



INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CURSO DE GRADUAÇÃO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

DANIEL JOSÉ DOS SANTOS

A INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL: IMPACTOS, BENEFÍCIOS E DESAFIOS

PETROLINA – PE

2024

DANIEL JOSÉ DOS SANTOS

A INDUSTRIA 4.0 NO BRASIL: IMPACTOS, BENEFÍCIOS E DESAFIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, como um dos requisitos para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Computação.

Orientadora: Prof.^a. Me. Emanuela Vitória Dias Morais

PETROLINA - PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237 Santos, Daniel José dos.

A INDUSTRIA 4.0 NO BRASIL : IMPACTOS, BENEFÍCIOS E DESAFIOS / Daniel José dos Santos. - Petrolina, 2024.
33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, 2024.

Orientação: Prof. Msc. Emanuela Vitória Dias Morais.

1. Ciência da Computação. 2. Indústria 4.0. 3. Impacto. 4. Tecnologia. 5. Revolução Industrial. I. Título.

CDD 004

INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CURSO DE GRADUAÇÃO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIEL JOSÉ DOS SANTOS

A INDUSTRIA 4.0 NO BRASIL: IMPACTOS, BENEFÍCIOS E DESAFIOS

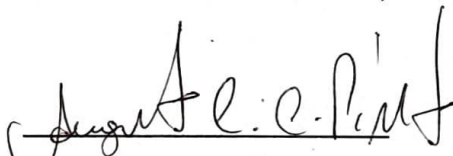
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, como um dos requisitos para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Computação. Orientadora: Prof.^a Me. Emanuela Vitória Dias Moraes.

Aprovado () Aprovado com ressalvas () Reprovado

Banca Examinadora



Prof.^a Me. Emanuela Vitória Dias Moraes, IFSertãoPE



Prof. Esp. Augusto Coimbra Costa Pinto, IFSertãoPE



Prof. Dr. Ricardo José Rocha Amorim, UNEB/FACAPE

Petrolina, 03 de outubro de 2024

Dedico este trabalho aos meus pais, Valdomiro Bernardo dos Santos (em memória) e a minha mãe, Maria Celeste dos Santos, pela educação e o imenso amor que me deram ao longo da minha vida. Aos meus colegas e professores pelo carinho e companheirismo, pelo respeito e consideração como bons parceiros que somos na arte de aprender e ensinar, na convivência diária, por acreditar, sobretudo, na minha capacidade de criar e inovar. A minha vó, Feliciano Gueia da Silva (em memória), pelo carinho e o cuidado com a família, sempre acolheu a todos na sua casa quem ali chegasse, fossem eles, filhos, genros, noras ou netos. O intuito era sempre de promover o bem estar de todos, sempre com uma pitadinha de simpatia e afeto.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer o apoio e a orientação deste trabalho a minha orientadora Profa. Mestre Emanuela Vitória Dias Morais, pelas sugestões na construção desse trabalho, a atenção que a mim dedicou e ajudou no enriquecimento desta obra.

A minha mãe, Maria Celeste dos Santos pelo apoio moral e financeiro, um exemplo de vida, quem sempre me acompanhou e me apoiou até aqui.

Agradeço também a minha irmã Maria Claézia dos Santos pelo apoio, sempre que pôde, esteve do meu lado acompanhando a minha mãe, quando eu não podia estar, pela sua colaboração e consciência.

Agradeço ao Opíparo professor Augusto Coimbra; um marco na história desta instituição de ensino, IFSERTÃO-PE, logo que aqui chegou, se destacou. Só se ouvia falar em professor Augusto, que o professor Augusto é meu professor na disciplina tal, esse carro é do professor Augusto, ele veio do IF tal, e aqui a todos encantou, pelo apoio acadêmico e pelo reconhecimento e profissionalismo que, acima de tudo, sempre foi respeitoso. A minha gratidão e admiração a sua pessoa.

Finalmente, este trabalho não seria possível sem o enorme apoio de todos aqueles que acreditaram em mim e deram atenção necessária para realização desse feito, que sempre demonstraram admiração e respeito pelo que faço,

A todos aqueles que carregam a minha bandeira.

"A transformação digital não é apenas sobre tecnologia; é sobre como ela altera a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos."

(Ginni Rometty)

RESUMO

A Indústria 4.0 representa uma revolução significativa para o setor industrial brasileiro, marcada pela introdução de tecnologias avançadas como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e robótica. Este trabalho teve como objetivo explorar os impactos da Indústria 4.0 no Brasil, avaliar seus benefícios e identificar os desafios relacionados à sua implementação. Utilizando revisão de literatura, a pesquisa revelou que a Indústria 4.0 promove melhorias substanciais na eficiência operacional, permitindo a integração de máquinas e sistemas que resultam em processos produtivos mais ágeis e precisos. A digitalização e a automação contribuem para a redução de custos de produção, otimizando o uso de recursos e minimizando desperdícios. A personalização em larga escala se torna viável, atendendo melhor às demandas dos consumidores e ampliando a competitividade das empresas no mercado global. Além disso, a Indústria 4.0 contribui para a sustentabilidade ao reduzir o impacto ambiental por meio de processos mais limpos e eficientes. No entanto, desafios significativos foram identificados, como a necessidade de uma infraestrutura tecnológica adequada e a qualificação da força de trabalho para lidar com as novas tecnologias. Em conclusão, a Indústria 4.0 oferece um potencial substancial para transformar o setor industrial no Brasil, promovendo maior eficiência, inovação e sustentabilidade, desde que os desafios associados à sua implementação sejam adequadamente enfrentados.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Impacto. Tecnologia. Revolução Industrial.

ABSTRACT

Industry 4.0 represents a significant revolution for the Brazilian industrial sector, marked by the introduction of advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence and robotics. This work aimed to explore the impacts of Industry 4.0 in Brazil, evaluate its benefits and identify the challenges related to its implementation. Using literature review, the research revealed that Industry 4.0 promotes substantial improvements in operational efficiency, allowing the integration of machines and systems that result in more agile and precise production processes. Digitalization and automation contribute to reducing production costs, optimizing the use of resources and minimizing waste. Large-scale customization becomes viable, better meeting consumer demands and increasing companies' competitiveness in the global market. Furthermore, Industry 4.0 contributes to sustainability by reducing environmental impact through cleaner and more efficient processes. However, significant challenges were identified, such as the need for adequate technological infrastructure and the qualification of the workforce to deal with new technologies. In conclusion, Industry 4.0 offers substantial potential to transform the industrial sector in Brazil, promoting greater efficiency, innovation and sustainability, provided that the challenges associated with its implementation are adequately addressed.

Keywords: Industry 4.0, Impact. Technology. Industrial Revolution.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 METODOLOGIA	11
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	11
3.2 ETAPAS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL	13
4.2 IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL	15
4.3 BENEFÍCIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL	17
4.4 DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL	20
5. CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	26
APÊNDICE A	29

1 INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, está transformando os processos industriais em todo o mundo, inclusive no Brasil. Caracterizada pela integração de tecnologias avançadas, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, computação em nuvem e *big data*, a Indústria 4.0 visa criar ambientes de produção mais eficientes, flexíveis e inteligentes. Essa revolução é marcada pela digitalização em massa e pela automação de processos, permitindo uma maior conectividade entre máquinas, sistemas e pessoas.

Segundo Brettel et al. (2014), as inovações trazidas pela Indústria 4.0 modificam profundamente a forma como as indústrias operam. No Brasil, a adoção dessa nova fase da industrialização promete benefícios notáveis, como o aumento da eficiência, a flexibilidade na produção e a melhoria da qualidade dos produtos. No entanto, esse progresso não está isento de desafios consideráveis, sendo os mais proeminentes a necessidade de investimentos substanciais, a capacitação da força de trabalho e a adaptação às novas tecnologias.

Por outro lado, os impactos da Indústria 4.0 no Brasil revelam-se como uma via de mão dupla: enquanto há potencial para modernização e ganhos competitivos, há também obstáculos consideráveis, como a necessidade de elevados investimentos, capacitação da força de trabalho e adequação às novas tecnologias. Brettel et al. (2014) destacam que, para que o Brasil possa tirar pleno proveito dessa revolução, é imprescindível superar barreiras relacionadas à infraestrutura, políticas de inovação e desenvolvimento de competências — elementos essenciais para garantir a competitividade do país em um cenário global cada vez mais tecnológico. Essa nova fase da industrialização não se restringe à adoção de tecnologias digitais, mas envolve também uma reconfiguração profunda das cadeias de valor e dos modelos de negócios (Bürkner et al., 2016).

Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2022), as transformações promovidas pela Indústria 4.0 têm causado preocupação no que diz respeito ao mercado de trabalho, especialmente no setor manufatureiro. A introdução de tecnologias avançadas, como robótica e automação, tende a reduzir a demanda por mão de obra em algumas áreas, enquanto aumenta a necessidade de profissionais altamente qualificados. Essa preocupação é reforçada por Brettel et al. (2014), que argumentam que, embora a tecnologia possa criar novas oportunidades,

ela também exige uma força de trabalho qualificada para operar e gerenciar sistemas complexos. Além disso, as inovações tecnológicas podem gerar um efeito rebote, aumentando a demanda por recursos escassos, como metais raros, e o consumo energético, devido ao uso intensivo de sensores e dispositivos conectados (UNIDO, 2019). O desafio, portanto, não se limita à implementação da tecnologia, mas também à criação de uma estrutura sustentável que equilibre o avanço tecnológico com as necessidades ambientais e sociais. A discussão levantada por Brettel et al. sugere que a capacitação de trabalhadores e o desenvolvimento de políticas públicas adequadas são fundamentais para mitigar os efeitos negativos dessa revolução tecnológica.

No contexto brasileiro, a implementação da Indústria 4.0 oferece vantagens consideráveis, como o aumento da produtividade, a melhoria da eficiência operacional e a capacidade de personalização de produtos em larga escala. Contudo, para que o país possa aproveitar plenamente essas oportunidades, será necessário enfrentar desafios significativos, como o investimento em infraestrutura tecnológica, a capacitação da força de trabalho e adequação às novas regulamentações e mercados.

Esse cenário de transformações e desafios motiva o desenvolvimento deste trabalho, cujo objetivo principal é explorar os impactos, benefícios e desafios da Indústria 4.0 no Brasil. O contexto atual da indústria brasileira, caracterizado por baixa produtividade e competitividade limitada no cenário global, demanda uma análise aprofundada sobre o papel da Indústria 4.0 na reversão desse quadro. Diante disso, este trabalho busca responder à seguinte questão: *Quais são os principais impactos, benefícios e desafios trazidos pela Indústria 4.0 no Brasil?*

A estrutura deste trabalho está dividida em cinco capítulos. Além desta introdução (Capítulo 1), o Capítulo 2 apresenta os objetivos do estudo. O Capítulo 3 detalha a metodologia utilizada, descrevendo a classificação e as etapas da pesquisa. O Capítulo 4 expõe os resultados e a discussão, onde são analisados os aspectos teóricos relacionados aos benefícios, desafios e impactos da Indústria 4.0 no Brasil. Por fim, o Capítulo 5 traz as conclusões do estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Identificar os impactos, benefícios e desafios da Indústria 4.0 no Brasil, mediante revisão bibliográfica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceituar a Indústria 4.0 no Brasil.
- Apresentar os impactos da Indústria 4.0 no Brasil.
- Apresentar os benefícios e desafios da Indústria 4.0 no Brasil.

3 METODOLOGIA

A seguir será descrita a classificação da pesquisa - quanto ao método de abordagem, os objetivos, os procedimentos e a natureza das variáveis - e os procedimentos para execução da pesquisa bibliográfica, conforme o Quadro 1 abaixo.

Quadro 1: Classificação da pesquisa

Método científico	Indutivo
Quanto aos objetivos	Exploratória
Procedimento	Pesquisa bibliográfica
Natureza das variáveis	Qualitativa

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa desenvolvida neste trabalho, quanto a seu método científico é do tipo indutivo, onde parte-se do geral para o específico. Para Lakatos e Marconi (2003, p. 86) o método indutivo trata-se de:

um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa é classificada como uma exploratória, pois restringe-se à definição de objetivos e busca maiores informações a respeito do objeto de estudo: a Indústria 4.0 no Brasil, bem como seus impactos, benefícios e desafios. Além disso, facilita a delimitação do tema, orienta a fixação dos objetivos e a formulação de hipóteses (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Além disso, tem natureza qualitativa, pois tem caráter subjetivo, focado em apresentar narrativas, ideias e experiências dos participantes. O procedimento de pesquisa utilizado foi a pesquisa bibliográfica, que segundo Lakatos e Marconi (2003) se divide em oito fases - escolha do tema; elaboração do plano de trabalho; identificação; localização; compilação; fichamento; análise e interpretação; redação. Para deste trabalho foi feita uma adaptação das fases sugeridas por Lakatos e Marconi (2003), conforme está descrito na subseção abaixo.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A partir da análise do contexto econômico e tecnológico atual, na fase da escolha de tema foi definido “A INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL: IMPACTOS, BENEFÍCIOS E DESAFIOS”. Em seguida, a fase de elaboração do plano de trabalho compreendeu o desenvolvimento do projeto de pesquisa contendo a problemática, objetivos, definição da metodologia, e dos resultados esperados. Ainda nesta fase definiu-se as questões de pesquisa, as palavras-chave, e os repositórios de busca.

Com bases nos objetivos específicos foram definidas quatro questões de pesquisa: 1) QP1: Como se conceitua a Indústria 4.0?; 2) QP2: Quais são os impactos da Indústria 4.0 no Brasil?; 3) QP3: Quais são os benefícios da Indústria 4.0 no Brasil? 4) QP4: Quais são os desafios da Indústria 4.0 no Brasil?. Com bases nestas questões foram definidas as palavras-chave - Indústria 4.0, 4ª Revolução Industrial, Brasil, impactos, benefícios, desafios – utilizadas para a coleta de dados na fonte de busca Google Acadêmico.

Na fase de identificação foram utilizadas as palavras-chave na fonte de busca definida, a fim de encontrar trabalhos alinhados com o objetivo geral deste trabalho, estes passaram por leitura inicial dos títulos e resumos. Na fase de Localização, foram selecionados 22 estudos, que foram compilados em uma pasta geral de trabalhos aprovados e foram fichados no Apêndice A, onde serviram como base para o desenvolvimento da fase de Análise e interpretação, onde foram respondidas as questões de pesquisa e por fim, na fase de redação, elaborados os resultados deste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

A Indústria 4.0 é caracterizada pela integração de tecnologias digitais avançadas, como inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), big data, robótica e automação, nos processos de produção. O objetivo dessa transformação é criar "fábricas inteligentes", onde os sistemas são capazes de tomar decisões autônomas, melhorar a eficiência, reduzir custos e personalizar produtos em larga escala.

No Brasil, a implementação da Indústria 4.0 enfrenta uma combinação de desafios e oportunidades. Entre os principais desafios estão a infraestrutura tecnológica ainda em desenvolvimento, a falta de mão de obra qualificada em tecnologias emergentes e o alto custo de implementação dessas tecnologias (Pires, 2024). Esses desafios evidenciam a necessidade de uma abordagem integrada que envolva tanto melhorias na infraestrutura quanto investimentos em capacitação profissional.

Por outro lado, o país possui um mercado consumidor robusto, indústrias diversificadas e incentivos governamentais que podem favorecer a adoção dessas tecnologias. Os benefícios potenciais da Indústria 4.0 para os consumidores incluem acesso a produtos personalizados de alta qualidade a custos reduzidos. Contudo, a automação intensificada apresenta um desafio significativo para o mercado de trabalho, uma vez que muitas funções anteriormente desempenhadas por humanos estão sendo assumidas por máquinas (FIA, 2024).

Nesse contexto, Silva et al. (2021) ressaltam que, para que as empresas brasileiras possam se manter competitivas no mercado, é essencial uma inovação na formação da mão de obra, capacitando profissionais para atender às demandas da Indústria 4.0. A inovação na formação da mão de obra é crucial não apenas para preencher lacunas de habilidades, mas também para impulsionar a adaptação e o crescimento das empresas no cenário da Indústria 4.0. A educação e a capacitação devem ser alinhadas com as novas tecnologias e processos, promovendo uma força de trabalho que possa implementar e gerenciar soluções avançadas. Investir em programas de formação contínua e em parceria com instituições educacionais pode acelerar a adaptação das empresas às demandas do mercado e garantir uma vantagem competitiva sustentável.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2016) revelou em 2016 que a adoção de tecnologias associadas à Indústria 4.0 ainda era incipiente no Brasil. Poucas empresas utilizavam tecnologias completas como IoT, *big data* e automação avançada, principalmente devido ao alto custo de implementação e à falta de conhecimento técnico especializado. A pesquisa apontou uma disparidade significativa na adoção dessas tecnologias entre diferentes setores industriais. Setores como o automotivo e o de eletroeletrônicos estavam mais avançados, enquanto setores como o de alimentos e bebidas apresentavam uma adoção mais lenta. A deficiência na infraestrutura digital, como a cobertura limitada de internet de alta velocidade em áreas industriais, e a falta de profissionais qualificados foram identificadas como barreiras críticas para a adoção da Indústria 4.0. A CNI destacou a necessidade de políticas públicas que incentivem investimentos em inovação e tecnologia, um ambiente regulatório mais favorável para a digitalização da indústria, além de incentivos fiscais e programas de apoio à inovação.

Esses achados ressaltam a necessidade urgente de uma abordagem coordenada para superar as barreiras existentes, evidenciando que a disparidade na adoção de tecnologias entre setores demonstra a importância de direcionar esforços específicos para áreas que enfrentam maior resistência. Melhorar a infraestrutura digital e formar uma força de trabalho qualificada são essenciais para reduzir a desigualdade e fomentar um ambiente mais inclusivo para a inovação, e políticas públicas eficazes, juntamente com incentivos direcionados, podem acelerar a transformação digital, garantindo que os benefícios da Indústria 4.0 sejam amplamente distribuídos e não restritos apenas aos setores mais avançados.

Portanto, a Indústria 4.0 no Brasil apresenta tanto benefícios quanto desafios críticos, exigindo um conjunto de ações estratégicas para que o país possa tirar pleno proveito dessa revolução industrial. Compreender tanto as forças quanto as fraquezas da implementação da Indústria 4.0 é essencial para delinear estratégias eficazes. A vasta literatura sobre o tema é crucial para analisar seus impactos, benefícios e desafios e, assim, promover uma implementação bem-sucedida no país.

4.2 IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

A Indústria 4.0 tem o potencial de transformar significativamente o cenário industrial brasileiro, trazendo uma série de impactos nas mais diversas áreas, com isso vários autores apontam impactos da Indústria 4.0 no Brasil.

Para Zanni (2018) as tecnologias de maior impacto na Indústria 4.0 são a IoT, inteligência artificial e a robótica, sendo estas responsáveis por conduzir a maior transformação de negócios e gerar o maior benefício para a vida, a sociedade e o meio ambiente. Blanco Neto (2019) apresenta quatro principais impactos da Indústria 4.0 com relação ao trabalho, sendo: 1) a evolução do emprego e criação de novos postos de trabalho; 2) necessidade de desenvolver novas competências, 3) a maior interação homem-máquina e 4) mudanças a nível organizacional, profissional e social.

Coelho (2016) aponta que o impacto da Indústria 4.0 passa por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que força as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, com pensam no desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, ajustando as ações de marketing e de distribuição.

Passos (2020) em seu estudo de revisão de literatura aponta que os impactos produzidos pela indústria 4.0 no Brasil terão efeitos na redução dos custos industriais, nos ganhos com eficiência produtiva, na redução dos custos de manutenção de máquinas e, na economia de energia. Além disso, destaca que o conservadorismo do empresário brasileiro em relação ao uso das tecnologias mais sofisticadas na execução das atividades e dos processos. E que com isso, é importante que as empresas estejam mais preparadas para a mudança de paradigma, com o uso das novas tecnologias em seu processo produtivo, pois aquelas que deixam de acompanhar a rápida evolução tecnológica correm riscos de manter as suas atividades permanentes.

Germano et al. (2021) destacam que a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 pode oferecer contribuições significativas para a sustentabilidade, abrangendo dimensões econômicas, sociais e ambientais. Estas tecnologias promovem a economia de recursos e energia, reduzem a emissão de gases poluentes e melhoram a segurança e a saúde dos trabalhadores. No entanto, a infraestrutura

tecnológica inadequada representa uma barreira para a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0. Além disso, os possíveis danos ambientais associados à adoção das novas tecnologias devem ser geridos cuidadosamente.

Além disso, a implementação plena da Indústria 4.0 no Brasil enfrenta obstáculos relacionados à infraestrutura tecnológica e ao ambiente regulatório. A falta de conectividade de alta qualidade e a infraestrutura digital deficiente limitam a capacidade das empresas de adotar tecnologias avançadas, exigindo investimentos substanciais em melhorias (Silveira, 2017). A necessidade de um ambiente regulatório adaptado também é crítica, pois a ausência de políticas públicas adequadas e a falta de um arcabouço regulatório atualizado podem retardar a adoção de novas tecnologias. Silveira (2017) enfatiza que, para o Brasil aproveitar ao máximo as oportunidades da Indústria 4.0, é essencial enfrentar esses desafios, promover a inovação e garantir que a transição para novas tecnologias seja inclusiva e benéfica para todos os setores da economia.

Matos (2018) reúne em seu trabalho de revisão de literatura diversos impactos da Indústria 4.0 relacionados a geração de emprego, que são apontados por alguns autores. McKinsey (2017 *apud* TAYSON, 2017) aponta como impacto a transformação do mercado de trabalho, onde a automação e o uso de inteligência artificial (AI) têm o potencial de substituir empregos de baixa qualificação, aumentando a demanda por profissionais com maior formação técnica e habilidades especializadas. Lorenz et al., 2015) aponta que a automação industrial pode levar a um problema estrutural de desemprego devido à substituição de postos de trabalho, por outro lado, também há espaço para a criação de novos empregos, especialmente em áreas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e na produção de equipamentos tecnológicos.

O OCDE (2017) aponta o impacto na distribuição de renda e bem-estar social, visto que a incorporação das novas tecnologias pode influenciar a distribuição de renda e o bem-estar social, dependendo de como os ganhos de produtividade e a requalificação da força de trabalho são geridos. Com isso, e esses impactos evidenciam a necessidade de uma abordagem equilibrada para maximizar os benefícios da Indústria 4.0, ao mesmo tempo em que se mitigam os desafios relacionados ao mercado de trabalho e à distribuição dos benefícios econômicos.

Bastiani (2020) também reúne em seu trabalho de revisão de literatura diversos impactos da Indústria 4.0 relacionados a diversas áreas. Como a mudança no perfil do mercado de trabalho, onde a Indústria 4.0 influencia a demanda e oferta de profissionais no Brasil, e para ajudar os trabalhadores a se adaptarem, serão alocados recursos para a capacitação de professores e mudanças no perfil de empregos (MDIC, 2018). Sobre a adoção de tecnologias digitais, grandes empresas estão começando a incorporá-las, como a automação com sensores e sistemas integrados de engenharia. No entanto, há uma baixa adoção de tecnologias mais avançadas, como manufatura aditiva e robôs colaborativos (CNI, 2018). E impactos na redução de custos de produção em vários setores, como papel e embalagens, engenharia e construção, e eletrônico (PwC, 2016). Os impactos apresentados por Bastiani (2020) são de suma importância e refletem as transformações esperadas na produtividade, no mercado de trabalho e na eficiência dos processos industriais com a adoção das tecnologias da Indústria 4.0.

4.3 BENEFÍCIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

A Indústria 4.0 no Brasil apresenta uma série de benefícios que impulsionam a competitividade industrial, conforme apontado por diversos autores. Segundo Neumann (2016), traz uma série de benefícios significativos para o Brasil, impulsionando a competitividade industrial por meio da conectividade e digitalização dos processos produtivos. A conectividade entre máquinas, sistemas e processos permite o fluxo de informações em tempo real, o que aumenta a eficiência operacional e possibilita a identificação imediata de falhas, promovendo a otimização contínua da produção. Tecnologias avançadas como impressão 3D e manufatura aditiva viabilizam a produção personalizada em larga escala, atendendo às demandas dos consumidores a um custo competitivo. Além disso, a automação e o uso de inteligência artificial contribuem para a redução de custos operacionais, enquanto sistemas de manutenção preditiva ajudam a evitar paradas não planejadas e custos emergenciais, garantindo maior estabilidade e eficiência às empresas brasileiras.

A Indústria 4.0 promete trazer inúmeros benefícios para a construção civil brasileira, conforme apontado por Simão et al. (2019). Entre os principais, destacam-

se a redução de custos operacionais, que pode aumentar a competitividade das empresas, e a diminuição dos riscos de acidentes de trabalho, já que a automação substitui atividades perigosas. Além disso, a redução dos prazos de entrega é um fator decisivo para melhorar a eficiência dos projetos, permitindo a finalização mais rápida das obras. A melhoria da qualificação profissional também se sobressai, uma vez que os trabalhadores deverão adquirir novas habilidades para operar as tecnologias avançadas, o que eleva o nível de conhecimento no setor. Por fim, a melhoria da qualidade das obras é outro benefício relevante, com a precisão tecnológica garantindo resultados mais consistentes e de maior qualidade.

A adoção da Indústria 4.0 traz diversos benefícios para a sustentabilidade, como aponta Germano (2021). Um dos principais avanços está na segurança e saúde do trabalhador, uma vez que as novas tecnologias podem reduzir riscos ocupacionais e melhorar as condições de trabalho. Além disso, a economia de recursos e energia é significativa, já que os processos automatizados são mais eficientes, minimizando desperdícios e otimizando o uso de materiais. A redução da emissão de gases poluentes também é um grande benefício, uma vez que tecnologias mais avançadas possibilitam uma produção mais limpa e com menor impacto ambiental, contribuindo para um futuro mais sustentável.

Os benefícios da Indústria 4.0 apontados por Matos (2018) incluem maior lucratividade, eficiência e produtividade, além de flexibilidade, melhor compartilhamento de conhecimento e tomada de decisão aprimorada. A transformação do setor manufatureiro com tecnologias avançadas resulta em sistemas mais inteligentes e otimizados, promovendo uma maior integração e conectividade entre setores da economia. A Indústria 4.0 também abre novas oportunidades de negócios e mercados, contribuindo para uma maior dinamicidade nas operações e possibilitando a criação de unidades produtivas menores e mais eficientes. Além disso, o avanço tecnológico favorece a geração de novos postos de trabalho e a melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores, com novas demandas de habilidades que impulsionam o desenvolvimento profissional e a sustentabilidade aprimorada (Matos, 2018).

A Indústria 4.0 oferece uma série de benefícios significativos, conforme descrito por Almeida e Andrade (2023). A principal vantagem é a resiliência organizacional que permite às empresas se adaptarem rapidamente a adversidades e crises, o que proporciona uma vantagem competitiva substancial. Com a adoção

de soluções digitais, as empresas podem alcançar melhoria na qualidade dos produtos e redução de custos, resultando em maior satisfação dos clientes. Além disso, a capacidade de personalizar produtos e explorar novas oportunidades de negócios possibilita margens mais altas e expansão de mercado. O uso de inteligência artificial e aprendizado de máquina para antecipar problemas futuros também contribui para uma operação mais proativa e eficiente. Essas vantagens, combinadas com a produção inteligente descentralizada, permitem que as empresas se destaquem em mercados globais exigentes.

Os principais benefícios da Indústria 4.0 identificados por Santos et al. (2018) abrangem várias áreas cruciais para a evolução do setor manufatureiro. Primeiramente, a produtividade e o uso otimizado de recursos são aprimorados através da interconexão de máquinas, produtos e sistemas produtivos, resultando em maior eficiência no consumo de energia e materiais. Em segundo lugar, o crescimento da receita é impulsionado pela antecipação da demanda por equipamentos avançados e produtos customizados, que atendem às necessidades específicas dos consumidores. A empregabilidade, embora controversa, pode levar a um aumento no número de empregos, especialmente para profissionais com habilidades em áreas como engenharia, programação e TI, enquanto trabalhadores menos qualificados podem ser substituídos por máquinas. Finalmente, o investimento na Indústria 4.0 tem o potencial de impulsionar a economia, com a expectativa de que os investimentos na tecnologia resultem em benefícios econômicos substanciais.

Ribeiro et al. (2020) aponta como benefícios da Indústria 4.0, a maior flexibilidade nos processos de produção, permitindo a fabricação de produtos customizados sem aumento de custos. Além disso, há uma redução significativa de custos operacionais e de riscos, o que melhora a competitividade das empresas e possibilita o surgimento de novos modelos de negócio, aumentando a participação no mercado. A digitalização, elemento central na Indústria 4.0, possibilita o controle eficiente da produção por meio da integração de sensores e equipamentos conectados em rede, favorecendo o uso de inteligência artificial para otimizar os processos. Com essa transformação gradual e de baixo custo, as organizações podem aumentar sua lucratividade por meio de incrementos na eficiência e reduções de custos, além de melhorar a produtividade e o controle sobre o processo produtivo.

Em síntese, a Indústria 4.0 representa um marco transformador para a

indústria brasileira, trazendo benefícios que abrangem desde o aumento da produtividade até a sustentabilidade e inovação. A digitalização e automação dos processos produtivos permitem maior eficiência, redução de custos e personalização em larga escala, tornando as empresas mais competitivas tanto no mercado interno quanto global. Tecnologias como inteligência artificial, manutenção preditiva e impressão 3D oferecem oportunidades para melhorar a qualidade dos produtos e reduzir riscos operacionais, além de abrir espaço para novos modelos de negócio. Embora existam desafios, como a necessidade de formação de uma força de trabalho qualificada, os investimentos em tecnologias avançadas prometem impulsionar a economia e criar novos empregos. De forma geral, os benefícios trazidos pela Indústria 4.0 têm o potencial de revolucionar o setor manufatureiro, promovendo maior integração, flexibilidade e sustentabilidade nas operações, o que coloca a indústria brasileira em um caminho de crescimento e inovação.

4.4 DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

Existem diversos desafios associados à implementação da Indústria 4.0, incluindo questões de segurança cibernética, integração de sistemas legados, custos de investimento inicial, treinamento de pessoal e preocupações sobre o impacto nos empregos. Para colher os benefícios da Indústria 4.0, as empresas precisam desenvolver uma estratégia clara que leve em consideração não apenas os aspectos tecnológicos, mas também os aspectos organizacionais, culturais e de gestão da mudança.

Os desafios associados à Indústria 4.0, conforme apontados pela CNI (2016), são significativos e multifacetados. A integração digital das empresas ao longo das cadeias produtivas exige a adoção de novas tecnologias de hardware e software, bem como uma infraestrutura de internet adequada, o que pode ser um obstáculo para muitas organizações. Além disso, há uma necessidade urgente de mecanismos para promover e facilitar a adoção dessas tecnologias, com soluções e customizações específicas para o contexto brasileiro, e a formação de profissionais capacitados em eletrônica e processos automatizados. Outro desafio crucial é a regulação e o apoio por meio de políticas industriais e iniciativas público-privadas, essenciais para a disseminação e implementação bem-sucedida das novas

tecnologias da Indústria 4.0.

Salomão (2024) aponta diversos desafios significativos na adoção e implementação da Indústria 4.0, são eles: a necessidade de uma infraestrutura tecnológica sólida e de força de trabalho altamente qualificada e capacitada; a falta de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); o alto preço das tecnologias; a falta de um ambiente regulatório favorável e de políticas públicas que incentivem a inovação e a adoção de tecnologias digitais e; a necessidade de medidas de cibersegurança.

Na construção civil brasileira, a Indústria 4.0 pode trazer desafios, conforme apontado por Simão et al. (2019). Por outro lado, a implantação da Indústria 4.0 enfrenta desafios significativos. O primeiro é a redução de postos de trabalho, especialmente entre os profissionais menos qualificados, que podem ser substituídos pela automação, criando uma preocupação social com o desemprego no setor. Além disso, há o alto custo de treinamento e capacitação, já que as empresas terão que investir na qualificação de seus funcionários para que possam lidar com as novas tecnologias. Outro ponto crítico é o aumento inicial dos custos de implantação, visto que a adaptação às inovações tecnológicas exige altos investimentos. Falta de estrutura empresarial e incentivo governamental também são barreiras, pois muitas empresas não possuem a infraestrutura necessária, e a ausência de políticas públicas de incentivo atrasa a adoção dessas tecnologias. A falta de profissionais qualificados e o medo de investir capital em inovações são obstáculos que refletem as dificuldades que o setor enfrenta para acompanhar as transformações trazidas pela Indústria 4.0.

A adoção da Indústria 4.0 traz desafios importantes para a sustentabilidade, como aponta Germano (2021). A falta de infraestrutura tecnológica nas empresas é uma das maiores barreiras para sua adoção, dificultando a transição para processos mais digitalizados. Outro ponto de preocupação são os possíveis danos ambientais que podem ocorrer se a adoção das tecnologias não for bem gerenciada. Além disso, há uma escassez de pesquisas que explorem a relação entre a Indústria 4.0 e a sustentabilidade, com poucos estudos de caso disponíveis, o que limita a compreensão dos impactos reais. A ausência de políticas públicas de apoio também agrava esses desafios, dificultando o acesso das empresas aos recursos necessários para implementar as novas tecnologias de forma eficaz e sustentável.

Segundo Rübmann et al. (2015) a implementação da Indústria 4.0 apresenta

desafios significativos. A integração de sistemas ciber-físicos com tecnologias legadas exige grandes investimentos e uma cooperação cuidadosa para garantir a harmonia entre os componentes. Além disso, a segurança cibernética se torna uma preocupação crítica, pois a maior conectividade aumenta a exposição a ciberataques, exigindo sistemas de proteção robustos. A interoperabilidade entre sistemas também é um desafio, dado o uso de diferentes tecnologias e protocolos entre fornecedores e países, dificultando a plena integração. Por fim, a resistência à mudança por parte de empresas e trabalhadores pode retardar a adoção das novas tecnologias, devido à relutância em abandonar processos já estabelecidos.

Almeida e Andrade (2023) aponta desafios consideráveis como a limitação de recursos, tanto financeiros quanto humanos, pode restringir a capacidade das empresas de implementar e manter iniciativas digitais, especialmente após crises recentes. Além disso, as iniciativas digitais precisarão ser redefinidas para se alinharem às novas realidades do ambiente pós-crise, o que pode exigir ajustes significativos nas estratégias. Outro desafio é a alta dependência de tecnologias avançadas, como a inteligência artificial e o aprendizado de máquina, que requerem investimentos em capacitação e infraestrutura. Essas barreiras podem dificultar a adoção plena da Indústria 4.0, exigindo uma abordagem cuidadosa para superar as limitações e maximizar os benefícios das novas tecnologias.

Segundo Matos (2018) a Indústria 4.0 enfrenta desafios consideráveis que podem impactar sua adoção e eficácia. Um dos principais desafios é a falta de infraestrutura adequada para suportar as novas tecnologias, especialmente em países como o Brasil, onde a evolução da Indústria 3.0 ainda está em progresso. A necessidade de mudanças na formação profissional também é um obstáculo significativo, pois a atual força de trabalho pode não estar suficientemente qualificada para lidar com as novas tecnologias e demandas de habilidades. Além disso, a segurança de dados e a proteção contra ciberataques são preocupações crescentes, dada a maior interconexão e digitalização das operações. Essas questões destacam a necessidade urgente de investimentos e desenvolvimento em infraestrutura tecnológica e na capacitação profissional para garantir uma transição bem-sucedida para a Indústria 4.0.

Conforme apontado por Lima et al. (2019), a Indústria 4.0 no Brasil enfrenta desafios significativos para sua plena implantação. Um dos principais obstáculos é o estágio inicial de desenvolvimento, o que exige tempo e planejamento estratégico

para que seu potencial seja atingido, projetado para a próxima década. Enquanto potências como Alemanha, Estados Unidos e China já estão na vanguarda desse movimento, com investimentos bilionários em tecnologia e qualificação de mão de obra, o Brasil ainda carece de uma estratégia ousada que aborde questões como políticas de incentivo, investimentos robustos e a qualificação profissional necessária para operar as novas tecnologias. A revisão dessas políticas e a criação de um plano específico para a Indústria 4.0 são essenciais para que o país possa competir globalmente e integrar-se ao cenário tecnológico industrial emergente.

Diante disso, é visto que a Indústria 4.0 apresenta grandes desafios para o Brasil, que envolvem desde a infraestrutura tecnológica insuficiente até a falta de políticas públicas de incentivo e a escassez de profissionais qualificados. A necessidade de investimentos robustos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), segurança cibernética e na integração de sistemas ciberfísicos com tecnologias legadas são obstáculos significativos. Além disso, o alto custo de implementação e a resistência cultural à mudança dentro das empresas agravam a dificuldade de adoção plena dessas tecnologias. A superação desses desafios requer uma estratégia nacional ousada e bem planejada, alinhada às melhores práticas globais, como as adotadas por potências como Alemanha, Estados Unidos e China. Sem essas ações coordenadas, o Brasil corre o risco de ficar para trás na revolução industrial digital, comprometendo a competitividade de suas indústrias no cenário global.

5. CONCLUSÃO

A Indústria 4.0 representa um marco transformador para o setor industrial brasileiro, trazendo uma série de mudanças que impactam significativamente a competitividade, produtividade e sustentabilidade das empresas. A introdução de tecnologias avançadas, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e robótica, tem o potencial de revolucionar a forma como os processos produtivos são realizados, promovendo uma integração mais eficiente e uma maior personalização dos produtos.

Os objetivos deste trabalho foram delineados para explorar os impactos da Indústria 4.0 no Brasil, analisar seus benefícios e identificar os desafios associados à sua implementação. Através da revisão de literatura e da análise dos dados disponíveis, foi possível alcançar uma compreensão abrangente dos principais aspectos dessa transformação tecnológica.

A pesquisa revelou que a Indústria 4.0 tem um impacto profundo no cenário industrial brasileiro, com efeitos significativos em áreas como eficiência operacional, custo de produção e sustentabilidade. A introdução de tecnologias avançadas está impulsionando a modernização das práticas industriais, reduzindo desperdícios e melhorando a qualidade dos produtos. No entanto, também foram identificados desafios como a necessidade de requalificação da força de trabalho e a infraestrutura tecnológica inadequada, que podem limitar o ritmo de adoção dessas inovações.

A análise demonstrou que a adoção da Indústria 4.0 traz benefícios consideráveis, incluindo aumento da produtividade, redução de custos operacionais e melhorias na qualidade dos produtos. A digitalização e automação dos processos proporcionam uma maior flexibilidade e personalização na produção, o que pode posicionar as empresas brasileiras de forma mais competitiva no mercado global. Além disso, a capacidade de prever problemas e otimizar processos contribui para uma operação mais eficiente e sustentável.

Entre os desafios identificados, destacam-se a necessidade de uma infraestrutura tecnológica robusta, a adaptação ao ambiente regulatório e a formação de uma força de trabalho qualificada. A falta de conectividade de alta qualidade e a deficiência em políticas públicas são barreiras significativas que precisam ser superadas para permitir uma transição bem-sucedida para a Indústria

4.0. Além disso, a resistência à mudança e a dificuldade em adotar tecnologias avançadas podem limitar o potencial de transformação das empresas.

As limitações da pesquisa incluem a dependência de um número restrito de fontes, a generalização dos dados e a rápida evolução tecnológica, que pode tornar as informações rapidamente obsoletas. Além disso, fatores regionais e econômicos podem influenciar de maneira diversa os impactos da Indústria 4.0, e a resistência à mudança organizacional pode não ter sido totalmente explorada. Estudos de longo prazo também são necessários para avaliar os efeitos duradouros da Indústria 4.0 no mercado de trabalho e na economia.

Em síntese, a Indústria 4.0 oferece um potencial substancial para transformar o setor industrial brasileiro, promovendo uma maior eficiência, inovação e sustentabilidade. No entanto, para que esses benefícios se concretizem plenamente, é crucial enfrentar os desafios associados à implementação. A promoção de investimentos em infraestrutura, o desenvolvimento de políticas públicas adequadas e a requalificação da força de trabalho são essenciais para garantir que as empresas brasileiras possam aproveitar as oportunidades oferecidas pela Indústria 4.0 e manter-se competitivas em um mercado global cada vez mais exigente. A contínua adaptação e inovação serão fundamentais para o sucesso desta transição tecnológica e para o fortalecimento do setor industrial no Brasil.

Para aprofundar a compreensão e aplicação da Indústria 4.0 no Brasil, futuros estudos poderiam focar na análise setorial para identificar desafios e oportunidades específicas. Pesquisas regionais podem ajudar a entender como diferenças econômicas e de infraestrutura afetam a adoção das tecnologias. Estudos longitudinais serão importantes para avaliar os impactos a longo prazo no mercado de trabalho e na economia. Investigações sobre a resistência organizacional e o desenvolvimento de políticas públicas adequadas também são cruciais para garantir uma transição mais eficaz e inclusiva para a Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. C. de; ANDRADE, J. A. B. de. BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO DURANTE A PANDEMIA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 245–259, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i1.8164. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/8164>. Acesso em: 5 set. 2024.

BASTIANI, A. P. **A indústria 4.0: impactos e desafios na economia brasileira**. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Econômicas), Universidade de Caxias do Sul, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/8378>>. Acesso em: 2 Set. 2024.

BLANCO NETO, P. B.; **A Indústria 4.0 e o impacto no trabalho: Uma revisão de literatura e reflexão para o futuro**. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão da Inovação). Faculdade de Economia. Universidade do Porto. Portugal. 2019. Disponível em <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/123567?mode=full>. Acesso em 18 ago. 24.

BRETTEL, M. et al. **How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective**. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.
BÜRKNER, H.-P. et al. **Transformation delivering and sustaining breakthrough performance**. Boston: The Boston Consulting Group, Inc, 2016.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Segmentos ou nichos com maior potencial para o desenvolvimento tecnológico nacional**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022. 112 p. (Série Documentos Técnicos, 31).

COELHO, P. M. N. **Rumo à indústria 4.0**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2016. Disponível em: < <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/36992> >. Acesso em: 19 Aug. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil**. 2016. Disponível em: < https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf >. Acesso em: 09 de Jul. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Investimentos em Indústria 4.0**. 2018. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/pqt-investimentos-em-industria-40/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016.
FIA. **Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos [Guia Completo]**. FIA. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/industria-4-0/>>. Acesso em: 19 Aug. 2024.

GERMANO, A. X. S., Mello, J. A. V. B. y Motta, W. H. **Contribuição das tecnologias da indústria 4.0 para a sustentabilidade: uma revisão sistemática.** Palabra Clave (La Plata), 11(1), e142. 2021. Disponível em <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-99122021000200142&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 15 ago. 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, Alison Gustavo de; PINTO, Giuliano Scombatti. **INDÚSTRIA 4.0. Revista Interface Tecnológica**, p. 299–311, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.31510/infa.v16i2.642>>. Acesso em: 5 Sep. 2024.

LORENZ, M. et al. **Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0.** The Boston Consulting Group, Inc. Boston, p. 15. 2016.

MATOS, J. S. **A INDÚSTRIA 4.0 NA ECONOMIA BRASILEIRA: Seus benefícios, impactos e desafios.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23894/1/Ind%c3%bacteriaEcnomiaBrasileira.pdf>>. Acesso em: 2 Sep. 2024.

MDIC. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial.** 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/mdic/mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-a-industria-4-0-no-forum-economico-mundial>. Acesso em: 15 ago. 2024.

NEUMANN, R. **Connected Industry at Bosch.** 21º Seminário Internacional de Alta Tecnologia, Piracicaba, 6 Outubro 2016. 93-103.

OCDE. **The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business.** OCED Publishing. Paris, p. 1-442. 2017. (978-92-64-27103-6).

PASSOS, L. H. S. A INDÚSTRIA 4.0: Fundamentos e Principais Impactos na Economia Brasileira. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 12, n. 2, p. 53, 2020.

PIRES, L. **Indústria 4.0: definição, tecnologias e impactos positivos e negativos.** Sensio. 2024. Disponível em: <<https://www.sensio.com.br/blog/industria-4-0-definicao-tecnologias-e-impactos-positivos-e-negativos>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo - RS: Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - ASPEUR. Universidade Feevale, 2013.

PwC. PricewaterhouseCoopers Brasil Ltda. **Indústria 4.0: Digitização como vantagem competitiva no Brasil.** 2016. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.

RIBEIRO, J. E.; RODRIGUES VITORIANO, S.; LOPES FERNANDES, J. C.; DE BRITO SANCHEZ, R. Indústria 4.0: implementação em uma indústria de rodas. **REVISTA ENIAC PESQUISA**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 4–14, 2020. DOI: 10.22567/rep.v9i1.588. Disponível em: <https://ojs.eniac.com.br/index.php/EniacPesquisa/article/view/588>. Acesso em: 5 set. 2024.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group: BCG, 2015.
SALOMÃO, C. **Indústria 4.0 no Brasil: problemas e soluções**. ebdí – Onde discussões ganham soluções. Disponível em: <<https://ebdicorp.com.br/mercado-da-industria-4-0-no-brasil/>>. Acesso em: 19 Ago. 2024.

SANTOS, M.; MANHÃES, A. M.; LIMA, A. R. **Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2018. p. 317 - 329.

SILVA, S. L. S.; et al. A transformação da educação como exigência para a mão de obra na indústria 4.0. **REMIPE - Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec Osasco**, v. 7, n. 1, p. 46–62, 2021.
SILVEIRA, C. B. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. **Citisystems**. 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SIMÃO, A. dos S.; et al. Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. **Brazilian Journal of Development**. v. 5, n. 10, p. 20130–20145, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n10-210. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3881>. Acesso em: 5 set. 2024.

TAYSON, L. **O trabalho na era da automação**. Valor Econômico, Rio de Janeiro, p. 1- 2, junho 2017.
UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION - UNIDO. **Bracing for the new industrial revolution: elements of a strategic response**. Vienna: United Nations Publications, 2019a, 20 p. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-06/UNIDO_4IR_Strategy_Discussion_Paper.pdf.

ZANNI, T.; et al. KPMG. **The changing landscape of disruptive technologies: tech disruptors outpace the competition**. 2018, 42 p. Disponível em: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pl/pdf/2018/06/pl-The-Changing-Landscape-of-Disruptive-Technologies-2018.pdf>. Acesso 26. Ago. 2024.

APÊNDICE A - Formulário de Aprovação dos Trabalhos

Na tabela abaixo estão apresentados os estudo selecionados (ES) para serem explorados nos resultados deste trabalho. A Coluna 1 apresenta o ID do estudo selecionado, a coluna 2 – o título do estudo, a coluna 3 a Referência e, a coluna 4 o ano de publicação do estudo.

ESID	TÍTULO	REFERÊNCIA	ANO
ES01	Indústria 4.0: definição, tecnologias e impactos positivos e negativos.	PIRES, L. Indústria 4.0: definição, tecnologias e impactos positivos e negativos. Sensio. 2024. Disponível em: < https://www.sensio.com.br/blog/industria-4-0-definicao-tecnologias-e-impactos-positivos-e-negativos >. Acesso em: 19 ago. 2024.	2024
ES02	Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos	FIA. Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos [Guia Completo]. FIA. Disponível em: < https://fia.com.br/blog/industria-4-0/ >. Acesso em: 19 Aug. 2024.	2024
ES03	A transformação da educação como exigência para a mão de obra na indústria 4.0	SILVA, S. L. S.; et al. A transformação da educação como exigência para a mão de obra na indústria 4.0. REMIPE - Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec Osasco, v. 7, n. 1, p. 46–62, 2021.	2021
ES04	Desafios para Indústria 4.0 no Brasil	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Desafios para Indústria 4.0 no Brasil. Brasília: CNI, 2016.	2016
ES05	Connected Industry at Bosch	NEUMANN, R. Connected Industry at Bosch. 21º Seminário Internacional de Alta Tecnologia, Piracicaba, 6 Outubro 2016. 93-103.	2016
ES06	Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira.	SIMÃO, A. dos S.; et al. Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. Brazilian Journal of Development. v. 5, n. 10, p. 20130–20145, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n10-210. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3881 . Acesso em: 5 set. 2024.	2019
ES07	Contribuição das tecnologias da indústria 4.0 para a sustentabilidade: uma revisão sistemática	GERMANO, A. X. S., Mello, J. A. V. B. y Motta, W. H. Contribuição das tecnologias da indústria 4.0 para a sustentabilidade: uma revisão sistemática. Palavra Clave (La Plata), 11(1), e142. 2021. Disponível em < http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-99122021000200142&lng=es&nrm=iso >. Acesso em 15 ago. 2024.	2021
ES08	O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo	SILVEIRA, C. B. O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo. Citisystems. 2017. Disponível em:< https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/ >. Acesso em: 10 jun. 2018.	2017
ES09	O trabalho na era da automação.	TAYSON, L. O trabalho na era da automação. Valor Econômico, Rio de Janeiro, p. 1- 2, junho 2017.	2017

ES10	Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0	LORENZ, M. et al. Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0. The Boston Consulting Group, Inc. Boston, p. 15. 2016.	2016
ES11	The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business.	OCDE. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. OCED Publishing. Paris, p. 1-442. 2017. (978-92-64-27103-6).	2017
ES12	A indústria 4.0: impactos e desafios na economia brasileira.	BASTIANI, A. P. A indústria 4.0: impactos e desafios na economia brasileira. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Econômicas), Universidade de Caxias do Sul, 2020. Disponível em: < https://repositorio.uces.br/xmlui/handle/11338/8378 >. Acesso em: 2 Set. 2024.	2020
ES13	MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial	MDIC. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial. 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/mdic/mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-a-industria-4-0-no-forum-economico-mundial . Acesso em: 15 ago. 2024.	2018
ES14	Investimentos em Indústria 4.0	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Investimentos em Indústria 4.0. 2018. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/pqt-investimentos-em-industria-40/ . Acesso em: 15 ago. 2024.	2018
ES15	Indústria 4.0: Digitização como vantagem competitiva no Brasil.	PwC. PricewaterhouseCoopers Brasil Ltda. Indústria 4.0: Digitização como vantagem competitiva no Brasil. 2016. Disponível em: https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/asets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf . Acesso em: 15 ago. 2024.	2016
ES16	BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO DURANTE A PANDEMIA	ALMEIDA, T. C. de; ANDRADE, J. A. B. de. BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO DURANTE A PANDEMIA. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 245–259, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i1.8164. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/8164 . Acesso em: 5 set. 2024.	2023
ES17	Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil	SANTOS, M.; MANHÃES, A. M.; LIMA, A. R. Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2018. p. 317 - 329.	2018
ES18	Indústria 4.0: implementação em uma indústria de rodas.	RIBEIRO, J. E.; RODRIGUES VITORIANO, S.; LOPES FERNANDES, J. C.; DE BRITO SANCHEZ, R. Indústria 4.0: implementação em uma indústria de rodas. REVISTA ENIAC PESQUISA, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 4–14, 2020. DOI: 10.22567/rep.v9i1.588. Disponível em: https://ojs.eniac.com.br/index.php/EniacPesquisa/	2020

		article/view/588. Acesso em: 5 set. 2024.	
ES19	Desafios para Indústria 4.0 no Brasil	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Desafios para Indústria 4.0 no Brasil. Brasília: CNI, 2016.	2016
ES20	Indústria 4.0 no Brasil: problemas e soluções	SALOMÃO, C. Indústria 4.0 no Brasil: problemas e soluções. ebdi – Onde discussões ganham soluções. 2024. Disponível em: < https://ebdicorp.com.br/mercado-da-industria-4-0-no-brasil/ >. Acesso em: 19 Ago. 2024.	2024
ES21	Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.	RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group: BCG, 2015.	2015
ES22	INDÚSTRIA 4.0.	LIMA, Alison Gustavo de; PINTO, Giuliano Scombatti. INDÚSTRIA 4.0. Revista Interface Tecnológica, p. 299–311, 2019. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.31510/infa.v16i2.642 >. Acesso em: 5 Sep. 2024.	2019