

A relevância da indústria 4.0 para desenvolvimento do polo industrial brasileiro frente aos desafios

The relevance of industry 4.0 for the development of the brazilian industrial hub facing the challenges

DOI:10.34117/bjdv8n9-289

Recebimento dos originais: 30/08/2022

Aceitação para publicação: 29/09/2022

Elton da Silva Almeida

Acadêmico de Administração

Instituição: Instituto de Ensino Superior Fucapi

Endereço: Av. Gov. Danilo de Matos Areosa, 381, Distrito Industrial, Manaus - AM

E-mail: elton.silva2029@hotmail.com

Ricardo R. G. Pinheiro

Especialista em Administração de Empresas

Instituição: Instituto de Ensino Superior Fucapi

Endereço: Av. Gov. Danilo de Matos Areosa, 381, Distrito Industrial, Manaus - AM

E-mail: ricardoguimaraes.gestao@gmail.com

RESUMO

A indústria 4.0 é o termo que convencionou a chamar a quarta revolução industrial e o conjunto de tecnologias disponíveis que permite a integração do mundo físico com o digital e traz uma série de desafios e transformações à economia, modificando a configuração das profissões atualmente no mercado. O objetivo geral do trabalho é analisar a Indústria 4.0 e os principais impactos no Polo Industrial Brasileiro. Essa pesquisa corresponderá a uma revisão de literatura, serão utilizadas as seguintes bases de dados: Scielo (Scientific Electronic Library Online), Portal de Periódicos CAPES, Repositório de Universidades Públicas e Google scholar. O total de artigos científicos consultados para a realização dos objetivos propostos na presente pesquisa, à revisão foram realizados com 202 artigos, descartados 162 artigos, e utilizados 40 artigos publicados a partir do ano 2012 ao ano de 2022. No que diz respeito à indústria 4.0 no Brasil, ela pode abrir novos mercados, aproveitar a inovação e aumentar a produtividade, especialmente nas economias em desenvolvimento. Nesse sentido, os governos apoiam a inovação e os ganhos adotando programas de incentivo, melhorando a infraestrutura e políticas que desafiam a difícil distribuição dos benefícios digitais. Assim, diante do exposto, as empresas que conseguirem se beneficiar dessa situação certamente alcançarão um novo patamar de produtividade e competitividade. É importante destacar que o setor enfrentará desafios científicos, tecnológicos, econômicos, sociais e políticos ao adotar o novo modelo. Ao final conclui-se que todo o conceito de Indústria 4.0 é inovador e através da implementação de estratégias e aplicação de princípios, embora árdua, é possível adaptar esta nova concepção e com isso melhorar todas as indústrias.

Palavras-chave: indústria 4.0, polo industrial brasileiro, inovação, cidades inteligentes.

ABSTRACT

Industry 4.0 is the term that has come to call the fourth industrial revolution and the set of available technologies that allow the integration of the physical and digital worlds and bring a series of challenges and transformations to the economy, modifying the configuration of professions currently on the market. The general objective of the work is to analyze Industry 4.0 and the main impacts on the Brazilian Industrial Pole. This research will correspond to a literature review, the following databases will be used: Scielo (Scientific Electronic Library Online), CAPES Periodicals Portal, Public Universities Repository and Google scholar. The total number of scientific articles consulted to achieve the objectives proposed in the present research, the review were carried out with 202 articles, 162 articles were discarded, and 40 articles published from the year 2012 to the year 2022 were used. With regard to industry 4.0 in Brazil, it can open up new markets, harness innovation and increase productivity, especially in developing economies. In this sense, governments support innovation and gains by adopting incentive programs, improving infrastructure and policies that challenge the difficult distribution of digital benefits. Thus, in view of the above, companies that manage to benefit from this situation will certainly reach a new level of productivity and competitiveness. It is important to highlight that the sector will face scientific, technological, economic, social and political challenges when adopting the new model. In the end, it is concluded that the whole concept of Industry 4.0 is innovative and through the implementation of strategies and application of principles, although arduous, it is possible to adapt this new concept and thus improve all industries.

Keywords: industry 4.0, brazilian industrial pole, innovation, smart cities.

1 INTRODUÇÃO

O mundo testemunhou o surgimento da indústria, um dos marcos na evolução da história humana. Ao longo dos anos, a indústria passou por grandes e profundas mudanças diante da contínua inovação tecnológica, que alteraram muito o desenvolvimento da sociedade, e a sociedade atual vive mudanças tecnológicas sem precedentes que precisam se adaptar a essa realidade.

Dessa forma, o desenvolvimento da tecnologia da informação e sua introdução no processo produtivo transformou a indústria no mundo, levando-a a um novo patamar de desenvolvimento organizacional. Para alavancar essas tecnologias para aumentar a competitividade no mercado global, uma mudança de paradigma na fabricação está sendo discutida globalmente (SANTOS *et al.*, 2018). Nesse contexto, a indústria 4.0 é o termo que convencionou a chamar a quarta revolução industrial e o conjunto de tecnologias disponíveis que permite a integração do mundo físico com o digital e traz uma série de desafios e transformações à economia, modificando a configuração das profissões atualmente no mercado (SACOMANO, 2018).

A primeira revolução industrial foi impulsionada pelo conceito do tear mecânico movido a máquina a vapor e acabou levando à centralização do processo de produção fabril. A segunda revolução ocorreu cerca de 100 anos depois e foi marcada pela inserção da linha de produção e a construção do Ford; a terceira revolução industrial ocorreu no final da década de 1960 e foi marcada pela introdução do primeiro controlador lógico programável, que permitiu programação de sistemas digitais (PEIREIRA; SIMONETTO, 2018).

A quarta revolução industrial em sua essência está baseada nos sistemas de Internet das Coisas (IOT), cibernético-físico (CPS) e *Big Data* (BD) para levar os parques industriais atingir um novo patamar de técnicas de produção e ganho de produtividade, deste modo potencializando os métodos estabelecidos de produção, com um novo arranjo dinâmico dos processos e meios de produção envolvidos (RIBEIRO; SILVA, 2020).

A presente pesquisa se justifica, pois, a indústria 4.0 no Estado do Amazonas é um ponto de desafio para sua economia para próximos anos, visto, que com atual cenário de desindustrialização no Brasil é um desafio para as empresas a sobrevivência à quarta Revolução Industrial. Neste âmbito, as tecnologias vêm renovando a indústria mundial em ritmo acelerado e tornam as tecnologias utilizadas na zona franca de Manaus em obsoletas, ocasionando uma inquietação na gestão das empresas. A indústria 4.0 apresenta grandes desafios para o desenvolvimento de produtos e para com as suas modelagens sobre os sistemas de controle, com a incorporação de novas tecnologias aliado a interação entre máquinas e homens, cooperação entre todos os elementos do sistema ocasionando uma maior autonomia sobre o fornecimento de serviços ou produtos.

Nesse contexto, com as progressões das tecnológicas no decorrer dos últimos anos em áreas de logística, sistema da informação, são fundamentais para construir a base que se apresenta a Indústria 4.0 de forma mais clara, dessa forma os novos mecanismos introduzidos na área de gerenciamento, produção e logística de mercado, resultando na evolução da Indústria 4.0 demonstrando ser uma área a pouco tempo estudada (VINICIUS et al., 2019).

De acordo com relatório divulgado pelo Fórum Econômico Mundial apenas 25 são os países já conseguem usufruir dos benefícios decorrentes da indústria 4.0. Locais como sul Asiático e a Europa são vanguardistas na construção de mudanças relacionadas à transformação digital. Dentro deste cenário a Zona Franca de Manaus e toda a América latina estão engatinhando a passos curtos no processo de adequação na Indústria 4.0

(CONUBE, 2019). Assim demonstrando a problematização do trabalho da seguinte problemática de: Quais características e desafios da Indústria 4.0 no PIM?

A Indústria 4.0 está se tornando uma nova realidade em inúmeros países, onde a quantidade de fábricas inteligentes no mundo vai mudar a maneira como lidamos atualmente com a produção de bens de consumo e materiais (SCHWAB, 2016).

O objetivo geral do trabalho é identificar a Indústria 4.0 e os principais impactos no Polo Industrial Brasileiro. Os objetivos específicos delineados são: conceituar os aspectos da indústria 4.0; identificar os efeitos no mercado de trabalho de quarta revolução industrial e demonstrar a indústria 4.0 e os principais impactos no Polo Industrial Brasileiro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INDÚSTRIA 4.0

A expressão de Indústria 4.0 ou a “*smart factory*”; “*intelligent factory*”; “*factory of the future*” são termos apresentam uma visão do que pode ser o futuro da fábrica. Neste contexto as fábricas com seus processos aperfeiçoados ganham características mais inteligentes, dinâmicas, flexíveis e ágeis. A definição para “*Smart factory*” um parque fabril que tem o seu processo moldado em tecnologias integradas nas cadeias de abastecimento (MARKO, 2021).

Inicialmente o termo de Indústria 4.0 foi nomeado pela primeira vez na Alemanha no ano de 2011, e nos últimos anos, tem se intensificado o termo como uma forma de representar toda a tendência da integração da tecnologia e automação do ambiente de manufatura (LEAL *et al.*, 2020).

A indústria 4.0 é envolvida com a utilização de dispositivos tipo “*smart*” no processo produtivo. Permitindo mais relação entre clientes e os stakeholders, com o aumento da sua personalização dos produtos para atender as necessidades do consumidor (MORAIS *et al.*, 2018).

De acordo com Azevedo (2017), a indústria 4.0 é envolvida com a utilização de dispositivos tipo “*smart*” no processo produtivo. Permitindo mais relação entre clientes e os stakeholders, com o aumento da sua personalização dos produtos para atender as necessidades do consumidor.

A indústria 4.0 apresenta grandes desafios para o desenvolvimento de produtos e para com as suas modelagens sobre os sistemas de controle, com a incorporação de novas tecnologias aliado a interação entre máquinas e homens, cooperação entre todos os

elementos do sistema ocasionando uma maior autonomia sobre o fornecimento de serviços ou produtos.

Nesse contexto, com as progressões das tecnológicas no decorrer dos últimos anos em áreas de logística, sistema da informação, são fundamentais para construir a base que se apresenta a Indústria 4.0 de forma mais clara, nesse contexto os novos mecanismos introduzidos na área de gerenciamento, produção e logística de mercado, resultando na evolução da Indústria 4.0 demonstrando ser uma área a pouco tempo estudada (AZEVEDO, 2017).

As transformações tecnológicas que irão aumentar a flexibilidade, velocidade e produtividade, os impactos irão muito além: nos governos, na economia, nas empresas, nas pessoas e principalmente no mercado de trabalho em que ramos mais tradicionais estão ficando obsoletos. Os conjuntos de todas as transformações são retratados como uma quarta revolução industrial em andamento, mas é diferentemente das revoluções industriais antecedentes que foram batizadas somente após sua efetiva incorporação ao tecido industrial.

Coelho afirma que (2016):

Com o desenvolvimento da internet, sensores cada vez menores e potentes, com preços cada vez mais acessíveis, software e hardware cada vez mais sofisticado, a capacidade das máquinas aprenderem e colaborarem criando gigantescas redes de “coisas” iniciou-se uma transformação na indústria, cujo impacto na competitividade, na sociedade e na economia será de tal forma que irá transformar o mundo tal como o conhecemos (COELHO, 2016, p.14).

A primeira revolução Industrial começou na Inglaterra entre 1760 e 1840, com a mudança da produção artesanal por maquinário e ferramentas. Durante as décadas que se seguiram até ao fim da segunda guerra mundial, as evoluções foram importantes na área da indústria elétrica, química e do aço. A partir da década de 1950 iniciou-se a terceira revolução Industrial, a revolução digital, com uso dos computadores, automação e robotização em linhas de produção. No início do século 21, com o desenvolvimento da internet e com preços mais acessíveis, hardware e software mais sofisticado, iniciou-se uma transformação na indústria, cujo impacto na competitivo e econômico será de tal forma que irá transformar o mundo tal como o conhecemos.

Quadro 1 - Evolução Histórica das Revoluções Industriais.

Revolução Industrial	Período	Características
Primeira	1760-1840	Mecanização; provocada pela construção de ferrovias e pela invenção da máquina a vapor
Segunda	Início no final do século XIX	Produção em massa; surgimento da eletricidade e da linha de montagem.
Terceira	Início na década de 1960	Revolução digital; impulsionada pelo desenvolvimento da computação e da internet, quando torna-se comum o uso de eletrônicos e T.I. nos processos de produção.
Quarta	Atualmente em curso	Fusão de tecnologias e interação entre os domínios físico, digital e biológico.

Fonte: Weiss et al. (2016) e Schwab (2016, p. 15-16).

A Indústria 4.0 já tomou conta de diversos nichos de mercados e atualmente com a produção de bens de consumo e materiais cada vez mais utilizando para aumento de produtividade com ampliação de fábricas com inteligentes com aumento de produção.

Entretanto, a indústria 4.0 provocará desafios inevitáveis para a indústria de países em desenvolvimento para serem superados, visto que os progressos tecnológicos estimulam a automatização da mão de obra humana. Para que o ser humano seja capaz acompanhar as transformações, conduzindo as necessidades das futuras gerações de profissionais e do mercado de trabalho (RODRIGUES *et al.*, 2017).

2.2 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0

2.2.1 Internet das Coisas

A Internet das Coisas do inglês *Internet of Things* é vista como uma extensão da Internet que usamos direcionada aos objetos no dia-a-dia (sem distinção) e com a capacidade computacional e de comunicação com a Internet (MAGRANI, 2018).

Ainda de acordo com Magrani (2018), a internet das coisas é muito mais do que ligar “os objetos” através da internet, mas também o tornar inteligente, com capacidade de coletar e processa informações do ambiente ou das redes que estão conectadas, mudando completamente como estamos nos relacionando com as coisas que estão ao nosso redor, propiciando a integração dos dispositivos.

A idéia da Internet das coisas tem uma nova dimensão de conexão utilizando a Internet, possibilitando a comunicação a todo tempo e em todo lugar e agora levando em consideração a comunicação de qualquer coisa.

2.2.2 Big Data

O termo Big Data em sua tradução significa “grandes dados” foi conceituado inicialmente nos anos 2000 por um analista da Gartner, a palavra tornou proporção enormes e popularizou-se, ganhou prestígio e de simples neologismo para um conceito revolucionário para organizações (MACHADO, 2018).

Para Amaral (2016), o Big Data (BD) é o fenômeno do processamento de grandes volumes de dados, com os quais as ferramentas tradicionais não são capazes de lidar na velocidade requerida. Não é, portanto, um volume específico que classifica o fenômeno, que também é marcado por outras características, como a complexidade e velocidade de processamento necessário.

2.2.3 Inteligência Artificial

O termo "*Artificial Intelligence*" foi elaborado por John McCarthy durante o famoso *Workshop* do Dartmouth College, ocorrido durante dois meses no verão de 1956. Sendo o primeiro encontro oficialmente organizado de cientista com o propósito de discutir os aspectos de inteligência e sua implementação em máquinas (JOÃO, 2019).

Nesse contexto Lee (2019), diz que a inteligência artificial é um seguimento da Ciência da Computação que tem o propósito de desenvolver os computadores atuem de forma inteligente, sendo um tema com debate amplo, correlacionado a psicologia, biologia, lógica matemática, linguística, engenharia, filosofia, entre outras áreas científicas.

A “inteligência artificial é uma tecnologia que fica a meio caminho entre a ciência e a arte”. Com a sua finalidade de construir máquinas que, vão resolver problemas, pareçam pensar. Um bom exemplo é a máquina de jogar xadrez (TEIXEIRA, 2014, p.8).

A discussão sobre inteligência artificial é considerada ser uma tarefa de muita complexa, pois se verifica que a própria inteligência humana, não artificial, sendo campo amplo de debate.

2.2.4 Computação em nuvem

A computação na nuvem ou *Cloud Computing* é uma nova referência para a computação permitindo o usuário acessar seus grandes arquivos e aplicações e estando em qualquer local do mundo, tendo apenas o computador com acesso à chamada “nuvem” (HEDLER et al., 2016).

Segundo Carissimi (2015) a expressão de “Computação em Nuvem” nasceu em meados da década de 60, com a ideia de um indivíduo John McCarthy, especialista em

Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) onde em seu formato inicial demonstrava uma amostra de computação oferecendo nos moldes de como é oferecido a energia elétrica.

A computação em nuvem potencializou os recursos da computação de tal forma que a prática e aumentou a velocidade sobre o desenvolvimento do trabalho, reduzindo os custos, possibilitando o emprego de recursos de alto processamento, com a finalidade de redução de gastos com manutenção e licenças de programas.

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa corresponderá a uma revisão integrativa da literatura. Pois, ao captar, avaliar criticamente e sintetizar o conhecimento sobre os temas pesquisados, é possível compreender temas ou questões relacionadas à área de radiologia. Segundo Severino (2017) a pesquisa de literatura faz uso exclusivo de fontes bibliográficas. A principal vantagem é permitir ao pesquisador a cobertura mais ampla do que se fosse pesquisar diretamente; é relevante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos.

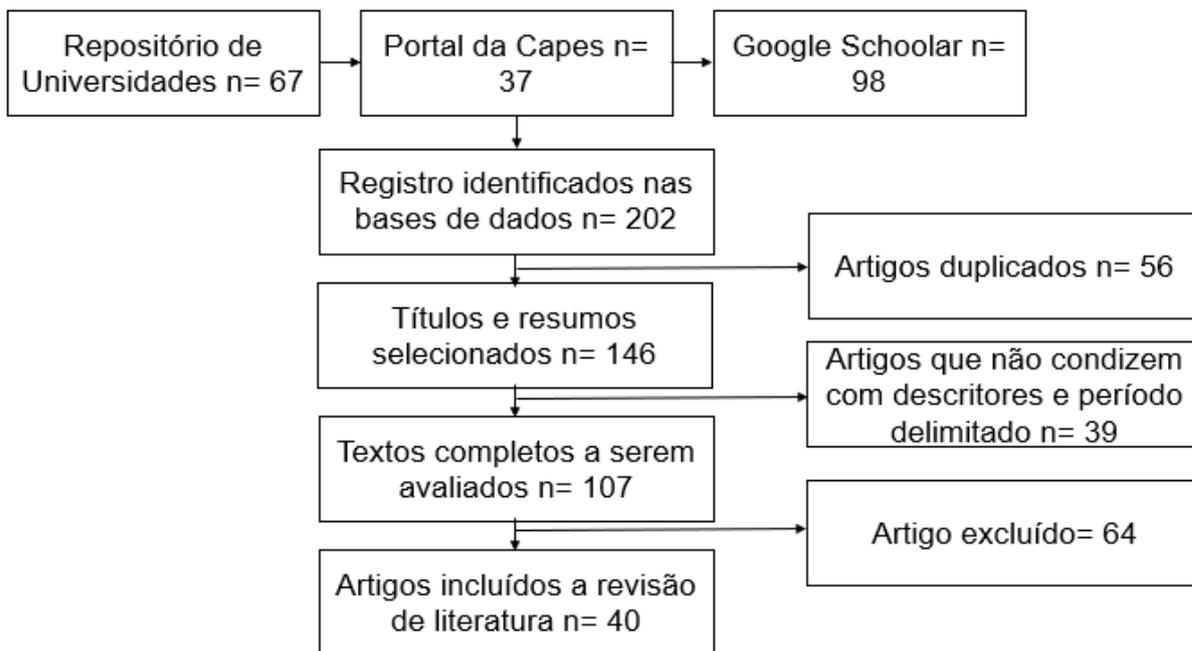
A revisão bibliográfica foi realizada através de busca nas bases de dados digitais científicas: Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), Portal de Periódicos CAPES, Repositório de Universidades Públicas e Google scholar.

Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: o arquivo do artigo na íntegra; publicados em português, inglês e Espanhol; publicados no período de 2012 a 2022; os títulos em referência aos descritores. Foram utilizados os seguintes critérios de exclusão: Estudos que apenas tinha sido disponibilizado resumos; Idiomas diferentes do inglês, português e espanhol; títulos de artigo que não condizem com descritores; Texto sem elementos relevantes.

Após a revisão de literatura procede-se à triagem de teses, dissertações e literatura. Os materiais são selecionados e segregados tematicamente de acordo com sua relevância para o assunto a ser estudado. Depois disso, passou a ler minuciosamente o material a ser analisado.

O total de artigos científicos consultados para a realização dos objetivos propostos na presente pesquisa, à revisão foram realizados com 202 artigos, descartados 162 artigos, e utilizados 40 artigos publicados a partir do ano 2012 ao ano de 2022 conforme apresentados na figura 1, abaixo.

Figura 1: Fluxograma da pesquisa.



Fontes: Elaborado pelo autor, 2022.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram realizado uma pré-seleção dos artigos encontrado em uma busca realizada no banco de dados, a seleção foi feita pela leitura de títulos e resumos, e as leituras do texto completo foram pré-selecionadas para inclusão quando foram levantadas questões sobre o conteúdo do estudo. Após a finalização da estratégia de busca, foram examinados os artigos selecionados para compor a amostra deste estudo, assim elencados 11 artigos, de acordo com o quadro 1.

Quadro 2: Principais resultados da pesquisa.

Autor	Título	Base de dados	Principais resultados
PEREIRA, A; SIMONETT O, E.O	Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil	Capes	O estudo constatou que a maior parte da indústria brasileira ainda está muito atrasada no desenvolvimento tecnológico, mas apontou que o setor automotivo é o que mais se aproxima da Indústria 4.0. Por outro lado, o uso da tecnologia pode aumentar a competitividade da indústria brasileira no mercado global, o que pode ser visto como pré-requisito para a Indústria 4.0.
TEIXEIRA, R.L.P. et al	Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil	Capes	Para a indústria brasileira, a implantação das tecnologias da Indústria 4.0 requer primeiramente uma maior divulgação, identificando a importância dessas tecnologias em termos de competitividade industrial, divulgando os benefícios de sua utilização, não apenas redução de custos e melhorias de produtividade, relação custo/benefício, ROI. Algumas tecnologias já são utilizadas na produção industrial, como modernos sistemas de gestão, automação eletrônica e robótica dos

			processos produtivos, comunicações móveis, sensores e atuadores, etc.
SANTOS, N.A. et al	Indústria 4.0 no Brasil: desafios do segmento automotivo para integração da cadeia de suprimentos	Capes	No que diz respeito à indústria 4.0 no Brasil, ela pode abrir novos mercados, aproveitar a inovação e aumentar a produtividade, especialmente nas economias em desenvolvimento. Nesse sentido, os governos apoiam a inovação e os ganhos adotando programas de incentivo, melhorando a infraestrutura e políticas que desafiam a difícil distribuição dos benefícios digitais.
AIRES, R.W. et al	Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial	Capes	Considerando que cada revolução industrial é baseada em desenvolvimentos tecnológicos específicos, a Indústria 4.0 está exigindo especializações diferentes daquelas exigidas pela Indústria 3.0, ressaltando que com a digitalização e automação da produção haverá uma mudança tanto nos trabalhadores quanto no processo produtivo. tecnologia utilizada. O talento da futura força de trabalho emergirá do capital como fator chave de produção.
RIBEIRO, J.S.N. et al.	Criação de valor para indústria 4.0: desafios e oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologia da informação	Capes	O compartilhamento do conhecimento é uma das peças-chave, que visa melhorar o desempenho organizacional para reduzir o desperdício de tempo e recursos na busca do conhecimento. Pode-se argumentar que os trabalhadores do conhecimento são os atores-chave na Indústria 4.0, atuando como um elemento mais flexível do processo de fabricação.
VERMULM, R. et al.	Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil	Google Scholar	O alto custo de implementação de tecnologias digitais tem sido apontado como uma grande barreira para a adoção dessas tecnologias, mesmo entre as empresas que as utilizam. Outros fatores, como a falta de clareza na definição do ROI e da estrutura e cultura da empresa, também foram identificados como barreiras.
SILVA, M.L.A. et al	Amazônia, desenvolvimento regional industrial e cidades inteligentes.	Google Scholar	Então a riqueza do polo industrial não proporciona bem-estar social, visto que a infraestrutura, educação, saúde, saneamento básico, desenvolvimento urbano e crescimento não estão bem preparados para a chegada da Indústria 4.0 e suas consequências.
YAMADA, V.Y.; MARTINS, L.M.	Indústria 4.0: um comparativo da indústria brasileira perante o mundo	Google Scholar	A posição das indústrias indústria brasileira em termos de tecnologia, inovação, automação de processos e serviços ainda está longe do patamar da Indústria 4.0. Novas premissas e ideais ainda precisam ser propostos e compreendidos para alcançar boa produtividade com baixo custo.
BASCO, A. I. et al.	Industria fabricando 4.0: el futuro.	Google Scholar	Os futuros sistemas de produção ainda requerem muita pesquisa. Problemas relacionados à incompatibilidade da interface de comunicação e à segurança da transmissão de dados continuam sendo um forte inconveniente para explorar o desenvolvimento colaborativo entre diferentes provedores de serviços. No entanto, várias entidades já estão trabalhando para desenvolver soluções tecnológicas que possam remover essas barreiras e colaborar para os objetivos comuns da Indústria 4.0.

ARACATY, M.L.et al.	Teorias do desenvolvimento regional: o modelo zona franca de Manaus e a 4ª revolução industrial.	Repositório UBI	A Indústria 4.0, baseada no uso intensivo de tecnologias digitais, visa fabricar rapidamente novos produtos, otimizar o tempo e as cadeias de suprimentos, aumentar a escala, aumentar a produtividade e aumentar a competitividade. Tais indústrias tendem a se transformar em estruturas mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis ao incorporar tecnologias digitais e a Internet em seus processos de fabricação.
NAKAYAMA, R.S.	Oportunidades de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para indústria 4.0 no Brasil	Repositório UPS	Novas formas de trabalho, segurança e proteção digital, capacidades cognitivas ainda precisam ser sistematicamente respondidas e analisadas para criar um ecossistema propício à transição para esse novo ambiente. A Indústria 4.0 envolverá principalmente uma mudança de mentalidade. Assim como nas revoluções industriais anteriores, novos processos, produtos e modelos de negócios surgirão com impactos sociais, econômicos e tecnológicos significativos. A verdade é que apesar da hesitação e desconfiança deste novo fenômeno, a Indústria 4.0 já está a acontecer, pelo que governos, profissionais da indústria, academia e outras partes interessadas devem unir-se para apoiar e contribuir para o sucesso deste novo paradigma.

Para Santos (2019), de modo geral, o desenvolvimento e implantação da Indústria 4.0 no Brasil envolve diversos desafios, que vão desde o investimento em equipamentos que incorporem essas tecnologias, até a adequação do layout, adequação das relações e processos entre as empresas em toda a cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências, etc.

No dizer de Teixeira *et al.* (2019), as empresas são capazes de oferecer produtos e serviços de maior valor agregado com base em maior capacidade de customização de produtos e maior confiança nos serviços prestados. Como resultado, os modelos de negócios inteligentes incorporam novas alternativas tecnológicas, que podem levar a mudanças no mercado que dificultam a entrada de concorrentes ou a criação de novos grupos de negócios por meio de fusões e parcerias.

Do ponto de vista de Aracaty *et al.* (2020), a indústria brasileira está engatinhando para a Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, baseada no uso intensivo de tecnologias digitais, com o objetivo de fabricar rapidamente novos produtos, otimizar tempo e cadeias de suprimentos, aumentar escala, aumentar produtividade e aumentar competitividade. Tais indústrias tendem a se transformar em estruturas mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis ao incorporar tecnologias digitais e a Internet em seus processos de fabricação.

Na visão de Vermulm *et al.* (2018), o alto custo de implementação de tecnologias digitais foi citado como uma grande barreira para a adoção dessas tecnologias, mesmo

entre as empresas que as utilizam. Outros fatores, como a falta de clareza na definição do Retorno sobre o investimento (ROI) e da estrutura e cultura da empresa, também foram identificados como barreiras.

De acordo com Sacomano (2018), essa nova forma de tecnologia exige novas formas de produzir e trabalhar, levando a uma mudança no perfil dos profissionais nos últimos anos. Tais revoluções nos apresentam desafios permanentes não apenas nos tipos de trabalho, mas também na relação entre empregadores e trabalhadores que se reinventaram e precisam se adaptar a essa nova realidade.

Na opinião de Silva *et al.* (2019), os colaboradores ainda não estão preparados para as tecnologias de automação propostas na Indústria 4.0, por isso é necessário treiná-los para desempenhar novas funções a curto e médio prazo, pois novos modelos exigem novos perfis de mão de obra. A sobrevivência no mercado de trabalho é passa por esses novos modelos. Aqueles que são incompetentes, ou seja, aqueles que não entendem as mudanças e novas exigências, são facilmente sugados e perdem seus empregos, a importância de atualizar o conhecimento é fundamental, agregando outras competências e novas habilidades.

De conformidade com Antônio *et al.* (2018), no caso do polo industrial brasileiro os incentivos à qualificação profissional também permanecerem inalterados, os trabalhadores industriais qualificados estarão em maior risco de vulnerabilidade e grave exclusão social. Para se adequar à Indústria 4.0, o governo federal busca compensar o tempo perdido inserindo algumas soluções para indústria brasileira não fique obsoleta e prejudique a geração de empregos e afete a geração interna de riqueza.

Em harmonia Santos *et al.* (2021), os avanços na Indústria 4.0 podem oferecer às empresas oportunidades de competitividade e sobrevivência, mas podem estabelecer requisitos relacionados à qualificação da mão de obra, incluindo aspectos tecnológicos de inovação, gestão do conhecimento e liderança. O desafio da qualificação começa com os colaboradores que devem abraçar e compreender essas mudanças, as empresas que devem criar o ambiente e as condições de desenvolvimento da força de trabalho para a inovação e as faculdades que devem estar preparadas para fornecer conhecimentos alinhados com o processo de transição, que por sua vez deve ser apoiado pelo desenvolvimento humano, apoio a políticas públicas.

No que tange Queiroz *et al.* (2021), a concessão dessa autonomia é fundamental e necessária, e ao longo das décadas tem sido cada vez mais associada a mudanças na legislação e consequentes mudanças de governo. É preciso lembrar que uma vez

concedida uma lei, ela deve ser administrada da forma como foi feita, não deixando margem para interpretação quando novos agentes governamentais são substituídos, e as regras do jogo não devem ser alteradas.

No entendimento Silva e Remo (2020), a realidade do Brasil em relação a outros países é vista como uma oportunidade de crescimento, não apenas econômico, mas também social. É possível descobrir novas formas de trabalhar, melhorar a qualidade de vida das pessoas, reduzir o desperdício e melhorar a qualidade da produção. Além disso, os empreendedores devem ver a situação atual como uma alavanca para seus negócios.

Na concepção Yamada e Martins (2019), ressaltou-se que, para acelerar a implantação dessas tecnologias no Brasil, o governo deve investir em infraestrutura digital, facilitar o acesso ao financiamento do mercado e estimular a educação por meio de capacitação para transmitir conhecimento aos profissionais nesse novo ambiente de trabalho. Além de grandes mudanças, as empresas em plena transformação digital exigem investimentos significativos. Embora o Brasil esteja caminhando na direção do desenvolvimento tecnológico e mostrando um lado positivo nesse sentido, ainda é preciso investir pesado e buscar se adaptar a essas novas mudanças que a Indústria 4.0 oferece.

Em harmonia Aires *et al.* (2017), ao definir um dos pilares do desenvolvimento da Indústria 4.0 é a desenvolvimento de recursos humanos para novas formas de produção, alerta para a necessidade de especialistas com formação diferente das existentes. Esse modo de produção caracteriza-se pela integração de diferentes formas de conhecimento, exigindo equipes multidisciplinares com alto nível de conhecimento técnico e capacidade de interação com diferentes áreas do conhecimento.

No entendimento de Ribeiro *et al.* (2019), para que as organizações sejam competitivas, elas precisam integrar e coordenar informações e fluxos de trabalho para que ocorram de forma sincronizada em toda a empresa e fora dela, o que requer sistemas que possam integrar informações e coordenar atividades de diferentes áreas funcionais e unidades organizacionais. A empresa e seus fornecedores, outros parceiros de negócios e clientes.

De acordo com Carvalho *et al.* (2020), para alcançar uma visão mais competitiva, as empresas devem reconhecer a importância estratégica de incorporar as tecnologias no seu processo produtivo. Nesse prisma, as organizações podem desenvolver a criatividade e as habilidades dos trabalhadores usando máquinas para realizar tarefas e para alavancar produção e qualidade. Há também a necessidade de novas interfaces homem-máquina que permitam novos modos de interação para melhor produtividade.

Em suma, como a principal premissa da Indústria 4.0 é criar um ecossistema cada vez mais autônomo e altamente cognitivo, precisa-se contar com tecnologias como a inteligência artificial para melhorar ainda mais a eficiência e criar novos modelos de negócios, obter produtos e serviços de dados coletados e analisados em toda a cadeia produtiva.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, os desenvolvimentos tecnológicos ajudaram as organizações industriais a responder à necessidade de aumentar a competitividade. A forma como os bens são produzidos e os serviços prestados estão mudando drasticamente para fornecer produtos de menor custo e maior qualidade. Impulsionadas por avanços tecnológicos e pressão de mercados emergentes competitivos, essas mudanças nos processos de fabricação estão impulsionando um fenômeno conhecido como Indústria 4.0.

A Quarta Revolução Industrial está inserida em um novo paradigma de produção que tem o potencial de mudar o papel da linha de montagem tradicional. Nesse novo ambiente industrial, os CPSs, compostos por máquinas, produtos e dispositivos inteligentes, combinam os mundos físico e virtual para se comunicar e colaborar em tempo real entre si e com humanos por meio da Internet das Coisas. Dessa forma, eles são capazes de tomar decisões autônomas, tornando os sistemas de produção mais flexíveis e adaptáveis às necessidades altamente customizadas do mercado.

Questões como padronização, novas formas de trabalhar, segurança e proteção digital, capacidades cognitivas e a inserção das empresas ainda precisam ser sistematicamente respondidas e analisadas para criar um ecossistema propício à transição para esse novo ambiente. Em conclusão, a Indústria 4.0 envolverá principalmente uma mudança de mentalidade. As tecnologias disruptivas oferecem a possibilidade de mudar os métodos e processos de produção na indústria do século XXI, possibilitando a adição de novos métodos de produção, a descoberta de novos mercados, a aquisição de diferentes fornecedores e a melhoria da organização das plantas fabris por meio da mecanização e possíveis processos setoriais. automação e dispositivos conectados via tecnologia.

Assim, diante do exposto, as empresas que conseguirem se beneficiar dessa situação certamente alcançarão um novo patamar de produtividade e competitividade. É importante destacar que o setor enfrentará desafios científicos, tecnológicos, econômicos, sociais e políticos ao adotar o novo modelo. Ao final conclui-se que todo o conceito de Indústria 4.0 é inovador e através da implementação de estratégias e aplicação de

princípios, embora árdua, é possível adaptar esta nova concepção e com isso melhorar todas as indústrias.

REFERÊNCIAS

AIRES, Regina Wundrack et al. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: **Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação–ciki**. 2017.

AMARAL, Fernando. **Introdução à ciência de dados: mineração de dados e big data**. Alta Books Editora, 2016.

ANTONIO, Daniel Soares et al. A Indústria 4.0 e seus Impactos na Sociedade. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 4, n. 3, 2018.

ARACATY, Michele Lins et al. Teorias do desenvolvimento regional: o modelo zona franca de Manaus e a 4ª revolução industrial. **Anais do Simpósio Latino-Americano de Estudos de Desenvolvimento Regional**, v. 2, n. 1, 2020.

AZEVEDO, Marcelo Teixeira de. **Transformação digital na indústria: indústria 4.0 e a rede de água inteligente no Brasil**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2017.

BASCO, Ana Inés et al. Industria 4.0: fabricando el futuro. **Inter-American Development Bank**, 2018.

BENDER, Rafaela Luisa. Os impactos da indústria 4.0 nas práticas administrativas do futuro. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2019.

CARISSIMI, Alexandre. **Desmistificando a Computação em Nuvem**. ROSE, Cesar de, p. 3-24, 2015.

CARVALHO, Gabriel Gomes et al. INDÚSTRIA 4.0: adoção de tecnologias como fator de competitividade. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 256-268, 2020.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. Rumo a Indústria 4.0. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado Engenharia e Gestão Industrial) - Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.

CONUBE. **Indústria 4.0 no Brasil: quais os impactos para as empresas?**. 2018. Disponível em: <https://conube.com.br/blog/impactos-da-industria-4-0-no-brasil/> Acesso em: 26 mar. 2022.

HEDLER, Helga Cristina et al. Aplicação do modelo de aceitação de tecnologia à computação em nuvem. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 6, n. 2, p. 188-207, 2016.

LEAL, Lorena Fernandes et al. Fábrica de ensino em indústria 4.0: proposição de modelo de negócios. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, 2020.

LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial**. Globo Livros, 2019.

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Big Data O Futuro dos Dados e Aplicações**. Saraiva Educação SA, 2018.

MAGRANI, Eduardo. *A internet das coisas*. Editora FGV, 2018.

MARKO, Mariane. **Competências individuais requeridas para trabalhadores das indústria 4.0 da região sudoeste do Paraná**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

MORAIS, Marcos et al. A integração entre conhecimento, inovação e indústria 4.0 nas organizações. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 7, p. 3716-3731, 2018.

NAKAYAMA, Ruy Somei. **Oportunidades de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para indústria 4.0 no Brasil**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

PEREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio de Oliveira. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018.

PEREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018.

QUEIROZ, Iris Rodrigues et al. Zona Franca de Manaus: instabilidade do modelo e alternativas para o aproveitamento de seu real potencial. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. 1-14, 2021.

RIBEIRO, Jurema Suely de Araújo Nery et al. Criação de valor para indústria 4.0: desafios e oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologia da informação. In: **Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação–ciki**. 2019.

RIBEIRO, Luciana; SILVA, Paulo Resende. Impacto da indústria 4.0 nas organizações, na perspectiva do Brasil e Portugal. **Revista da UI_IPSantarém-Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém**, v. 8, n. 4, p. 151-160, 2020.

RODRIGUES, G. et al. Formação no instituto politécnico de tomar: alinhamento de competências para responder aos desafios da indústria 4.0. **Superávit: revista de gestão e ideias, Tomar**, v. 2, n. 2, p.65-75, out. 2017

SACOMANO, José Benedito. **Indústria 4.0**. Editora Blucher, 2018.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

Santos, Danielle Dos. Indústria 4.0 e suas especificidades e tendências nas empresas do polo industrial de Manaus. **Gestão da Produção: Organização e Planejamento**, cap.21, 2019.

SANTOS, Nilza Aparecida et al. Indústria 4.0 no Brasil: desafios do segmento automotivo para integração da cadeia de suprimentos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. 1-18, 2021.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, v. 1, 2016. 159 p.

