

DIMENSÕES GLOBAIS DA INDÚSTRIA 4.0 E SEUS IMPACTOS NA GESTÃO DAS OPERAÇÕES PRODUTIVAS

GLOBAL DIMENSIONS OF INDUSTRY 4.0 AND ITS IMPACTS ON THE MANAGEMENT OF PRODUCTION OPERATIONS

Gabriel Depiro Gurtler – gabrieldepiro43@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga

Diego Jose Casagrande – diego.casagrande@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga

DOI: 10.31510/infa.v21i2.2123

Data de submissão: 27/09/2024

Data do aceite: 23/11/2024

Data da publicação: 20/12/2024

RESUMO

A presente discussão aborda o impacto da Indústria 4.0 na produção e distribuição de bens de consumo e serviços, destacando a crescente personalização dessas ofertas para atender às demandas específicas de cada cliente, além de promover ganhos significativos em produtividade, qualidade e eficiência. Assim, o objetivo geral para o trabalho, está em analisar como a indústria 4.0 incide na eficiência nas operações de gestão e eficiência nas operações produtivas, com uma pesquisa bibliográfica do tema. A Indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, refere-se à automatização dos processos industriais por meio de tecnologias avançadas, como cibersegurança, robôs autônomos e a integração de sistemas com o uso de inteligência artificial. Essa integração permite que máquinas, equipamentos e bases de dados estejam conectados, facilitando a tomada de decisões de forma mais ágil e precisa, aumentando as chances de sucesso. Organizações que já estão à frente na adoção dessas tecnologias têm conseguido implementar e otimizar seus processos de maneira eficaz. O objetivo deste trabalho é analisar e descrever os pilares que sustentam a Indústria 4.0 e as transformações proporcionadas por esse modelo no contexto das operações produtivas. Em contrapartida, indústrias que não se adaptarem às exigências da Indústria 4.0 enfrentarão dificuldades em acompanhar a concorrência, correndo o risco de obsolescência.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Gestão 4.0, Otimização, Impacto de Processos.

ABSTRACT

The present discussion addresses the impact of Industry 4.0 on the production and distribution of consumer goods and services, highlighting the growing customization of these offerings to meet the specific demands of each customer, while also promoting significant gains in productivity, quality, and efficiency. Thus, the general objective of this paper is to analyze how Industry 4.0 affects operational management efficiency and productivity through a literature review on the subject. Industry 4.0, also known as the Fourth Industrial Revolution, refers to

the automation of industrial processes through advanced technologies such as cybersecurity, autonomous robots, and system integration using artificial intelligence. This integration allows machines, equipment, and databases to be connected, facilitating faster and more accurate decision-making, increasing the chances of success. Organizations that are already ahead in adopting these technologies have been able to implement and optimize their processes effectively. The goal of this paper is to analyze and describe the pillars supporting Industry 4.0 and the transformations brought about by this model in the context of productive operations. Conversely, industries that fail to adapt to the demands of Industry 4.0 will face difficulties in keeping up with the competition, risking obsolescence.

Keywords: Industry 4.0, Management 4.0, Optimization, Process Impact.

1 INTRODUÇÃO

As revoluções industriais causaram alterações profundas na economia, nas relações sociais e nas condições de trabalho, afetando diretamente a vida das pessoas, impactando diretamente o desenvolvimento das nações. Desde a Primeira Revolução Industrial, marcada pela introdução das máquinas a vapor no século XVIII, até a atual Indústria 4.0, cada nova etapa industrial trouxe progressos expressivos em termos de produtividade e inovação.

A Indústria 4.0, especificamente, caracteriza-se pela automação, integração de sistemas ciberfísicos e uso de tecnologias emergentes como a inteligência artificial e a Internet das Coisas (IoT), transformando os processos industriais e a gestão das empresas (Schwab, 2016). Esses avanços trouxeram tanto oportunidades quanto desafios, como a necessidade de requalificação da força de trabalho e a adaptação a um mercado em constante mudança.

As revoluções industriais trouxeram transformações tecnológicas, econômicas, políticas e sociais significativas. A 1ª Revolução Industrial, ocorrida no século XVIII na Inglaterra, foi marcada pela introdução da máquina a vapor, transformando a indústria e os transportes, com a predominância da técnica sobre a ciência. Freeman (1974) argumenta que a limitação da técnica resultou na redução das inovações. A 2ª Revolução Industrial, impulsionada pela invenção da lâmpada incandescente por Edison em 1879, a eletricidade, o aço de baixo custo e o motor a combustão interna, favoreceu a produção em massa e a racionalização do trabalho com o taylorismo (Taylor, 1987).

A 3ª Revolução Industrial, iniciada na década de 1950, trouxe avanços tecnológicos significativos, afetando o sistema produtivo e o campo científico. Novos meios de comunicação e máquinas foram desenvolvidos, com destaque para robótica, genética e comunicação, resultando em maior eficiência e lucros.

A 4ª Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, caracteriza-se pela integração de máquinas com a internet (Deloitte, 2014), utilizando IA, IoT e armazenamento em nuvem para otimizar processos e permitir decisões autônomas (Perasso, 2016). Essa nova fase exige rápida adaptação das organizações às tecnologias em evolução. A questão de pesquisa que este estudo busca responder é: de que maneira a Indústria 4.0 impacta os processos industriais?

O objetivo deste trabalho é analisar e descrever os pilares que sustentam a Indústria 4.0 e as transformações proporcionadas por esse modelo no contexto das operações produtivas. A estrutura do artigo foi organizada da seguinte maneira: a introdução contextualiza o tema, trazendo uma visão sobre o cenário atual da Indústria 4.0, a justificativa para a pesquisa, os objetivos, a metodologia empregada e o referencial teórico. Em seguida, o artigo descreve as características predominantes da Indústria 4.0, seus impactos nos processos industriais, incluindo vantagens e desvantagens, e como essa revolução tecnológica afeta a vida dos trabalhadores. O artigo também aborda a posição do Brasil em relação à implementação da Indústria 4.0. Por fim, os resultados são discutidos nas considerações finais, sintetizando as principais conclusões do estudo.

2 INDÚSTRIA 4.0: CONTEXTUALIZAÇÃO E NUANCES

A nomenclatura "Indústria 4.0" foi introduzida em abril de 2011, durante a feira Hannover Messe, em um projeto apresentado ao governo alemão que visava promover o desenvolvimento de alta tecnologia e informatização da manufatura (Junior; Saltorato, 2018). O conceito central da Indústria 4.0 envolve a conexão entre máquinas, ativos e sistemas, criando redes inteligentes e permitindo o controle autônomo das operações. Também conhecida como "Indústria Inteligente" ou "Internet Industrial", essa revolução é impulsionada por avanços em tecnologias da informação e ciência da computação.

As organizações, independentemente do setor, dependem de processos para atingir seus objetivos, sendo esses fundamentais para a construção de estratégias, estruturas e produtos, além de constituírem um diferencial competitivo (Keen, 1997). Processos podem ser definidos como ações integradas e ordenadas, destinadas a gerar produtos, serviços ou informações, coordenando atividades que envolvem pessoas, recursos, procedimentos e tecnologia.

A otimização é essencial para melhorar o desempenho dos processos em uma organização, ajustando condições para torná-los mais rápidos e eficientes. Esse conceito

permeia diversas áreas, com foco em avanços qualitativos e quantitativos, como redução de custos, aumento da produtividade e eficiência em distribuição.

Para garantir a eficácia dos processos otimizados, a garantia da qualidade deve estar presente em todas as fases. Deming (1990) define qualidade como o que melhora um produto ou serviço sob a perspectiva do cliente, sendo um conceito em constante evolução para se manter competitivo diante das mudanças nas expectativas dos clientes. O conceito de Qualidade Total visa atender às necessidades das partes interessadas — clientes, colaboradores, fornecedores, governos, acionistas, comunidades e o meio ambiente —, sendo crucial em um mercado globalizado e competitivo.

Na Indústria 4.0, os conceitos de otimização e Qualidade Total estão interligados, permitindo que as empresas prevejam falhas, agendem manutenções com precisão e se adaptem a mudanças imprevistas nos requisitos das partes interessadas (Silveira, 2017).

2.1. Os pilares da indústria 4.0

A quarta revolução industrial é caracterizada pela confluência das tecnologias físicas, digitais e biológicas, abrangendo as principais inovações em tecnologia dos mercados de automação, controle e tecnologia da informação, e sendo aplicadas em diversos segmentos do mercado. As organizações gerenciam seus processos por meio de sistemas ciberfísicos e da Internet das Coisas (IoT), o que os torna mais eficientes, autônomos e personalizáveis.

Figura 1: Pilares que formam a indústria 4.0



Fonte: Altus (2019, s.p.)

Abaixo definiremos as características da indústria 4.0, segundo Souza, Junior e Neto (2017), as transformações associadas à Indústria 4.0 serão evidentes nos produtos e serviços, impactando todos os setores do mercado. Nos países desenvolvidos, a Indústria 4.0 já é uma realidade, impulsionada pelos avanços tecnológicos das últimas décadas e sustentada por nove pilares principais: big data e analytics, Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem, segurança cibernética, integração de sistemas por meio de inteligência artificial, robôs autônomos, manufatura aditiva, simulação e realidade aumentada.

Big Data e Analytics: Refere-se ao acúmulo e armazenamento de informações que são analisadas para a tomada de decisões em tempo real ou posteriormente. Esse processo otimiza as decisões relacionadas a máquinas, equipamentos e toda a cadeia produtiva, minimizando erros.

Internet das Coisas (IoT): O conceito central é que qualquer equipamento (máquinas, veículos, móveis, ambientes, etc.) conectado à internet pode interagir e comunicar-se com outros. Isso é realizado por meio de softwares e hardwares, utilizando sensores que formam sistemas ciberfísicos, aumentando a eficiência dos dispositivos, a segurança das informações e reduzindo tempos e custos.

Computação em Nuvem (Cloud Computing): Em vez de armazenar informações e documentos localmente, a nuvem oferece uma alternativa mais econômica e acessível, permitindo o acesso e a edição de dados de qualquer lugar, a qualquer momento, através de servidores. Esse tipo de armazenamento facilita o compartilhamento de informações e a tomada de decisões estratégicas com maior rapidez e menor custo. No entanto, o compartilhamento de dados na nuvem requer o uso de softwares de segurança para proteger as informações.

Segurança Cibernética: Dada a conectividade abrangente da Indústria 4.0, a segurança cibernética é crucial para garantir comunicações seguras e confiáveis. É fundamental proteger informações confidenciais, como segredos industriais e dados de usuários, contra ataques cibernéticos, que estão se tornando cada vez mais frequentes.

Integração de Sistemas (Inteligência Artificial): Refere-se à programação de computadores, máquinas e ambientes ciberfísicos para executar tarefas complexas anteriormente associadas apenas aos seres humanos, como raciocínio, aprendizado, generalização e consciência dos impactos das ações. Integrados com informações provenientes de big data e IoT, esses sistemas podem tomar decisões mais informadas e eficazes, otimizando resultados, qualidade, produção e reduzindo custos.

Robôs Autônomos: Graças ao avanço da inteligência artificial e ao desenvolvimento de sensores mais precisos, os robôs na indústria em relação às características descritas se tornam cada vez mais inteligentes e colaborativos. Esses robôs são utilizados principalmente em tarefas repetitivas e trabalham em conjunto com operadores humanos. À medida que a complexidade das tarefas realizadas por robôs aumenta, há uma melhoria significativa na linha de produção, resultando em menor índice de erros, menos retrabalho, e um aumento na produtividade, consequentemente, qualidade e lucro.

Manufatura Aditiva: A impressão 3D, ou prototipagem rápida, são ferramentas tecnológicas que permitem a criação de partes complexas e flexíveis a partir de modelos digitais, utilizando materiais com diferentes propriedades físicas e químicas. A principal vantagem da impressão 3D está na capacidade de produzir protótipos para testes e em pequenas quantidades, embora seu custo elevado a torne menos viável para grandes produções. O uso de diferentes tipos de materiais e tamanhos imprimíveis é uma característica notável desta tecnologia.

Simulação: Permite a replicação do funcionamento de diversos processos ou operações do mundo real por meio de sistemas ciberfísicos. É utilizada para desenvolver modelos de produtos ou processos e testar seu comportamento futuro no mercado ou dentro da própria indústria. Esse processo reduz custos e melhora a qualidade ao prever e ajustar os resultados antes da implementação real.

Realidade Aumentada: Envolve a integração de sistemas que fornecem informações em tempo real através de dispositivos conectados à internet. Isso facilita a realização de vários serviços, desta forma há uma melhora na tomada de decisão, otimizando os resultados. O uso de óculos de realidade aumentada permite que operadores visualizem problemas, recebam instruções de reparo e sigam um passo a passo para solucionar questões. Os benefícios incluem a simplificação dos processos, redução da necessidade de treinamentos, diminuição de erros e aumento da qualidade.

2.2 Indústria 4.0 No Brasil

Atualmente, a indústria brasileira está em transição entre a segunda revolução industrial, caracterizada pela introdução de linhas de montagem, e a terceira, que envolve a automação por meio da robótica e Internet. Os principais desafios para a adoção da Indústria 4.0 incluem altos custos, falta de informação e formação empresarial, e impactos culturais e estruturais.

Segundo a CNI (2016), a intervenção governamental é essencial, recomendando-se melhorias na infraestrutura de telecomunicações, educação tecnológica, linhas de crédito específicas, melhor comunicação entre governo e setor privado, além de regulamentos flexíveis. Embora o Brasil esteja avançando, permanece atrás de economias globais.

A criação da Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII) é um passo importante para promover tecnologias industriais, fomentar a Internet Industrial, e estimular o crescimento econômico, redução de custos e geração de empregos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste estudo baseia-se em uma pesquisa bibliográfica básica, com o objetivo de verificar padrões de eventos que impactam a gestão de processos na Indústria 4.0. A abordagem qualitativa foi utilizada para aprofundar a análise, com a coleta de dados realizada por meio de levantamento de pesquisas previamente conduzidas sobre o tema. O procedimento de coleta de informações incluiu textos, artigos e livros científicos que abordam os processos na Indústria 4.0, além de fontes como jornais, revistas, catálogos, fotografias e atas de registros, fornecendo uma visão abrangente das dificuldades e superações na gestão por processos.

O referencial teórico para este estudo inclui os conceitos de IoT, big data, analytics, robôs autônomos e manufatura aditiva, fundamentados no trabalho de Borlido (2017) e Román (2016). Para computação em nuvem e segurança cibernética, foram adotadas as contribuições de Román (2016), enquanto os conceitos de realidade aumentada, simulação e integração de sistemas foram fundamentados em Souza, Junior e Neto (2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Indústria 4.0 representa uma integração de todos os conceitos tecnológicos mencionados anteriormente, aplicados ao ambiente de produção, formando uma rede global que conecta toda a cadeia produtiva e cria um espaço ciberfísico para gerenciar e controlar as operações de forma autônoma. A combinação dessas tecnologias tem o potencial de tornar a produção mais eficiente, com maior qualidade e menor taxa de erros, otimizando o processo produtivo. No conceito de "indústrias inteligentes", equipamentos, pessoas e recursos mantêm uma comunicação e troca de informações constantes, onde são organizadas de forma autônoma e integrada (Carmona, 2017).

Ainda na visão do mesmo autor, as inovações trazidas pelo método organizado pela produção da Indústria 4.0 impactam significativamente o design dos produtos, as formas de produção e logística, e as estratégias de atração de clientes, evidenciando ainda mais os efeitos sobre os processos industriais. A conectividade em toda a organização é crucial para o funcionamento eficaz dos processos industriais autônomos. Para isso, os conceitos de Internet das Coisas (IoT), big data e analytics, e integração de sistemas devem estar harmonizados, pois permitem que objetos se conectem e troquem informações, agregando valor significativo à cadeia de suprimentos por meio da capacidade de tomada de decisões autônomas.

Os benefícios decorrentes da implementação de tecnologias e da transformação comportamental impactam não apenas o chão de fábrica, mas toda a estrutura organizacional, promovendo significativos ganhos em produtividade, otimização de processos, eficiência, qualidade e flexibilidade. Adicionalmente, essas mudanças proporcionam maior agilidade e precisão na tomada de decisões, além de garantir uma rastreabilidade completa dos processos. Tais avanços não beneficiam apenas indústrias, distribuidores e comerciantes, mas também os consumidores, que passam a ter suas demandas atendidas com mais qualidade e um nível superior de personalização de produtos e serviços.

Ainda segundo o mesmo autor, a Indústria 4.0 também busca oferecer soluções para desafios em diversas áreas da sociedade, como transporte urbano e saúde, uso mais eficiente dos recursos naturais e desenvolvimento de métodos de produção mais sustentáveis, reduzindo o impacto ambiental ao longo da cadeia produtiva. Contudo, como toda mudança, a Indústria 4.0 apresenta desafios nos âmbitos político, econômico, no setor industrial, nos novos formatos de negócios e carreiras, e na forma como vivemos em sociedade.

Neste sentido, um dos principais impactos será sobre a força de trabalho, que precisará adquirir novas habilidades profissionais para se ajustar ao mercado de trabalho em evolução – um tema que será abordado mais adiante. Não se deve assumir que a instalação e organização da Indústria 4.0 será uniforme em todos os setores do mercado. Cada segmento deve ser considerado individualmente, levando em conta suas especificidades, mercado, localização e processos produtivos. Contudo, é fundamental estar ciente de que uma transformação digital será indispensável para todos.

4.1. Vantagens e Desvantagens da Indústria 4.0

A implementação da Indústria 4.0 traz significativas mudanças no ambiente industrial e impactos socioeconômicos. Embora ofereça vantagens, também apresenta desafios (Fia, 2021). Empresas estão investindo em tecnologias que aumentam a eficiência, reduzem custos e melhoram a precisão dos processos, permitindo a realocação estratégica de colaboradores (Fia, 2021). A integração de sistemas e inteligência artificial proporciona maior autonomia e precisão nas operações, diminuindo erros e desperdícios, o que maximiza lucros e eficiência econômica. Além disso, o controle aprimorado de dados otimiza o uso de insumos e o gerenciamento de estoques. A personalização em larga escala e a redução de custos aumentam a satisfação dos clientes, colocando as indústrias em vantagem competitiva (Fia, 2021).

A conectividade proporcionada pela internet permite o acesso a informações em tempo real, otimizando a tomada de decisões e o monitoramento da cadeia produtiva, desde a matéria-prima até o consumidor final. Isso resulta em indústrias mais robustas, flexíveis e competitivas, melhorando receitas e qualidade, e atraindo mais clientes. A adoção da Indústria 4.0 é uma realidade crescente, e a adaptação precoce prepara as organizações para o futuro (Fia, 2021). Contudo, essa transformação também traz desafios, especialmente para a força de trabalho, que necessitará de treinamento especializado para operar novas tecnologias e métodos, um tema a ser abordado posteriormente no artigo (Fia, 2021).

A Indústria 4.0, ao aumentar a conectividade dos dispositivos, eleva a vulnerabilidade a ataques cibernéticos, afetando dados operacionais, informações confidenciais e dados governamentais. A segurança cibernética torna-se, portanto, um pilar central dessa revolução (Fia, 2021). Além disso, a tecnologia pode ser utilizada para fins maliciosos, como espionagem cibernética e ataques direcionados a interesses militares e econômicos, ameaçando a estabilidade de mercados internos. Outro ponto crítico é a concentração de conhecimento técnico, que pode levar a monopólios de informação e ao uso de fake news para objetivos pessoais, econômicos e políticos. Isso ressalta a necessidade de uma abordagem crítica e vigilante na gestão e segurança das tecnologias emergentes (Fia, 2021).

4.2 Atuações dos trabalhadores na indústria 4.0

A introdução da Indústria 4.0, a implementação de novas tecnologias e métodos de trabalho exigirá uma adaptação significativa dos trabalhadores, refletindo transformações tanto no número de empregos quanto na estrutura de emprego atual.

O avanço da Indústria 4.0 trará mudanças consideráveis nos processos produtivos, o que pode levar à exclusão dos trabalhadores menos qualificados que não se adaptarem, caso não haja ajustes no sistema de capacitação e no mercado econômico. As empresas tenderão a contratar profissionais com as competências necessárias para adaptar-se às novas tecnologias e métodos de trabalho. Dada a novidade do cenário, muitas organizações estão investindo na formação de seus funcionários para minimizar a resistência às mudanças e reduzir a necessidade de busca por novos talentos qualificados. (Fia, 2021).

Embora essa transição possa ocasionar perda de empregos em curto prazo, uma crise global de empregos não parece iminente, mas sim uma mudança dos padrões de trabalho. A demanda por trabalho repetitivo e manual será substituída por robôs autônomos e por profissionais especializados, como engenheiros e programadores, que garantirão o funcionamento eficaz dos sistemas integrados baseados em tecnologia.

Experiências das revoluções industriais anteriores indicam que o aumento da produtividade tende a gerar uma nova demanda por profissionais e assim, aparecimento de novas oportunidades de empregos, além de novas demandas, especialmente nas áreas de tecnologia da informação, como o desenvolvimento de sistemas integrados e virtuais, a fabricação e manutenção de robôs, e novos modelos de serviços industriais, logísticos e de atendimento pós-venda.

Portanto, os trabalhadores que desejam se manter na indústria 4.0 os trabalhadores têm que se adaptarem, para esta nova realidade, por treinamentos e qualificações para se atualizar em relação às novas tecnologias e aos novos postos de trabalho emergentes. O setor tecnológico demandará um número crescente de profissionais altamente qualificados para atender às necessidades das indústrias e setores de mercado que adotam essas inovações (Fia, 2021).

Além das mudanças no mercado de trabalho, haverá também uma necessidade de adaptação social, com a exigência de novos conhecimentos que vão desde a educação até os serviços emergentes. Esta será a realidade imposta pela Indústria 4.0.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria 4.0 constitui uma mudança profunda no cenário industrial, impulsionada pela integração de tecnologias emergentes com o potencial de transformar a produção, a gestão e a competitividade empresarial em escala global. Neste estudo, examinamos os principais

pilares da Indústria 4.0, como big data, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, robótica autônoma, manufatura aditiva e realidade aumentada, destacando seus impactos nas cadeias produtivas e nos processos organizacionais.

Apesar das inovações promissoras, a implementação dessa nova era industrial enfrenta desafios substanciais, especialmente em economias emergentes como o Brasil. A necessidade de altos investimentos, a falta de conhecimento técnico entre empresários e os impactos culturais dentro das organizações são barreiras que precisam ser superadas para que o país possa acompanhar o ritmo das economias desenvolvidas.

O papel do governo é fundamental nesse processo, exigindo a criação de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento tecnológico, a formação de mão de obra qualificada, e o aprimoramento da infraestrutura digital. Além disso, a colaboração entre o setor público e o privado é essencial para enfrentar as questões relacionadas à segurança cibernética e à adaptação das indústrias às novas demandas do mercado global.

Nesta perspectiva, tendo em vista que a transição para a Indústria 4.0 apresenta desafios consideráveis, ela também oferece inúmeras oportunidades para melhorias da produtividade, além de, redução de custos e a criação de novas oportunidades de negócios. Para que o Brasil possa tirar pleno proveito dessas oportunidades, é imperativo que haja um esforço coordenado entre governo, indústria e academia para promover a inovação, capacitar os trabalhadores e adaptar as políticas econômicas às novas realidades do mercado global. Somente através dessa colaboração será possível garantir que a Indústria 4.0 se torne uma força motriz para o desenvolvimento sustentável e o crescimento econômico no país.

REFERÊNCIAS

ALTUS. **Conheça os nove pilares da Indústria 4.0 e sua relevância para a atividade industrial.** 2020.

BORLIDO, David José Araújo. **Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção.** 2017. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia do Porto. 23 jan. 2017, Portugal.

CARMONA, André L. Mesones. **Análise dos impactos da indústria 4.0 na logística empresarial.** 2017. Dissertação de Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

CHASIN, Alice. **Manual para Elaboração de Trabalhos de Conclusão de Curso.** São Paulo: Estúdio Criativo Mercado Editorial, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil.** Brasília, 2016

DATHEIN, Ricardo. **Inovação e Revoluções Industriais**: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX. Publicações DECON Textos Didáticos 02/2003. DECON/UFRGS, Porto Alegre, fevereiro 2003.

DELOITTE. **Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential Technologies**.

DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990. FIA. **Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos [Guia Completo]**.

FREEMAN, C. **A teoria econômica da inovação industrial**. Alinza Editorial. Madrid. 1974. IURK, Isabella. **Indústria 4.0: tecnologias para otimizar processos**. Disponível em: <Edicao29_Matheus_Chica.pdf>. Acesso em 23 ago. 2024.

FIA. **Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos [Guia Completo]**. 2021. Disponível em: < <https://fia.com.br/blog/industria-4-0/> > . Acesso em 18 fev. 2020.

JEHA, André. **Indústria 4.0: Como avançar?** Disponível em: <https://www.falconi.com/flcn_articles/industria-4-0-como-avancar/>. Acesso em 23 ago. 2024.

JUNIOR, Geraldo T.; SALTORATO, Patrícia. **Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho**: uma revisão sistemática da literatura. Florianópolis, Revista Produção Online, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

KEEN, Peter G. **The process edge**. Cambridge: Harvard Business School Press, 1997.

LIMA, Alison G.; PINTO, Giuliano Scombatti. **INDÚSTRIA 4.0: um novo paradigma para a indústria**. São Paulo, Interface Tecnológica, v. 16, n. 2, p. 299-311. 2019.

PERASSO, Valeria. **O que é a 4ª revolução industrial** - e como ela deve afetar nossas vidas. Disponível em: < <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309> > . Acesso em 20 ago. 2024.

PIEIDADE. António. **O que é a Indústria 4.0?** Disponível em: <<https://www.sulinformacao.pt/2019/12/o-que-e-a-industria-4-0/>>. Acesso em 15 ago. 2024.

REDAÇÃO MURRELEKTRONIK. **Como a Revolução Industrial 4.0 Afeta o Processo Industrial**. Disponível em: <<http://blog.murrelektronik.com.br/como-a-revolucao-industrial-4-0-afeta-o-processo-industrial/>>. Acesso em 12 ago. 2024.

ROMÁN, José Luis del Val. **Industria 4.0: la transformación digital de la industria**. 2016. Conferencia de directores y decanos de ingeniería informática. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto.

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

SILVEIRA, Cristiano B. **O que é Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo.**

Disponível em:

<<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0a-4-0/>>. Acesso em 10 ago. 2024.

SIMONE, Renan de; MORAES, Juliana de. **A Indústria 4.0 e as mudanças em processos, tecnologias e pessoas.** Disponível em:<<http://www.sincodiv.org.br/site/noticia-sincodiv-sp-a-industria-4.0-e-as-mudancas-em-processos-tecnologias-e-pessoas-4317>>. Acesso em 11 ago. 2024.

SOUSA, Rafaela. **Terceira Revolução Industrial.** Disponível em:

<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm>>. Acesso em 03 de ago. 2024.

SOUZA, Paulo H. M.; JUNIOR, Silvio J.; NETO, GERALDO G. D. **Indústria 4.0:**

contribuições para setor produtivo moderno. In: ENCONTRO NACIONAL DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37, 2017. Santa Catarina. Disponível em:<

http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_238_384_34537.pdf>. Acesso em 12 ago. 2024.

TAYLOR, Frederick W. **Princípios de administração científica.** São Paulo: Atlas, 1987