dificuldades detectados e enfrentados defronte esta realidade inevitável.

METODOLOGIA

De acordo com Gil (2010), trata-se de um trabalho de graduação com objetivo descritivo e de abordagem qualitativa, pois vem sendo concebido por intermédio de uma revisão bibliográfica de caráter integrativa para aprofundamento de três contextos, definidores das palavras-chave: “indústria 4.0”, “automação” e “Brasil”. Os descritores surgiram com a formulação da questão norteadora do estudo: como diferentes cenários do setor industrial

brasileiro têm se adequadado ao advento da automação para que se insiram no contexto da indústria 4.0?

A base de dados indexados disponibilizada na internet para a busca do material bibliográfico foi o Google Acadêmico, um sistema de buscas refinadas do Google que oferece ferramentas de buscas de diversas fontes acadêmico-científicas. O SCIELO, uma biblioteca virtual que abrange coleção selecionada de periódicos brasileiros, e o Portal de Periódicos da CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior subordinada ao Ministério da Educação) também foram previamente pesquisados, mas na fase de triagem detectou-se que os materiais destes eram localizados no Google Acadêmico.

Durante o levantamento do material bibliográfico, tornou-se necessário estabelecer critérios de inclusão e exclusão destes para o processo de desenvolvimento textual. Os critérios de inclusão permitiram a participação de textos originais (artigos científicos, trabalhos monográficos, dissertação de mestrado e tese de doutorado) baseados em estudos de casos, escritos na língua portuguesa e publicados entre 2016 e 2021. Os critérios de exclusão consideraram a não relação com a questão norteadora da pesquisa e inconsistências com os títulos e resumos dos trabalhos obtidos.

A estratégia de revisão integrativa é totalmente atrelada a justificativa do estudo, pautada pela problematização, e aos objetivos geral e específicos. Sugere-se que processos de identificação e triagem sejam realizados em conjunto com todos os pesquisadores envolvidos na pesquisa, para que a discussão avance no sentido de reconhecer com mais objetividade e agilidade os materiais que se adequam a questão norteadora. Na fase de identificação, utilizando-se dos descritores “indústria 4.0” e “automação” e “indústria brasileira”, localizou-se 5.370 materiais (delineando-se a busca “com todas as palavras” e “em qualquer lugar no artigo”). A Tabela 1 apresenta o número de materiais disponibilizados pelo Google Acadêmico.

Tabela 1. Quantidade de publicações existentes no Google Acadêmico (18/09/2021) considerando a combinação dos descritores.

1990 - 2000	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015	2015 - 2020
123	288	522	852	3.840

Fonte: elaborado pelos autores.

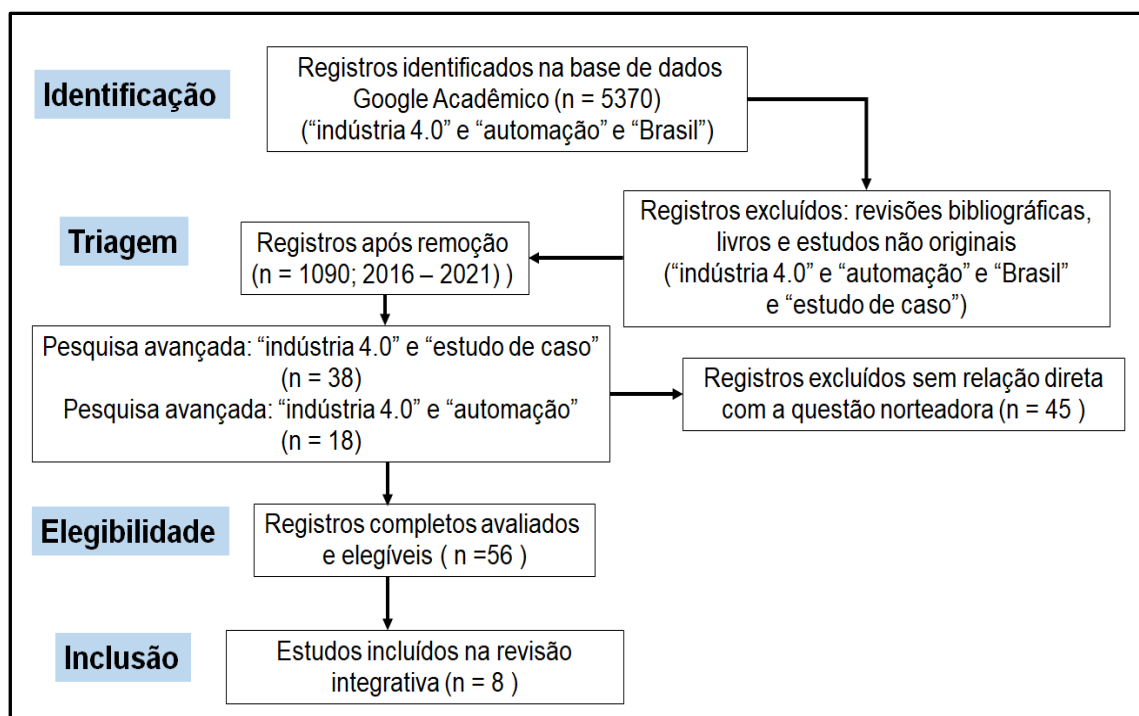
Ao restringir o período de busca aos últimos cinco anos (2016 – 2021), agora trazendo dentre os descritores o termo “estudo de caso” (“indústria 4.0” e “automação” e “Brasil” e “estudo de caso”), chegou-se a 1.090 materiais (2016 – 2021).

Com estes atributos determinados na fase de triagem, excluíram-se registros de revisões bibliográficas, livros e estudos não originais. Ainda na fase

de triagem, fez-se uma busca avançada por meio da ferramenta do próprio Google Acadêmico, solicitando-se no campo “frase exata” o termo “indústria 4.0” e no campo “com todas as palavras” o termo “estudo de caso”, obtendo-se 36 estudos. Da mesma forma, fez-se a busca com a combinação no campo “com todas as palavras” do termo “automação”, chegando-se a 18 materiais. Todos os estudos foram lidos em sua íntegra na fase de elegibilidade, designando para a inclusão no Quadro 1 oito estudos de casos.

A Figura 2 apresenta o fluxograma – rigoroso tal qual uma revisão sistemática deve ser – na perspectiva da revisão bibliográfica integrativa proposta neste estudo.

Figura 2. Fluxograma da revisão integrativa.



Fonte: elaborado pelos autores.

RESULTADOS

Observa-se pelo Quadro 1 sete segmentos distintos da indústria brasileira (construção civil, automotivo, papel e celulose, têxtil, ração animal, ortopédico e automobilístico) e um segmento de suporte logístico (distribuição de medicamentos) analisados por meio de estudos de casos desenvolvidos em programas de especialização, mestrado e doutorado. Conforme estabelecido na Metodologia, a estratégia de revisão integrativa pauta-se pelos objetivos e suas relações com a problematização estabelecida: o advento da automatização no cenário da indústria brasileira.

Quadro 1. Características dos estudos incluídos na revisão integrativa.

Autores (ano)	Tipo de Estudo	Segmento Analisado	Objetivo do Estudo
Silva Junior; Santos; Santos (2020)	Estudo de caso (artigo)	Construção civil	Compreender o impacto das inovações tecnológicas da Indústria 4.0 na prestação de serviços no setor da Construção civil.
Schules (2018)	Estudo de caso (dissertação)	Setor automotivo	Propor método para diagnosticar a utilização das tecnologias da Indústria 4.0 com base em indicadores de sustentabilidade dentro de um processo produtivo.
Camargo (2020)	Estudo de caso (especialização)	Papel e celulose	Demonstrar como foi integrado a tecnologia de informação e tecnologia de automação através via monitoramento dos ativos de toda a automação para a melhoria de visibilidade em uma indústria de celulose dos Campos Gerais (PR).
Duarte (2017)	Estudo de caso (tese)	Indústria têxtil	Propor um modelo para integrar ferramentas de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de um produto têxtil no contexto da Indústria 4.0.
Machado et al. (2021)	Estudo de caso (artigo)	Distribuição de medicamentos	Descrever as tecnologias habilitadoras e mapear o nível de maturidade da logística desse centro de distribuição, sobre a realidade instalada e o potencial da empresa no atendimento dos requisitos da Indústria 4.0.
Oliveira Júnior (2018)	Estudo de caso (dissertação)	Ração animal	Desenvolver um instrumento de avaliação de maturidade que contemple as particularidades das pequenas e médias empresas de países em desenvolvimento.
Silva (2020)	Estudo de caso (dissertação)	Setor ortopédico	Criar um modelo de análise para avaliar a contribuição da I4.0 para uma produção mais sustentável ao longo de ciclo de vida do produto.
Venanzi; Silva; Hazezawa (2020)	Estudo de caso (artigo)	Setor automobilístico	Mostrar quais foram os fatores que levaram as empresas de grande porte instaladas na região metropolitana de Sorocaba (SP) a partirem para um planejamento rumo à Indústria 4.0.

Fonte: elaborado pelos autores.

Ressalta-se que há uma limitação na análise deste cenário, necessitando-se de estudos robustos, integrados entre grandes centros de produção de

conhecimento acadêmico e com estratégias metodológicas alinhadas para a avaliação do fenômeno da indústria 4.0. Em estudo anterior tinha-se relatado, por meio de pesquisa bibliométrica na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, grande produção acadêmica concebida sob o conceito da indústria 4.0 (LEANDRO; ROMÃO JÚNIOR; ANTUNES NETO, 2020).

148

Constatou-se que os estudos tinham maior comprometimento com o plano conceitual e de modelagem, porém desprovidos de aplicabilidade, ou melhor, de respostas mais assertivas de como se deve fazer o uso da tecnologia para otimizar suas atividades e garantir resultados precisos. Os autores apontam que a solução não pode fugir da integração e estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento de soluções ágeis e eficazes. A Universidade depende das parcerias e dos vários olhares interdisciplinares. É pelo intercâmbio do conhecimento que cada país vai conseguir conceber a indústria 4.0, real e possível para os seus diversos cenários.

Assume-se, neste presente trabalho, que não há a pretensão de elencar problemas dos setores trazidos nos casos e tratá-los como verdades dos segmentos, mas sim em apontar direcionamentos de estudos que também possuem as suas limitações metodológicas. Como se abordar e compreender a complexidade integrativa de um fenômeno que trata sobre máquinas, produtos e processos interligados e interdependentes, que coletam e analisam dados, e tomam decisões de acordo com as situações existentes na fábrica, a fim de permitir ganhos em produtividade, qualidade e rentabilidade?

O Quadro 2 apresenta as principais evidências dos estudos incluídos na revisão integrativa:

Quadro 2. Principais evidências obtidas na revisão integrativa.

Autores (ano)	Principais Fatores Limitantes
Silva Junior; Santos; Santos (2020)	Ainda é supra valorizado os conhecimentos construídos a partir da prática do operador do setor (práticas artesanais ainda dominam os processos da construção civil).
Schules (2018)	A importância da manufatura sustentável como um fator competitivo. Que está ligada a três componentes: seleção dos indicadores apropriados para medir a sustentabilidade dentro do processo produtivo; ferramenta de avaliação para identificar as áreas mais críticas; ajustar o sistema para tornar a manufatura cada vez mais sustentável.
Camargo (2020)	A integração entre Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia da Automação (TA), que promove a eficiência dos processos, pode trazer consigo riscos e possibilidades para a rede de automação, que até então era praticamente isolada de outras áreas.

Duarte (2017)	Percebeu-se que há um grau de novidade conceitual e de complexidade de configuração dos componentes da Cadeia Têxtil e de Confecção (TC) analisada quanto ao monitoramento tecnológico. Encontra-se em um processo evolutivo, em que há automação de partes das máquinas e processos, inferindo-se que a atual configuração da Cadeia TC se encontra na transição para a Terceira Revolução Industrial, com a digitalização de componentes e processos produtivos.
Machado et al. (2021)	A empresa está no nível 2 e precisa homogeneizar todos os processos em sua cadeia de valor, introduzindo o tema "Indústria 4.0" nas pautas de planejamento, investimento em tecnologias habilitadoras em toda linha de produção e capacitação contínua dos seus colaboradores.
Oliveira Júnior (2018)	A empresa, que está em um nível 2 de 5, precisa equalizar todos os aspectos correlatos, começando pela inserção do tema "Indústria 4.0" nas pautas de planejamento, investimento em tecnologias de IoT em toda linha de produção e capacitação contínua dos seus funcionários.
Silva (2020)	O investimento e fomento da I4.0 por parte do governo e da iniciativa privada seriam providenciais para que as dificuldades técnicas como a falta de estrutura tecnológica, a conexão instável entre as companhias e a complexidade na integração da TI com as tecnologias de operação sejam enfrentadas.
Venanzi; Silva; Hazegawa (2020)	A maioria das empresas pesquisadas está alinhada: as dificuldades passam por integração, preparo das pessoas, hardware bem definido, investimentos, equipamentos, confiabilidade na segurança dos dados, mesmo que trabalhando em nuvem e adaptação das pessoas a novas regras da tecnologia.

Fonte: elaborado pelos autores.

DISCUSSÃO

De acordo com dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2020), o setor industrial brasileiro perdeu aproximadamente 11% da sua participação no PIB entre os anos de 1985 a 2016, devido às mudanças na estrutura produtiva e também pelo surgimento de novos modelos tecnológicos; além de ter sua produtividade reduzida em sete pontos entre 2006 e 2016. Em 2020, a indústria brasileira como um todo representou 21,4% do PIB no país. No ranking geral do Competitividade Brasil de 2019/2020, o Brasil se situou como o penúltimo colocado entre 18 economias selecionadas, ficando à frente somente da Argentina. Quanto a Tecnologia e Inovação, a desvantagem do país em relação aos demais se reduziu, ocupando a 8ª posição (CNI, 2020). O crescimento tecnológico dos países avançados acarreta em mudanças profundas, tanto econômicas quanto sociais, que alteram os padrões de competitividade. No cenário brasileiro, aproveitar as oportunidades representa um fator decisivo entre ser competitivo ou manter-se atrasado, sendo, portanto, necessário o processo de consolidação da nova indústria digital no país (ARBIX et al., 2017).

A inovação é a principal impulsionadora do crescimento econômico. Economias que conseguem efetivamente incorporar inovações e comercializá-las crescem mais rapidamente e, por conseguinte, são capazes de gerar mais empregos e elevar o padrão de vida das pessoas. Pela teoria proposta por Kondratieff, de 1935, referenciado por Dantas (2019), a qual sistematizou o funcionamento da dinâmica econômica, constatou-se que a economia se comporta em intervalos alternados de alto crescimento seguido por intervalos de crescimento relativamente lento com uma média de duração de 40 a 60 anos.

Durante a recessão das ondas longas, são feitas um número especialmente grande de importantes descobertas, invenções na técnica de produção e comunicação, e que geralmente são aplicadas em larga escala apenas no começo da próxima onda. Schumpeter, ainda em 1939, atendo-se aos pressupostos de Kondratieff (apud DANTAS, 2019) foi o primeiro a reconhecer que a inovação tecnológica era endógena à economia e a causa da instabilidade cíclica e do crescimento econômico. Ou seja, as flutuações na inovação são responsáveis por gerar flutuações no investimento, e consequentemente, causam ciclos de crescimento econômico (Figura 1). Para que ocorra uma onda de inovação, tendo como base as ondas de Kondratieff e a teoria Schumpeteriana, é preciso haver um conjunto significativo de tecnologias relativamente novas e emergentes e uma necessidade genuína advinda do mercado (HARGORVES; SMITH, 2015 apud DANTAS, 2019).

Figura 1. As ondas de inovação e seus marcos.



Fonte: adaptado de Dantas (2019).

Observa-se pela Figura 1 o que Schumpeter (1997) descreveu como “destruição criativa”, que representa os momentos em que novas tecnologias surgem como ondas, e geralmente vem acompanhada de ganhos de eficiência que colocam essa empresa inovadora a frente de suas concorrentes. Os ciclos econômicos de expansão e retração vêm acompanhados de saltos de inovação,

trazendo dinâmica para o sistema econômico. A era da globalização digital acelerou as transformações em diversas áreas funcionais de uma organização e as áreas de inovação também sofrem os efeitos desse processo.

As ondas de inovação são marcadas pelas expansões e recessões econômicas, agregadas às inovações tecnológicas desses momentos. Vale notar que os ciclos têm ficado cada vez mais rápidos. O primeiro, relacionado à revolução industrial, durou 6 décadas, enquanto o atual provavelmente levará metade desse tempo para se concretizar. É muito provável que estejamos vivendo o fim de um ciclo, que traz no horizonte o início de outra onda de disrupção e novidades para as empresas. Ressalta-se, ainda, o momento vivido da pandemia de Covid-19, o qual ainda é obscuro em termos de projeção no que poderá afetar a propagação e retenção destas ondas de inovação.

Os estudos trazidos no Quadro 1 e que têm seus fatores limitantes apontados no Quadro 2 permitem entender o quanto a inovação é desejada, mas, sobretudo, necessária para o que se almeja no contexto da indústria 4.0, nos mais diversos segmentos: na indústria da construção civil, há o anseio de tecnologias de integração de projeto, simulação e modelagem (SILVA JUNIOR; SANTOS; SANTOS, 2020); no setor automotivo, requer-se a implementação das tecnologias no processo produtivo que avaliem os impactos em indicadores de sustentabilidade (SCHULES, 2018); no setor de papel e papelão, almeja-se a integração da tecnologia da informação e tecnologia da automação, para a obtenção de um sistema de gerenciamento do tempo de manutenção e operação, com conseqüente aumento de competitividade devido a redução de indisponibilidade e redução de custos (CAMARGO, 2020); no setor da indústria têxtil, espera-se uma análise integrativa da produção ao consumo que permita prever o ciclo de vida de um produto (DUARTE, 2017); no setor da logística de medicamentos, necessita-se da homogeneização de todos os processos em sua cadeia de valor, do planejamento a investimento em tecnologias habilitadoras para a definição de uma maturidade desejada (MACHADO et al., 2021); no setor da produção de ração animal, busca-se desenvolver um nível de maturidade de competência em tecnologia (OLIVEIRA JÚNIOR, 2018); no setor de próteses ortopédicas, requer-se a formação de equipes e profissionais qualificados para lidar com as novas tecnologias, a fim de compreender que a sustentabilidade do produto e do processo estão sujeitos à sustentabilidade da cadeia como um todo (SILVA, 2020); no setor automobilístico, buscar-se um novo formato de produzir os produtos, tendo em vista a integração de dados, velocidade e assertividade total (VENANZI; SILVA; HAZEGAWA, 2020).

Fica evidente ao analisar os trabalhos inseridos no presente estudo que a Indústria 4.0 resulta da aplicação de diferentes tecnologias integradas, as quais geram soluções específicas de acordo com a prioridade e a programação individual das empresas. Existem inúmeras possibilidades de combinações e intensidade do emprego dessas tecnologias para a solução de problemas da produção industrial e, apesar de algumas destas já serem utilizadas, a grande novidade da Indústria 4.0 trata das suas integrações, gerando uma difusão mais

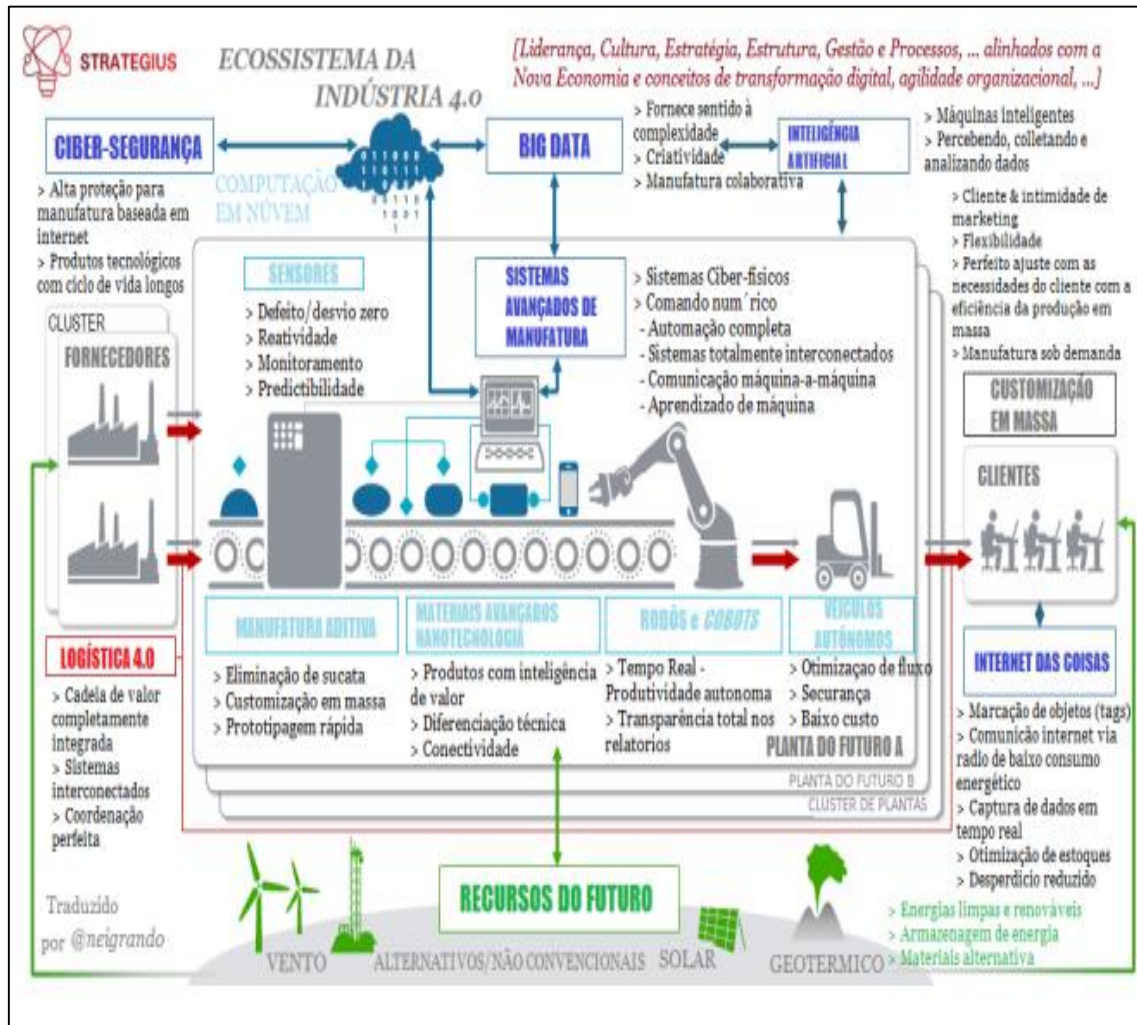
acelerada e soluções empreendidas distintas daquelas obtidas até então (RODRIGUES et al., 2020).

A Indústria 4.0 é um modelo de produção integrada virtualmente e habilitada a partir de tecnologias inteligentes interoperáveis, ou seja, são processos produtivos equipados com arquiteturas inteligentes que partindo de operações físicas ou ambientes virtuais, conformam produtos, serviços ou quaisquer outros entregáveis de produção (SILVA JUNIOR; SANTOS; SANTOS, 2020). Souza e Bonette (2019) colaboram ao estabelecer que se trata de uma indústria que busca uma nova forma de conectar produção, ferramentas e processos na internet através de sistemas físico-virtual, com capacidade de operar, coletar dados, interagir entre si e se auto corrigir de maneira autônoma se necessário. Tem-se um conflito, neste momento paradigmático da implantação da Indústria 4.0, entre o capital humano e o avanço irreversível do uso total da tecnologia. Tal conflito é bem exposto nos oito cenários de estudos (Quadros 1 e 2), pois quem fará a integração entre tecnologia da informação e tecnologia da automação é a competência intelectual – somente possível se houver capital humano capacitado. O sujeito não será desintegrado na concepção desta indústria 4.0, até porque a base dela, a automação, já existe há tempos, mas somente será absorvido pelo advento da agilidade do desenvolvimento tecnológico quem tiver capacidade de adaptação e possibilidades de aquisição de conhecimento. Surge, assim, um papel a ser desempenhado nesta indústria: o treinamento e a capacitação de seus colaboradores na contínua gestão dos conhecimentos necessários na indústria 4.0.

Mata e Almeida (2020) elencam dois grupos de atividades que estão sujeitas a automação: o primeiro diz respeito a atividades consideradas rotineiras, atividades que seguem sempre a mesma lógica e que são concretizadas através da repetição do mesmo padrão produtivo, podendo essas ser passíveis de passar pelo processo de automação; enquanto que o segundo grupo diz respeito a atividades que só podem ser complementadas pelo uso da tecnologia, como é caso daquelas que requerem capacidades de *problem-solving*, intuição, criatividade e persuasão, já que essas são consideradas como não-rotineiras. Fica evidente que a Indústria 4.0 estabelece uma nova relação com o trabalho a partir da reconfiguração das relações entre pessoas e organizações, tecnologias e sistemas de produção, produção e consumo (SOUZA; SANTOS, 2020). A proposta deste artigo é lançar luz sobre o segundo grupo de atividades, apresentado por Mata e Almeida (2020), no que tange à competitividade e capacidade de resolução de problemas pela empresa, com foco na automação e gestão do conhecimento.

Importante ressaltar que a indústria 4.0 possui um ecossistema próprio, de alta complexidade (Figura 2), impactado por mudanças na estrutura produtiva do país e dos novos modelos de negócios trazidos pela disrupção tecnológica.

Figura 2. Ecosistema da indústria 4.0.



Fonte: adaptado de Grando (2020)¹.

Santos (2018) e Silva Junior, Santos e Santos (2020) apresentam que há um *pool* de características tecnológicas que são inerentes da indústria 4.0, o que deixa claro que não é tarefa fácil desenvolver um estudo com a problemática proposta neste trabalho:

- **Digitalização:** disponibiliza a base para a aquisição de dados em tempo real e de forma remota. O desenvolvimento de produtos e serviços, a fabricação, e a distribuição aos clientes, bem como a digitalização de equipamentos e de produtos são a base para a comunicação, operação e controle remoto dos principais processos de negócio.
- **Conectividade:** todo o processo de comunicação entre os colaboradores (funcionários) deve ser feito através em redes sem fio e a troca de

¹ Disponível em: <https://neigrando.com/2020/06/28/brasil-rumo-a-industria-4-0/>

informações com os clientes via internet. Esta tríade tecnologia – homem-máquina, cumprirá um papel fundamental para a conexão de pessoas, máquinas, dispositivos móveis, sensores, produtos.

- **Interoperabilidade:** aborda a capacidade de sistemas de informação atuarem de forma integradas (interoperarem), trocam informações e as usa para realizar ações específicas. Lembre-se que os sistemas não são homogêneos, eles realizam funções diferentes, porém, a troca de dados deve ocorrer de forma íntegra e segura. Este sistema pode estar integrado forma interna e externa, ou seja, a empresa pode trocar os dados e as informações em toda a cadeia de valor.
- **Adaptabilidade:** está relacionada a questões sazonais, ou seja, o sistema precisa ter a capacidade alterar seu estado, se auto adaptar, em resposta a eventos de mudanças de conjunturas. Trata-se de uma das principais características de sistemas que trabalharão com grandes volumes de dados (Big Data) em tempo real, e estará presente em sistemas descentralizados e inteligentes”.
- **Escalabilidade:** em situações de aumento de volume de produção, a empresa deve ter a capacidade de manter-se em funcionamento e dando as respostas esperadas, ou seja, é a flexibilidade do sistema em atender variações de variedade e volume de demanda.
- **Eficiência:** com o aumento da comunicação entres os colaboradores e os sistemas, através da introdução de tecnologias inteligentes, entende-se que a cadeia produtiva tende de operar com pouco ou nenhum desperdício ou ociosidade de recursos, ou seja, tornar os sistemas mais eficientes e responsivos.
- **Capacidade ou manutenção preditiva:** é baseado em informações como dados histórico, algoritmo de compreensão de padrões (aprendizado das máquinas – M2M), dados em tempo real de antever seu estado, comportamento, ou funcionalidade, para um determinado horizonte de tempo futuro, qualitativamente ou quantitativamente.
- **Reconfigurabilidade:** em caso de falhas o sistema deve ser altamente reconfigurável e autoconfigurável, assim como seus componentes, em toda cadeia produtiva. Esta é uma característica relacionada no estado da arte da Indústria 4.0 e possui constitui-se numa ampla oportunidade de pesquisa e desenvolvimento de soluções industriais.

Atrelado às características tecnológicas, deve-se considerar, para uma visão mais ampla e complexa dos elementos que envolvem a indústria 4.0, as tecnológicas em si, agrupadas a partir da revisão sistemática elaborada por Silva (2020):

- **Big data Analytics:** a utilização e análise de grandes volumes de dados pode ser usada para orientar de melhor forma a tomada de decisão em qualquer etapa da produção.

- **Manufatura Aditiva:** apesar de ainda ter custo elevado para produção seriada, a manufatura aditiva pode ser utilizada para viabilização da customização e produção de pequenos lotes, uma vez que reduz o custo com ferramental, como moldes e dispositivos de usinagem, e minimiza o consumo e desperdício de matéria prima.
- **Simulação e Prototipagem:** a simulação computadorizada pode poupar tempo, energia e uso de matéria prima evitando situações de tentativa e erro a partir de sua utilização para testar processos em ambiente virtual.
- **Realidade Aumentada:** a realidade aumentada pode ser utilizada para reduzir o tempo de operações através do aumento da eficiência obtida pelos auxílios visuais, podendo ser usada desde procedimentos de treinamento e manutenção a até cirurgias.
- **Realidade Virtual:** a realidade virtual pode ser utilizada principalmente para fins de treinamento, educação, demonstração e simulação em ambientes de imersão virtual, melhorando a eficiência desses procedimentos e poupando custos com materiais físicos e sua preparação.
- **Inteligência Artificial/Machine Learning:** a inteligência artificial pode ser utilizada em conjunto com o *machine learning* para que os processos e sistemas possam tomar decisões autônomas com eficiência, auxiliando na redução de erros e desperdícios por falhas humanas.
- **Robótica Colaborativa:** a robótica colaborativa, seja utilizando em tarefas de postos estacionários dedicados, ou circulando pela fábrica, como os veículos autônomos guiados, pode auxiliar na preservação da saúde e segurança dos operadores humanos, substituindo ou auxiliando em funções insalubres ou ergonomicamente onerosas.
- **IoT/CPS** A utilização da IoT é fundamental para o funcionamento das demais sistemas, sendo responsável pela conexão deles e viabilização dos sistemas ciberfísicos.
- **Rastreabilidade (RFID, QR Code, NFC)** A rastreabilidade é pré-requisito fundamental em muitos mercados e a utilização de tecnologias como identificação por radiofrequência (RFID) e comunicação de campo próximo (NFC) pode ajudar na redução de custos de inventário, além da redução de desperdícios por conta de materiais extraviados.

No Brasil, constituiu-se, em 2017, o Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0 (GTI 4.0), com o objetivo de elaborar uma proposta de agenda nacional para o tema. O GTI 4.0 possui mais de cinquenta instituições representativas (governo, empresas, sociedade civil organizada, etc.), por onde ocorrem diversas contribuições e debates sobre diferentes perspectivas e ações para a Indústria 4.0 no Brasil: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), Associação Brasileira de Inteligência Artificial (ABRIA), Associação Brasileira de Internet das Coisas (ABINC), Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII), Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras

(ANPEI), Confederação Nacional da Indústria (CNI), Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPI), Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP).

Dantas (2019) coloca que, diante desta nova revolução industrial já em andamento, as companhias precisam desenvolver uma visão abrangente de como irão administrar seus negócios, de modo a se manterem competitivas no mercado e identificar oportunidades e desafios provocados pela Indústria 4.0. A necessidade de se adaptar às novas realidades impostas pelo ambiente competitivo exige que as empresas desenvolvam uma capacidade cada vez maior de planejar e gerenciar suas operações. Desta forma, é necessário que as próprias empresas compreendam o nível atual de maturidade que se encontram em relação a Indústria 4.0 e que sejam identificadas medidas concretas para ajudá-las a atingir um estágio maior de maturidade, de modo que possam se tornar empresas ágeis e de aprendizagem.

156

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um mundo globalizado com procedimentos interconectados, as empresas precisam encontrar maneiras de lidar com um número crescente de desafios. Diante desse contexto, foi possível compreender, ao analisar os oito cenários trazidos no presente estudo, que se necessita da cooperação das organizações com o ambiente externo e que as inovações são fatores essenciais na adaptação a mudanças em todos os processos organizacionais. Além do mais, os mercados estão se tornando progressivamente voláteis e heterogêneos devido às constantes mudanças nas expectativas e necessidades dos clientes.

No intuito de atender a essas expectativas, almeja-se que sejam criados sistemas de produção inteligentes para criar a flexibilidade e a capacidade necessárias para suprir essa demanda, nesse sentido, estratégias de qualificação da mão de obra e um olhar atento à cultura organizacional são indispensáveis. É nesse cenário que emerge o fenômeno da Indústria 4.0 ou a chamada Quarta Revolução Industrial, que tem como princípios principais a utilização de tecnologia para automação e troca de dados entre os processos em que a organização opera. Além disso, conforme explica Souza e Santos (2020) refere-se também à Indústria 4.0 a constante interligação intra-empresa e interempresarial em redes que visam a criação de valor em todo processo organizacional.

Uma outra contextualização importante trazida pelas análises integrativas deste estudo, é que na atual “Sociedade do Conhecimento” o valor competitivo das organizações está exatamente neste ativo intangível tão disponível e, ao mesmo tempo, tão almejado para a competitividade. Uma empresa competitiva é aquela que possui uma carteira de capital intelectual equilibrado (e tem consciência disso), o que se obtém através dos processos de gestão do conhecimento bem aplicados (AIRES; MOREIRA, FREIRE, 2017). Apesar de o conhecimento ter se tornado o centro das atenções, muitas organizações ainda não sabem exatamente como gerenciá-lo, conforme visto nas discussões dos

trabalhos incluídos neste estudo. Esse novo conceito de conhecimento provocou mudanças significativas nos processos organizacionais, introduzindo novos desafios para a gestão da organização. É nesse contexto que a gestão do conhecimento emerge como uma necessidade para todas as organizações que desejam melhorar seus resultados.

Por fim, pode-se concluir que foram identificados três desafios e tendências na gestão do que se espera da Indústria 4.0 nos cenários apresentados: o desenvolvimento dos trabalhadores, o compartilhamento de conhecimento e o uso de novas tecnologias. Conhecimento é elemento inerente dos processos de gestão, pois a partir dele cria-se a possibilidade de identificação dos objetivos estratégicos da organização, agregando-se valor aos investimentos de quaisquer tecnologias habilitadoras.

REFERÊNCIAS

ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; ZANCUL, E.; AMARAL, G.; LINS, L. M. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos estudos CEBRAP**, v. 36, n. 3, p. 29-49, 2017.

BARBOSA, M. F. A. **Indústria 4.0 aplicada à linha de montagem automobilística: veículos médios e pesados**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Ouro Preto, Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação. Ouro Preto, Minas Gerais, 2019.

BUDIN, D. D.; LOPES, A. M. Z. Indústria 4.0 e os desafios para a capacitação profissional. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 7, n. 2, p. 88-97, 2019.

CAMARGO, E. B. **Indústria 4.0 na prática a partir da integração da tecnologia de informação e tecnologia de automação**: um estudo de caso de monitoramento dos ativos de automação em uma fábrica de celulose dos Campos Gerais (PR). Monografia (Especialização em Indústria 4.0) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

CAVALCANTE, I. M. **Indústria 4.0 e suas perspectivas futuras para o Brasil**: uma revisão sistemática da literatura. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Bananeiras, Paraíba, 2019.

CHAVES JUNIOR, W. S. C. Engenharia de materiais no âmbito da indústria 4.0. **Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, São Paulo, v. 6, p. 1-9, 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Estatísticas**. 2020. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/estatisticas/>. Acesso em: 20 out

2021. FIRJAN. Indústria 4.0: panorama da inovação. Cadernos SENAI de Inovação, 2016.

COUTTO, C. A. **Integração entre os sistemas *balanced scorecard* e *enterprise resource planning* na Indústria 4.0.** 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Engenharia de Produção, Universidade Paulista, São Paulo, 2018.

158

DALENOGARE, L. C.; PRETTO, A.; WIECZORECK, G.; AYALA, N. F.; BENITEZ, G. B.; FRANK, A. G. O impacto da indústria 4.0 no modelo de negócios de empresas de automação brasileiras. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 11, n. 21, p. 1-13, 2019.

DANTAS, R. F. **Aplicação do modelo de maturidade de indústria 4.0 em uma fabricante de bebidas e a implementação de um sistema de gestão de armazenagem como parte de sua estratégia digital.** Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, DF, 2019.

DUARTE, A. Y. S. **Proposta de integração entre ferramentas de avaliação de ciclo de vida do produto e Indústria 4.0 (Industrie 4.0):** estudo de caso da indústria têxtil e de confecção brasileira. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. HALTENBURG, F. T. C. **Maturidade em indústria 4.0: caso Safran Helicopter Engines Brasil.** Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, DF, 2019.

HALTENBURG, F. P. C.; NOGUEIRA, C. M. S.; SANTOS, A. C. Maturidade em indústria 4.0: o caso de uma empresa de MRO de motores de helicópteros. **XII Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto.** Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

KIPPEL, R. Z.; PITASSI, C. Indústria 4.0: o papel das federações empresariais. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n.3, p. 73 - 85, 2019.

LEANDRO, R.; ROMÃO JÚNIOR, J. M.; ANTUNES NETO, J. M. F. Análise bibliométrica sobre o cenário da indústria 4.0 no Brasil: considerações preliminares. **Interciência & Sociedade**, v. 5, n. 2, p. 539-563, 2020.

MACHADO, J. L.; WOLFF, M. G. C.; RODRIGUES, A. S. V.; TAKENAKA, D. C.; BENAC, M. A. **Modelo de avaliação de maturidade da indústria 4.0 – estudo de caso em um centro de distribuição de medicamentos na Baixada Fluminense/RJ.** **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 2, p. 222-254, 2021.

MATA, A.; ALMEIDA, S. Automação laboral e as novas relações trabalhistas: perquirições introdutórias da proteção jurídica do trabalhador. **Argumenta Journal Law**, n. 32, p. 155-174, 2020.

MELO, R. **A indústria 4.0 e seus impactos**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro Multidisciplinar de Angicos. Angicos, Rio Grande do Norte, 2020.

MURO, M.; MAXIM, R.; WHITON, J. Automation and artificial intelligence: how machines are affecting people and places. **Metropolitan Policy Program**. Disponível em: <https://www.brookings.edu/research/automation-and-artificial-intelligence-how-machines-affect-people-and-places/>. Acesso em: 28 out 2021.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. **Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME's brasileiras**: um estudo de caso em uma indústria de ração animal. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Pato Branco, 2018.

PICCHINI, A. P. T.; SANTOS, J. C. S.; LOGIUDICES, R.; LUCATO, W. Z. Indústria 4.0: barreiras para implantação na indústria brasileira. **Exacta**, v. 18, n. 2, p. 278-292, 2020.

RODRIGUES, D. C. S.; BACHEGA, S. J.; TAVARES, D. M.; FERREIRA, T. W.; NOGUEIRA, H. C.; SILVA, N. R. **Identificação de tecnologias afins à indústria 4.0**: APL Calçadista de Nova Serrana-MG. In: AYOUB, J. P. (org.). *Desvendando a Engenharia sua abrangência e multidisciplinaridade*. Guarujá: Editora Científica, 1ª ed., 2021.

SANTOS, M.; MANHÃES, A. M.; LIMA, A. R. Indústria 4.0: desafios e oportunidades para o Brasil. **Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**, 2018.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juros e o ciclo econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SCHULES, M. V. **Proposta de diagnóstico para adoção das tecnologias da indústria 4.0 em um processo produtivo com base em indicadores de sustentabilidade**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, D. A. **Análise da contribuição da indústria 4.0 para a sustentabilidade**: um estudo de caso no segmento ortopédico. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Produção e Manufatura) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas, Limeira, 2020.

SILVA JUNIOR, D. S.; SANTOS, R. C.; SANTOS, I. L. Inovações da indústria 4.0 na gestão de processos na prestação de serviços na construção civil. **Future Studies Research Journal**, v. 12, n. 3, p. 394-415, 2020.

160

SIMONE, D. L.; CECCONELLO, I. Modelo de maturidade aplicado a células de soldagem robotizada: uma proposta baseada no modelo CMMI. **Scientia Cum Industria**, v. 8, n. 2, p. 218-229, 2020.

SOUZA, J. V. Z; BONETTE, L. R. Impactos da indústria 4.0 e sua autonomia operacional em processos de automação, através da internet das coisas. **Revista Gestão Industrial**, v. 15, n. 4, p. 42-55, 2019.

SOUZA, M. T.; SANTOS, F. C. A. Competências operacionais e indústria 4.0: revisão sistemática da literatura. **Future Studies Research Journal**, v. 12, n. 2, p. 264-288, 2020.

VENANZI, D.; SILVA, O. R.; HASEGAWA, H. L. Indústria 4.0: estudo de múltiplos casos no setor industrial de Sorocaba-SP. **Revista Científica Hermes**, v. 26, p. 137-156, 2020.

Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.