

INDÚSTRIA 4.0: MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Christóvão Pina Guimarães¹

Moises Pereira Cunha²

Thayna Souza Figueiredo³

Éder Reis Tavares⁴

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre o tema indústria 4.0: melhorias no processo produtivo e desenvolvimento sustentável, ou seja, justificar a importância e a relevância do tema atualmente, além de explicar alguns desafios na sua implementação. A metodologia tem natureza básica, finalidade qualitativa, explicativa e hipótese bibliográfica, alcançando os resultados satisfatórios do tema proposto para melhorias de processos e desenvolvimento sustentável com foco na produtividade.

Palavras-chave: Indústria. Computação. Internet. Produtividade. Desafios. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This article aims to present a literature review on the topic industry 4.0: improvements in the production process and sustainable development, that is, to justify the importance and relevance of the topic today, in addition to explaining some challenges in its implementation. The methodology has a basic nature, qualitative, explanatory purpose and bibliographical hypothesis, raising the satisfactory results of the proposed theme for process improvements and sustainable development with a focus on productivity.

Keywords: Industry. Computing. Internet. Productivity. Challenges. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

¹ Acadêmico do curso de Engenharia de Produção Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim.

² Acadêmico do curso de Engenharia de Produção Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim.

³ Acadêmico do curso de Engenharia de Produção Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim.

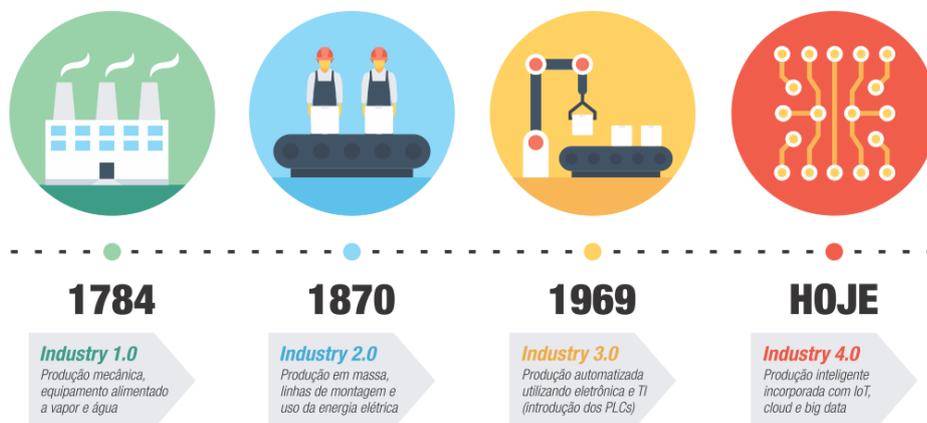
⁴ Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Candido Mendes (2016). Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Candido Mendes (2013), Professor e Orientador das Graduações de Engenharia de Produção e Administração -Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim.

A manufatura de produtos vem atravessando no decorrer dos séculos, sucessível e considerável mudança em seus processos, desde o fim das máquinas a vapor, houve a necessidade de melhorar os processos industriais e práticas sustentáveis. Mesmo contanto com vastos profissionais, as fabricas não desfrutavam de recursos viáveis para o aumento da produtividade, pois não havia sequer energia e outrossim, tecnologia para o startup de máquinas.

Ao longo da evolução da humanidade, vastas criações marcaram o desenvolvimento da forma como eram processados os inúmeros produtos que sustentava no dia a dia dos seres humanos, utensílios, ferramentas, máquinas em diversas aplicações, instalações e estruturas. Com o passar dos tempos e a evolução dos processos produtivos, máquinas e vastas tecnologias, a carência de manter as instalações, indústrias tornou-se cada vez notável. Conforme o avanço da internet e tecnologia, as indústrias têm a visão implementar produção automatizada, com robôs industriais autônomos, os quais, certamente, ocupam o lugar de um operador humano.

Conforme Sacomano et al. (2018), A Indústria 4.0 baseia-se na integração de tecnologias de informação e comunicação que permitem alcançar novos níveis de produtividade, flexibilidade, qualidade e gerenciamento, possibilitando a geração de novas estratégias e modelos de negócio para a indústria, sendo, por isso, considerada a quarta revolução industrial.

Figura 1 – MARCO TEMPORAL INDUSTRIA 4.0



FONTE: SOTES SISTEMAS LTDA (2018)

Para Via (2021), A Indústria 4.0 deve ser encarada como o aperfeiçoamento dos exemplares industriais anteriormente adotados ou como uma nova concepção agregada ao conceito da sustentabilidade no qual é necessário a utilização dos recursos como matéria-prima, energia e água de forma mais eficiente e sustentável.

2 METODOLOGIA

A metodologia de natureza da pesquisa, tem como a finalidade básica, com origem na realização de trabalhos originais com intuito de buscar novos conhecimentos através de artigo acadêmico, livros e revistas. Para Marconi (2021) pesquisa básica, procura o progresso científico, a ampliação de princípios teóricos, sem a preocupação desfrutar na prática.

Abordagem da pesquisa tem a finalidade qualitativa, buscar informações que consiga compreender toda a complexidade e detalhe das informações. A pesquisa qualitativa é uma abordagem voltada para a exploração e para o entendimento do significado que indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano. Embora os pesquisadores não se refiram a ela como teorias, apresentam explicações amplas, modelo teórico ou conceitual (CRESWELL,2021).

Objetivo da pesquisa tem a finalidade explicativa, buscar conectar as ideias para compreender a causa e efeito. Conforme Sampieri (2013) o modelo de aprendizado tem como fim conhecer a conexão ou o grau de associação presente entre dois ou mais conceitos, categorias ou variáveis em um contexto específico.

Os procedimentos da pesquisa são bibliográficos. Nascimento (2016) diz que a pesquisa bibliográfica ajuda a habituar o pesquisador sobre o tema escolhido, sendo a base teórica para o estudo, portando o pesquisador deve buscar ideias importantes referente ao estudo, através da leitura seletiva, interpretativa e analítica de artigos, revistas, livros, textos de internet, reportagens etc.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Notoriedade da indústria 4.0

A quarta revolução industrial, ou como é conhecida como indústria 4.0, teve início na Alemanha no começo de 2012, adotando um modelo programa institucional, envolvendo universidades, governos, organizações de atualizações em tecnologias, com intuito de aumentar a competitividade industrial alemã e atualizar a já próspera atividade local, com isso, o perfil da mão de obra mudou totalmente, fazendo com que os colaboradores da indústria 4.0 fossem mais polivalente e que tivesse conhecimentos interdisciplinares. Para Sacomano et al. (2018), a Indústria 4.0 permitirá renovações nas linhas de produção e propõe atuais desafios para o Brasil. Devido à digitalização e ao autogerenciamento das manufaturas, haverá redução do quadro de colaboradores, além de cargos que deixarão de existir, dando espaço para outros cargos que surgirão.

De acordo, com o movimento foi avançando, sistemas integrados de manufatura, ao qual era internamente integrados a sistemas da respectiva empresa, passou a ser integrados em sistemas com armazenamento em nuvens de dados, em postos alocados no chão de fábrica, transmitindo informações sobre as condições de produção e comportamento dos sistemas das máquinas e integrando essas informações àquelas oriundas dos próprios clientes consumidores dos produtos. Segundo Venturelli (2021), quando abordado internet adentro da indústria, nos processos produtivos, os equipamentos e máquinas encontram-se conectados em redes, disponibilizando informações de forma única, conceito nomeado internet das coisas.

Devido a evolução das indústrias, desde a máquinas a vapor, passando para as máquinas elétricas e computadorizadas, e agora com o surgimento da tecnologia, como internet das coisas ou IoT, computação em nuvem ou cloud computing, big data, a indústria se vê numa nova gama de oportunidade de melhorar os processos e desenvolver produtos e práticas mais sustentáveis. De acordo com Almeida (2019), os sistemas de produção passaram a ficar cada vez mais inteligentes, desenvolvendo padrões sustentáveis, o que envolve a união de tecnologias físicas e digitais e a integração de todas as etapas do desenvolvimento de um produto ou processo.

Existem dois conceitos fundamentais para entender o processo da indústria 4.0: computação em nuvem e internet das coisas.

3.1.1 Computação em nuvem (cloud computing)

Para Venturelli (2021), a Computação na Nuvem e a conceituação computacional, ao qual se defende a manusear processamento, armazenamento, compartilhamento e gestão de dados, utilizando a Internet como meio, onde infraestrutura, plataforma e softwares são adquiridos como serviços. Ou seja, é o processo de conectar os dados à internet, permitindo que o acesso de qualquer dispositivo, em qualquer lugar, bastando ter acesso à grande rede. Com isso, a computação em nuvem possibilita uma grande redução de custo, tempo e eficiência.

3.1.2 Internet das coisas ou IoT e internet das coisas na indústria 4.0

Internet das coisas ou IoT como também é conhecida, tem o objetivo conectar aparelhos, veículos, equipamentos à internet, permitindo acesso a qualquer dispositivo e localização, desde que tenha acesso a internet. Conforme Sacomano et al. (2018), internet das coisas, consiste em conectar objetos usados diariamente, como máquinas, veículos, aparelhos eletrodomésticos, à internet, de forma que podem ser acessados remotamente, por dispositivos móveis, como celulares e hardware, a qual tenham conexão com a internet.

Figura 2- Sistemas Ciber Físicos



Fonte: Indústria 4.0: Conceitos e fundamentos (2018)

Já a Internet Industrial das Coisas (IIoT), foi a evolução das informações da cadeia produtiva, com o mesmo conceito de IoT, conectando estas informações via cloud, (VENTURELLI,2021). Portanto, existe uma diferença entre internet das coisas (IoT) em relação com internet industrial das coisas (IIoT), são sistemas que conectam coisas, complementam informações, usualmente apenas produzem dados, pode ser usado em qualquer setor na indústria.

A utilização de IoT e IIoT, trazem inúmeras melhoras aos processos produtivos, onde são esperados alguns benefícios, como por exemplo: reduções de operações ou paradas, performance, melhoria da produção e otimização na tomada de decisões. Nas aplicações da IoT na manufatura, redes de sensores podem controlar máquinas, processos produtivos e logísticos, e, com isso, aumentar a competitividade das empresas e reduzir custos operacionais (SACOMANO,2018). Evoluções em maquinários de manutenção, otimização de inventários, maior segurança e saúde do trabalhador, também são fontes de valor nas fábricas que adotarem essa nova tecnologia (McKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015).

De acordo com Almeida (2019), a IoT pode auxiliar na medição da produtividade de máquinas em tempo real e, ainda, indicar em quais setores das indústrias são necessários mais equipamentos ou suprimentos. A Indústria 4.0, visa a fábrica digital. Com isso, a ideia de digitalizar todas as informações pode levar a um questionamento

sobre qual critério e objetivo de digitalizar tais dados, que antes não estavam disponíveis em tempo real e agora, se fazem necessários, devido as justificativas indispensáveis como informações baratas, diminuição do risco na tomada de decisões, diminuição de operações, eliminação erros, desperdícios e ganho de tempo.

A camada de IoT e IIoT na indústria produz um exemplar de análise, uma vez que a automação, já existe, atende as indagações de modo que está acontecendo, o que aconteceu e porque aconteceu (VENTURELLI,2021). Portanto, responderá as indagações do que vai acontecer, logo, muda a forma de operar e manter uma planta digital. Se as informações estão todas digitalizadas e há todos os meios (redes) para que haja tráfego e troca de informações, é esperado que possa haver tomada de decisões não só entre operadores e máquinas, mas também entre máquina e máquina, o que é chamado de M2M (Machine to Machine), (ALMEIDA,2019).

Um item muito importante a ser levado em consideração para a digitalização da produção é o RFID, permite o rastreamento total de todos os componentes produtivos da planta e fora dela, permitindo ações em tempo real (tempo e local), fazendo correções, agindo de forma antecipada e monitorando a qualidade no instante do movimento produtivo, conforme Sacomano et al. (2018), as etiquetas de RFID são pequenos aparelhos eletrônicos de identificação que transmitem a comunicação por meio de radiofrequência, podem ser aplicadas a um produto, embalagem e equipamento.

3.1.3 Possíveis riscos da internet das coisas

Na proporção que a IoT aborda o cenário, no qual praticamente a totalidade mantém-se conectado, notoriamente, há riscos associados. Por isso, as práticas que regem o conceito precisam considerar uma série de parâmetros preventivos e corretivos, basicamente voltados à segurança e à privacidade. De acordo com Almeida (2019) a Indústria 4.0 carece de proteção contra possíveis ataques de hackers, que podem comprometer a performance da organização no que concerne à fabricação de produtos, além do risco de invasão e alteração ou apropriação das informações sobre os clientes. A falta de estrutura no departamento TI, pode colocar informações em grandes ameaças, sendo que há uma série de adversidades que comprometem total a operação.

Além de propiciar desperdícios e gargalos na produção, a falta do conhecimento em TI pode gerar esses fatores, principalmente nas etapas e integração das máquinas, como a aquisição de dispositivos que não se comunicam com as tecnologias inseridas na corporação. Os riscos da IoT podem ser, falha na comunicação dos dispositivos, interrupção da produção e falha na segurança das informações, hackers. A construção de um datacenter e dispositivos de antivírus, minimiza exponencialmente os riscos a informações, protegendo golpes de colaboradores, incêndios, até mesmo queda de energias. É possível garantir a eficiência da implementação da IoT no meio corporativo, manter um alto índice de produtividade e evitar perdas, já que a infraestrutura de qualidade proporciona segurança física (DIGICOMP,2019).

3.1.4 Produtividade na indústria 4.0

A aplicação da tecnologia dentro dos processos produtivos da indústria surge com o objetivo de otimizar as atividades e entregar mais eficiência para a organização. Isso pode ser feito de diferentes meios, tal como a tecnologia da IoT, (VEDOIS,2022). É viável interligar a informação automática entre todos os equipamentos, de forma que haja uma interação contínua entre os elementos e um controle centralizado. Em razão que a tecnologia começa a ser posta dentro dos meios de produção, a tendência é que novas soluções sejam aderidas, trazendo uma sucessiva evolução tecnológica para os seus processos. Ou seja, a transformação trazida pela Indústria 4.0 é um processo irreversível, que acresce enorme valor à empresa e ao produto.

O aumento da produção não depende mais da intensificação do trabalho no chão da fábrica. Se o processo de produção é automatizado, o ritmo da máquina é o mais adequado para a produção por definição do sistema, (SILVA,2018). Para que isso seja possível, além da implementação de tecnologias e ferramentas automatizadas, também é indispensável que suceda alguma transformação no comportamento e na cultura dos colaboradores, (VEDOIS,2022). Isso quer enunciar que total e qualquer decisão tomada deve ser vista de informações existentes e precisas sobre a produção. Essa mudança consegue garantir economia de custos, redução de desperdícios, acompanhamento de desempenho, redução de setup, controle de matéria prima, aumento da vida útil dos equipamentos, sustentabilidade e tantas diversas vantagens.

Figura 3 – Único trabalhador controlando vários equipamentos.



Fonte: Indústria 4.0: Conceitos e fundamentos (2018)

Segundo Portal Indústria (2021), são inúmeros os benefícios alcançados a partir da implantação da indústria 4.0, o uso de tecnologias digitais permitiu ampliar em 22% em média a capacidade operacional de micros a médias empresas dos segmentos alimentício, bebidas, metalmeccânica, vestuário e calçados. IoT aplicada na linha de manufatura, faz a comunicação máquina-máquina ocorrendo de forma automatizada e imediata, dessa forma, surge uma rede de intercomunicação entre objetos físicos, ambientes e máquinas, compartilhando dados para melhor interação nos meios de controle.

3.1.5 Desafios da indústria 4.0 Brasil

No Brasil ainda temos indústrias que estão entre a fase de 2.0 a 3.0, tentando ainda se encaixarem nesses padrões, o que dificulta ainda mais os seus ajustes para se enquadrar na revolução proposta pela indústria 4.0. Porém com a competitividade do mercado e a globalização essa evolução tecnológica precisa ocorrer. Para esse salto é importante avaliar os fatores econômicos por de trás de todo backstage. É sabido que algumas profissões irão desaparecer, o que causa um desconforto ao dissertar o

assunto, mas vale ressaltar que outras surgirão, de acordo com as novas necessidades. (SANTOS; MANHÃES; LIMA, 2018).

Segundo Santos et al (2018) uma das maiores resistências encontradas de modo geral a indústria 4.0, vem do receio que se tem ao confiar a base de dados em interfaces que podem ser corrompidas por algum motivo. Essa falta de segurança completa impedem que esse método, apesar de ser extremamente eficiente e ter inúmeros pontos positivos, seja mais aceito para implementação. Outro desafio apontado é a falta de padronização, isso terá que ser ajustado para obter êxito na implementação, uma vez que é crucial para que todos os usuários se comuniquem de forma eficiente.

A transição para a indústria 4.0 é gradual e não ocorre de uma hora para outra (VIA,2021). Muitas organizações utilizam alguns dos conceitos de manufatura digital, mas ainda não migraram totalmente, dando uma certa resistência por alguns motivos como, fornecedores desatualizados, investimentos altos, infraestrutura defasada. Adicionalmente, os processos derivados da implementação da Indústria 4.0 exigem a adaptação dos ecossistemas de inovação e dos profissionais. As tecnologias utilizadas são interligadas à sistemas ciber físicos. Por isso, os responsáveis são obrigados a conhecer e a forma como usar essas tecnologias, procurar a informação e construir conhecimento constantemente.

Segundo a Fiesp (2015), a fim de que o Brasil possa ser competitivo frente ao mercado internacional, é indispensável um avanço tecnológico na atual conjuntura tecnológico-industrial brasileira, dada o declínio competitividade do nosso setor industrial, frente à competição internacional. Um dos motivos da economia brasileira estar atrás de tantos outros países é o baixo nível de inovação (QUINTINO, 2019).

De modo geral, podemos considerar que o Brasil ainda está se adaptando à Terceira Revolução Industrial, aplicando o uso de computadores no chão de fábrica. Mas, mesmo com o atraso tecnológico, em comparação com outros países, o Brasil tem potencial para expansão à Indústria 4.0. É essencial e de ampla importância a divulgação e preparação do conhecimento da tecnologia de ponta para que a indústria brasileira continue competitiva (FIESP,2015).

3.1.6 Indústria 4.0 e sustentabilidade

No contexto de indústria 4.0, enorme se explora a respeito do ganho de produtividade que decorre junto a performance de novas ferramentas tecnológicas que no cotidiano, são aperfeiçoadas para renderem mais em menos tempo. No quesito desempenho, as tecnologias 4.0 resultam em impactos positivos, mas em questão sustentável a situação é mais delicada. Esse panorama que incentiva o aumento do consumo e da produção colabora para a depleção dos recursos não renováveis, as mudanças climáticas e a perda da biodiversidade, entre outros impactos de índole ecológica (BONILLA,2018).

A enorme desvantagem da extração de recursos naturais não renováveis, como alguma das execuções com maior intensidade danificam o ambiente, atingindo negativamente o ecossistema, além disso, os impactos ambientais dos produtos industriais não se restringem ao portão das organizações. Todo o ciclo de vida dos itens deve ser levado em consideração nesse processo, que envolve a extração de matéria prima não renovável, mas em contrapartida, o lado positivo são o baixo consumo de energia, baixo desperdícios. Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2017) estima que, ao migrar a indústria brasileira para o conceito 4.0, haverá uma redução anual de custos industriais de, no mínimo, R\$ 73 bilhões. Isso envolve benefícios de eficiência e redução de custos de manutenção e consumo de energia.

Conforme Redação (2020), os notáveis desafios é estabelecer que a utilização de dispositivos inteligentes, com seus atributos inovadores, tenha um grau de eficiência que possibilite o desenvolvimento de soluções que amenizem os efeitos negativos originados na concepção desses mesmos aparelhos. Conseqüentemente, se faz necessário todo empenho a longo prazo das organizações em atualizar suas infraestruturas, tornando-as sustentáveis, com capacidade aumentada no uso de recursos e na adoção de tecnologias e processos industriais limpos e sustentáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os benefícios da implementação da indústria 4.0 são um fato, toda interação que ela proporciona oferece um fluxo de informação mais direcionado que não se perde ao longo do processo produtivo, auxilia no processo de tomada de decisões de forma mais rápida e com uma base de dados coesa, uma vez que as informações são centralizadas, o que proporciona maiores acertos nas decisões. A internet veio para auxiliar e transformar as organizações e seus métodos.

Como todo processo de transformação industrial, gera mudanças no âmbito social, com a indústria 4.0 não é diferente. O fator mais importante dentro da organização é o fator humano. A grande preocupação é a substituição do ser humano pela máquina, contudo outras formas de serviços vão surgindo. A capacitação dos profissionais é fundamental para o desempenho dessa nova era. O profissional precisa ser multidisciplinar, dominar as novas ferramentas, além de ter características pessoais como adaptação, controle emocional e uma boa convivência com os outros colaboradores.

No que diz respeito a sustentabilidade é sempre um grande desafio, novos problemas necessitam de novas soluções. Mas vale ressaltar que um dos benefícios da indústria 4.0 é a maneira mais assertiva de alocar recursos, inclusive por meio de simulação (que é um dos nove pilares da indústria 4.0). A simulação permite que sejam feitos testes sem que ocorra de fato a utilização de recursos, que possibilita a melhor escolha sem que haja desgastes. Isso reflete melhor aplicação tanto dos recursos renováveis, como dos não renováveis evitando assim os desperdícios.

O investimento em novas tecnologias é alto, o que inibe algumas empresas de se automatizarem. Com o processo de globalização é inevitável que as empresas que querem se manter competitiva se rendam a esse novo momento. É preciso olhar para os resultados futuros, conforme McKinsey (2015) estima que, até 2025, os processos relacionados à Indústria 4.0 poderão reduzir custos de manutenção de equipamentos entre 10% e 40%, reduzir o consumo de energia entre 10% e 20% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25%.

Uma preocupação com as novas tecnologias são as perdas de dados por motivos de ataques cibernéticos, pois como tudo está centralizado, se a empresa tem seus

servidores invadidos, tudo para, causando prejuízos incalculáveis, além de possivelmente serem expostos dados que são confidenciais, podendo até tornar visível aos concorrentes os métodos que trazem vantagens competitivas. Nesse contexto no Brasil foi criada até uma lei, a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais), evidenciando a importância que se tem essa discussão. Contudo na medida em que esse processo se desenvolve, novos meios de proteção vão sendo estudados e implementados juntamente com a evolução da industrialização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O advento da Indústria 4.0 e o uso dos sistemas ciber físicos representam um avanço para a união de dois conceitos até hoje dificilmente associados: alta customização e produção em massa. O mercado ainda está se adaptando a esses conceitos e há inúmeros aspectos obscuros a serem discutidos, como o nível de emprego e a substituição da mão de obra humana, a capacitação do novo profissional da indústria e o papel da segurança da informação, privacidade, entre outros. Como observado, os sistemas ciber físicos permitem a criação de uma rede com objetos inteligentes interagindo entre si e interconectados com sistemas cada vez mais integrados, flexibilizando a produção e aumentando a produtividade. Com isso tem-se a criação de novos mercados, estratégias e modelos de negócio.

O caminho para a implementação da indústria 4.0 é inevitável, para as empresas se manterem entre as melhores e mais produtivas terão que passar por esse processo. O grande desafio será para as empresas que ainda estão se adequando a ondas passadas de industrialização, pois as mudanças serão ainda mais drásticas.

Já se encaminha para o conceito indústria 5.0 é a evolução do termo 4.0, focalizando na transição estratégica baseando na sustentabilidade e economia circular, conservando do meio ambiente e otimização dos recursos. A intenção buscar ir além da eficiência, produtividade e benefícios através da digitalização, buscando reforçar a contribuição e o papel da indústria em prol da sociedade em setores de conservação e exploração, de forma inteligente dos recursos.

6 REFERÊNCIAS

Livros Impressos:

ALMEIDA, Paulo Samuel D. **Indústria 4.0**: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J D. **Projeto de Pesquisa**: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Perda de participação da indústria de transformação no PIB**. São Paulo, 2015.

MARCONI, Marina de A, LAKATOS, Eva M. **Técnicas de Pesquisa**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2021.

NASCIMENTO; Francisco Paulo. **Metodologia da Pesquisa Científica**: teoria e prática- como elaborar TCC. Brasília: Thesaurus, 2016.

QUINTINO, Luís F.; SILVEIRA, Aline Moraes; AGUIAR, Fernanda Rocha D.; et al. **Indústria 4.0**. Porto Alegre: SAGAH, 2019.

SACOMANO, José B et al.; GONÇALVES, Rodrigo F et al.; SILVA, Márcia T. et al.; BONILLA, Sílvia H. et al. **Indústria 4.0**: conceitos e fundamentos. São Paulo: Blücher, 2018.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, Maria del Pilar B. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, João A.; FILHO, Domingos Parra. **Metodologia científica**. 2ª ed. São Paulo: Cengage, 2012.

Artigos de Revistas

Redação. Revista meio ambiente industrial, **A RELAÇÃO ENTRE INDÚSTRIA 4.0 E SUSTENTABILIDADE**, maio, 2020. Disponível em: <https://rmai.com.br/a-relacao-entre-industria-4-0-e-sustentabilidade/>. Acesso em 15 de junho 2022.

SANTOS, Beatris Paiva; ALBERTO, Agostinho.; LIMA, Tânia Daniela Felgueiras Miranda; CHARRUA-SANTOS, Fernando Manuel Bigares **INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES**. Revista Produção e Desenvolvimento , [S. l.], v. 4, n. 1, pág. 111–124, 2018. DOI: 10.32358/rpd.2018.v4.316. Disponível em: <https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/e316>. Acesso em: 14 nov. 2022.

SANTOS, Marcos; MANHÃES, Aline Martins; LIMA, Angélica Rodrigues. **Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil**. Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Federal de Sergipe: Sergipe, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/10423>. Acesso em: 14 nov. 2022

Material da Internet

DIGICOMP Engenharia e tecnologia. **Internet das coisas**: entenda quais são os riscos da IoT corporativa, setembro, 2019. Disponível em: <https://digicomp.com.br/internet-das-coisas-entenda-quais-sao-os-riscos-da-iot-corporativa/>. Acesso em 13 de junho 2022.

McKinsey Global Institute. **Liberando o potencial da Internet das Coisas**. junho, 2015. Disponível em: https://aegex.com/images/uploads/white_papers/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things___McKinsey___Company.pdf. Acesso em 15 de junho 2022

Portal da indústria. **Indústria 4.0: Entenda seus conceitos e fundamentos**, janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/#principais-numericos>. Acesso em 15 novembro 2022.

ROTTA, Fernando. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial**. Dezembro, 2017. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/industria-4-0-pode-economizar-r-73-bilhoes-ao-ano-para-o-brasil>. Acesso em 16 de junho 2022.

Sotes Sistemas Ltda. **O que é indústria 4.0 e quais são as suas principais vantagens?** Disponível em: <https://sotes.com.br/o-que-e-industria-4-0-e-quais-sao-as-suas-principais-vantagens/>. Acesso em 15 novembro 2022.

Vedois tecnologia. **Aumento da produtividade na indústria 4.0 através de dados precisos**. Janeiro, 2022. Disponível em: <https://vedois.com.br/site/aumento-da-produtividade-na-industria-4-0-atraves-de-dados-precisos/>. Acesso em 13 de junho 2022.

VENTURELI, Márcio. Indústria 4.0: **A Internet das Coisas na Indústria 4.0**. Artigos, controle de processos, indústria 4.0, junho, 2021. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/internet-das-coisas-na-industria-4-0/>. Acesso em 5 de junho 2022.

VENTURELI, Márcio. Indústria 4.0: **Cloud Computing na Automação Industrial**. Artigos, controle de processos, indústria 4.0, junho, 2021. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/cloud-computing-na-automacao-industrial/>. Acesso em 5 de junho 2022.

VENTURELI, Márcio. Indústria 4.0: **Uma visão da automação industrial**. Artigos, controle de processos, indústria 4.0, junho, 2021. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>. Acesso em 30 de maio 2022.

Via – Estação Conhecimento. **Indústria 4.0, Inovação e Sustentabilidade**. Agosto, 2021. Disponível em: <https://via.ufsc.br/industria-4-0-inovacao-e-sustentabilidade/#:~:text=Ind%C3%BAstria%204.0%20e%20Sustentabilidade&text=>

A%20Ind%C3%BAstria%204.0%20pode%20ser,forma%20mais%20eficiente%20e%20sustent%C3%A1vel. Acesso em 15 de junho 2022.