

# BENEFÍCIOS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA A PRODUTIVIDADE

## BENEFITS OF INDUSTRY 4.0 FOR PRODUCTIVITY

Severino Carlos do Carmo Santana<sup>1</sup>  
Gustavo Barros<sup>2</sup>

### RESUMO

A Indústria 4.0 representa um novo paradigma na produção industrial, onde o maquinário de uma organização pode ser integrado para permitir o controle inteligente do processo. Essa tecnologia de ponta não apenas sincroniza as operações dos equipamentos, mas também permite o controle remoto das máquinas e a detecção de falhas por meio de inteligência artificial. Neste sentido, levanta-se o seguinte questionamento: como a indústria 4.0 pode agregar benefícios para a produtividade industrial? Visando responder ao questionamento central o objetivo desta pesquisa é investigar os benefícios da indústria 4.0 para os processos de manufatura. A metodologia utilizada é a revisão bibliográfica. Os resultados revelam que essa tecnologia tem um grande potencial para aprimorar o gerenciamento de máquinas, a operação e a manutenção de equipamentos, bem como o planejamento de paradas. Embora a indústria 4.0 seja uma tecnologia emergente, seu potencial não foi totalmente explorado, e espera-se que transforme os processos de fabricação em um futuro próximo.

**Palavras-Chave:** Indústria 4.0; Produtividade; Tecnologia.

### ABSTRACT

Industry 4.0 represents a new paradigm in industrial production, where an organization's machinery can be integrated to enable intelligent process control. This state-of-the-art technology not only synchronizes equipment operations, but also enables remote machine control and fault detection through artificial intelligence. In this sense, the following question arises: how can industry 4.0 add benefits to industrial productivity? In order to answer the central question, the objective of this research is to investigate the benefits of industry 4.0 for manufacturing processes. The methodology used is a bibliographical review. The results reveal that this technology has great potential to improve machine management, equipment operation and maintenance, as well as downtime planning. Although Industry 4.0 is an emerging technology, its potential has not been fully explored and is expected to transform manufacturing processes in the near future.

**Keywords:** Industry 4.0; Productivity; Technology.

---

<sup>1</sup> Bacharelado em Sistemas de Informação pela UNIFACOL, severinoc.santana@unifacol.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador. Mestre em engenharia de software UNIFACOL, nant@unifacol.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

No século XX, o modelo econômico global estabeleceu a competitividade como característica fundamental entre as empresas. Com empresas internacionais defendendo a produção padronizada e tecnologia avançada, a natureza em constante mudança do mercado exige transformação constante (SILVA; MELO, 2017).

Para se manterem à frente, as empresas devem buscar continuamente conhecimento atualizado, aprimorar novas habilidades e usar ferramentas de gestão eficazes para superar os desafios do mercado. Esses métodos e técnicas ajudam as empresas a definir uma estratégia alinhada ao seu propósito, facilitando o crescimento e superando os concorrentes (SILVA; MELO, 2017).

A Indústria 4.0 é um novo modelo de organização e controle da cadeia de valor, que utiliza tecnologias de informação ao longo da vida útil de um produto. Seu objetivo é criar fábricas inteligentes, modulares e equipadas com sistemas ciberfísicos que supervisionem todos os processos físicos, gerando uma réplica do mundo virtual que permite a tomada de decisões em tempo real (FERNANDES, 2019).

Os principais fatores da Indústria 4.0 são a fusão de diversas tecnologias e a eficiência, afetando todo o processo, desde a liderança competente até os clientes exigentes que requerem produtos e serviços de alta qualidade (INDÚSTRIA 4.0, 2018).

A integração de IA, IoT e computação em nuvem em fábricas inteligentes revoluciona a cadeia produtiva das empresas. Esse fenômeno foi impulsionado pelo surgimento do PLC em 1969, que trouxe um aumento na automação industrial e marcou o início da terceira revolução industrial (FERNANDES, 2019).

Cabe destacar que a sigla PLC significa "Controlador Lógico Programável" em português. O Controlador Lógico Programável é um dispositivo eletrônico programável usado para controlar máquinas e processos industriais. Ele foi inventado em 1969 e revolucionou a automação industrial, tornando mais fácil e eficiente o controle de processos automatizados em fábricas e automatizados. O engenheiro do PLC é considerado o início da terceira revolução industrial, que

trouxe avanços na automação e na tecnologia de informação aplicada à indústria (CHAPMAN, 1987).

No entanto, as empresas de manufatura estão enfrentando desafios, incluindo a necessidade de acompanhar a rápida inovação e o ciclo de vida da tecnologia e a demanda por produtos personalizados em detrimento da produção em massa. O surgimento de indústrias em países em desenvolvimento gerou um mercado competitivo que exerceu enorme pressão sobre os mercados globais (LASI *et al.*, 2014).

As empresas industriais nessas regiões têm a capacidade de assimilar tecnologia, posicionando-se assim como empresas de manufatura de baixo custo. Isso levou a um deslocamento de mercados estabelecidos, como Estados Unidos, Alemanha e Itália.

Diante dessas realidades, busca-se responder ao seguinte questionamento central: como a indústria 4.0 pode agregar benefícios para a produtividade industrial? Isto porque a indústria 4.0 precisa contribuir ativamente para a produção industrial, dentro de um contexto de custo e benefício.

Como caminho para resolução da problemática em tela, a metodologia escolhida para aplicação neste trabalho foi a revisão bibliográfica, que através da aplicação no método integrativo de literatura, consiste em analisar os principais resultados apresentados por outros pesquisadores em revistas e artigos científicos.

Assim, este estudo teve como objetivo definir e analisar a Indústria 4.0, com objetivos específicos de explorar as vantagens da tecnologia, mostrar os diversos usos da inteligência artificial na produção industrial e examinar seu potencial para as empresas do século XXI.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Principais conceitos da indústria 4.0**

A Indústria 4.0 é um tema central para o campo da engenharia de produção e da tecnologia industrial, e diversos autores têm definições padrão para esse conceito. Dentre os autores que buscam conceituar a Indústria 4.0, destacam-se:

Klaus Schwab: Em seu livro "A Quarta Revolução Industrial", Klaus Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial, define a Indústria 4.0 como um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico, criando um sistema de produção mais eficiente, personalizado e flexível (SCHWAB, 2017).

No mesmo sentido, Paul Evans: O autor Paul Evans, em seu artigo "The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything", apresenta a Indústria 4.0 como uma evolução da manufatura avançada, que utiliza tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), a computação em nuvem e inteligência artificial para conectar os sistemas produtivos e torná-los mais autônomos (EVANS, 2011).

Outro escritor importante é Frank Piller: Em seu artigo "The Impact of Additive Manufacturing on the Supply Chain and the Manufacturing Ecosystem", Frank Piller define a Indústria 4.0 como um novo modelo de negócio que utiliza tecnologias avançadas para permitir a produção em massa de produtos customizados e altamente personalizados, a partir de uma infraestrutura digital integrada (PILLER, 2017).

A Indústria 4.0 é um conceito em constante evolução, e a definição de seus elementos e espiritualmente ainda é objeto de debate entre os pesquisadores. No entanto, todas as definições projetadas pelos autores acima convergem na ideia de que a Indústria 4.0 é um conjunto de tecnologias e práticas que têm o potencial de transformar radicalmente a forma como os sistemas produtivos são gerenciados e como os produtos são produzidos e consumidos.

Neste aspecto, a Indústria 4.0 é um termo que tem sido cada vez mais utilizado para descrever a transformação digital da indústria. Ela representa a integração de tecnologias de ponta, como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), a Realidade Virtual (VR) e a Realidade Aumentada (AR) para criar sistemas produtivos mais inteligentes e conectados (PILLER, 2017).

Um dos principais conceitos da Indústria 4.0 é a criação de uma "fábrica inteligente". Isso envolve a utilização de sensores para coletar dados em tempo real sobre o desempenho da máquina e o progresso da produção, permitindo que os gerentes de fábrica tomem decisões mais informadas e ágeis. A análise desses dados também pode ajudar a identificar oportunidades de melhorias no processo produtivo (PILLER, 2017).

Outro conceito importante da Indústria 4.0 é a digitalização dos sistemas produtivos. Isso envolve a utilização de tecnologias de conectividade, como a IoT, para criar um ambiente de produção conectado, onde as máquinas e equipamentos podem se comunicar uns com os outros e com o sistema de gestão da fábrica. Com a digitalização dos processos produtivos, é possível ter um controle mais preciso sobre a produção, permitindo uma maior eficiência e redução de custos (SCHWAB, 2017).

Desta forma, a Indústria 4.0 também envolve a utilização de tecnologias de IA e aprendizado de máquina para criar sistemas autônomos. Isso significa que as máquinas podem tomar decisões e ajustar o seu comportamento com base nos dados coletados em tempo real, sem a necessidade de intervenção humana. Esse conceito permite uma maior flexibilidade e adaptabilidade dos sistemas produtivos, tornando as fábricas mais ágeis e capazes de se adaptar rapidamente a mudanças no mercado.

Por fim, a Indústria 4.0 também representa uma mudança na forma como os produtos são produzidos e consumidos. Com a utilização de tecnologias avançadas, é possível criar produtos altamente personalizados e adaptados às necessidades dos consumidores. Isso significa que as empresas podem oferecer produtos exclusivos, com maior qualidade e valor agregado, criando um ambiente de concorrência cada vez mais acirrada.

## **2.2 A indústria 4.0**

Na Alemanha, tanto o governo quanto os setores manufatureiros estão ativamente buscando garantir seu lugar no mercado global, através do pioneirismo na quarta revolução industrial, também conhecida como I4.0. Essa revolução irá utilizar avanços em comunicação, automação e outros campos para criar uma nova era da indústria, com o objetivo de capacitar as empresas a competir em nível global, produzindo produtos de alto valor por meio da inovação em serviços e produtos (LUCENA; ROSELINO, 2018).

Ao implementar esses avanços, as empresas obterão uma vantagem competitiva única, com maior eficiência, melhor utilização de recursos e maior capacidade de responder às necessidades de seus clientes e da sociedade como um todo (LUCENA; ROSELINO, 2018).

Os obstáculos mencionados não são exclusivos do I4.0 e outros países já tomaram nota. Várias dessas nações adotaram objetivos comparáveis, como a Smart Factory da Itália, a Flanders Make na Bélgica, a Smart Manufacturing Leadership Coalition nos EUA, a iniciativa Made in China da China e o programa Made in India da Índia.

I4.0 é um termo cunhado no início desta década que representa a quarta revolução industrial. De acordo com Lee, Bagheri e Kao, *et al.* (2015), I4.0 é "uma revolução que incorpora sistemas ciberfísicos (CPS), paradigmas avançados de interação homem-máquina e tecnologias voltadas para o futuro e sistemas inteligentes".

Expandindo isso, Lasi *et al.* (2014) definiram I4.0 como algo que afeta todos os aspectos da cadeia de valor, desde modelos de negócios até ofertas de serviços de baixo nível e trabalho em andamento. Eles observaram que as consequências resultantes também afetariam os serviços downstream e o trabalho em andamento. Ákeson (2016 p.88) enfatizou a importância da customização para atender às necessidades individuais dos clientes.

Embora essas definições enfatizem a importância da digitalização e da interação de comunicação, elas falham em fornecer informações sobre como esses capacitadores podem ser utilizados no chão de fábrica para criar sistemas de manufatura I4.0 promissores.

De acordo com os pesquisadores, I4.0 é a quarta revolução industrial que revolucionará a indústria manufatureira. É um conceito emergente que ainda está em fase preditiva, permitindo que empresas e instituições moldem o futuro. Embora não haja uma definição clara e consistente de I4.0, Herman *et al.* (2015) a definem como um termo coletivo para tecnologias e conceitos de organização da cadeia de valor.

Sob as fábricas inteligentes modulares estruturadas de I4.0, o CPS monitora processos físicos, cria cópias virtuais do mundo físico e toma decisões descentralizadas. Através da IoT, o CPS se comunica e coopera em tempo real com outros CPS e humanos. IoS é usado para oferecer e utilizar serviços internos e interorganizacionais pelos participantes da cadeia de valor. Essa definição abrange a maioria dos capacitadores I4.0.

De acordo com Blanchet *et al.* (2014), a quarta revolução industrial em curso está se desenvolvendo em diferentes velocidades em diferentes setores. Enquanto

alguns campos estão passando por mudanças rápidas e drásticas, outros estão evoluindo de forma mais gradual. No entanto, em todas as indústrias, objetos físicos, máquinas e sistemas de produção estão sendo integrados em uma rede de informações interconectada, ligada à internet. A ideia da “Indústria 4.0” surgiu em 2011 como resultado direto dessa quarta revolução industrial.

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2015), a gênese do termo “Industrie 4.0” pode ser rastreada até a iniciativa homônima lançada na Alemanha. Essa associação visava aumentar a competitividade global da Alemanha no setor de produção e reunia líderes dos reinos dos negócios, política e educação. Por meio dessa iniciativa, foi concebido um projeto significativo, com o objetivo de conquistar a liderança em inovação tecnológica. O projeto estabeleceu objetivos desafiadores, que deveriam ser alcançados até 2020.

Em um artigo de Shrouf, Ordieres e Miragliotta (2014), foi destacado que o princípio central da Indústria 4.0 é a coleta e o compartilhamento de informações em tempo real. O Ministério de Educação e Pesquisa da Alemanha também define a Indústria 4.0 como a utilização de sistemas ciberfísicos que aprimoram a flexibilidade da rede, permitindo que máquinas e fábricas adaptem seu comportamento proativamente a ordens e condições variadas. Esses sistemas são hábeis em receber, analisar e ajustar suas ações com base nas informações disponíveis.

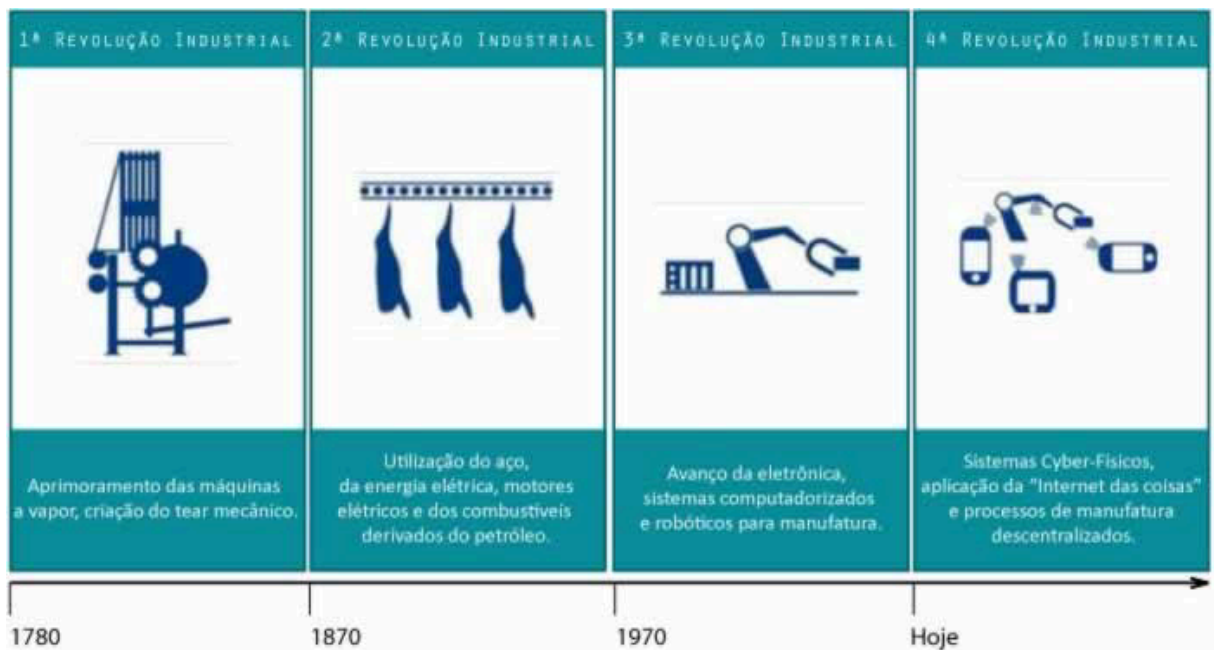
Alcançar a Indústria 4.0 requer uma retrospectiva das revoluções industriais do passado que moldaram o mundo. A revolução inaugural começou em 1700 e avançou ao longo do século seguinte. Trouxe inovações mecânicas que simplificaram os processos de fabricação por meio de energia hidráulica, vapor e máquinas.

No final dos anos 1800, surgiu a segunda revolução industrial, impulsionada pelo uso de eletricidade na manufatura, o advento da produção em massa e a implementação de sistemas de gerenciamento de tempo e organização baseados em tarefas.

Por volta de 1970, uma terceira revolução industrial surgiu quando as tarefas de produção foram automatizadas por meio de tecnologias eletrônicas e de informação. Esse período, também conhecido como revolução digital, viu uma adoção generalizada dessas tecnologias. Atualmente, a quarta e última revolução industrial está em curso.

A Figura 1 fornece uma representação visual da evolução das revoluções industriais ao longo do tempo, mostrando as principais características de cada uma.

**Figura 1** - Revoluções Industriais ao longo do tempo



**Fonte:** Citisystems (2016).

A Quarta Revolução Industrial marca a digitalização do setor manufatureiro, alimentada por volumes de dados amplificados, pela força do sistema de computador e pela conectividade. Embora existam várias tecnologias convergentes, elas ainda carecem da robustez necessária para causar impacto. O que diferencia essa revolução é a maneira como elas se combinam para criar mudanças disruptivas, diferenciando-a das eras anteriores.

As redes industriais servem como um modo de automação industrial, facilitando os protocolos de comunicação que regulam e supervisionam vários processos, incluindo o gerenciamento de manutenção. Para gerenciar efetivamente a manutenção preditiva, os sistemas de comunicação devem possuir recursos específicos que atendam à troca de dados em tempo real. Eles também precisam



ser capazes de resistir a ambientes agressivos repletos de interferência eletromagnética e outras condições adversas.

Dentro do domínio da comunicação industrial, duas áreas principais podem ser discernidas: comunicação em nível de campo e comunicação SCADA. Em ambos os domínios, a transmissão de dados ocorre em tempo real ou com apenas um atraso insignificante, para garantir o processamento imediato. As configurações industriais têm vários tipos de rede, que são escolhidos dependendo do ambiente de instalação (WOLLSCHLAEGER; SAUTER; JASPERNEITE, 2017).

Há cerca de uma década, as indústrias brasileiras começaram a estabelecer redes industriais. Hoje, algumas dessas redes ainda usam sistemas ponto a ponto tradicionais que dependem de controladores lógicos programáveis (PLCs) para vincular cada ponto de entrada e saída. No entanto, o uso de tais sistemas é caro devido ao alto custo de hardware e cabos, além da dificuldade em identificar problemas de projeto. Para resolver esses problemas, as redes industriais surgiram como uma solução mais econômica. Ao contrário das redes de computadores convencionais, as redes industriais são determinísticas, o que significa que o tráfego de dados ocorre em horários exatos (tempo de varredura) (LUGLI; SANTOS, 2014).

As tecnologias de comunicação sem fio têm encontrado espaço nas redes industriais, sendo aplicadas de várias formas, como a comunicação sem fio ponto a ponto para controle de movimentação de guindastes industriais. Na verdade, a comunicação sem fio está em uso nas indústrias há mais de uma década, começando com o controle de veículos e guindastes guiados automaticamente. Após a padronização das tecnologias de rede sem fio para uso comercial, muitas indústrias migraram para incorporar essas tecnologias em seu controle de processo. O uso de rádios oferece flexibilidade no controle de dispositivos móveis (LUGLI; SANTOS, 2014).

Os esforços colaborativos entre redes nacionais e internacionais não são mais percebidos apenas como uma forma de reduzir despesas de fabricação. Em vez disso, unir forças com outras empresas tornou-se um método eficaz de cortar custos de desenvolvimento, agilizar a criação de produtos e processos e capitalizar as oportunidades de comercialização durante projetos de inovação. Estabelecer e manter redes interorganizacionais, como joint ventures, acordos de licenciamento, co-desenvolvimento (entre fornecedores e clientes) e alianças estratégicas, resultaram em mais inovações em produtos e processos. Isso também envolve a

expansão de capacidades, com os serviços de manufatura surgindo como uma tendência, e as habilidades embutidas nos serviços de manufatura satisfazem parcialmente a necessidade de customização (DZUBA, 2017).

A Indústria 4.0 deu início a uma nova era de interconectividade, onde os Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção (CMMS) desempenham um papel fundamental. Com o CMMS, as empresas podem lidar com as tarefas de manutenção com eficiência e, ao mesmo tempo, consolidar todos os dados relevantes em um banco de dados centralizado e acessível a todas as partes interessadas (OLIVEIRA; BORGES, 2018).

Na década de 1980, surgiu a ideia do CMMS (Computerized Maintenance Management System). Este sistema permitiu a informatização das ordens de serviço, o planejamento eficiente com base nos recursos disponíveis e a impressão sob demanda, melhorando as condições de trabalho na manutenção (OLIVEIRA; BORGES, 2018).

Os benefícios do CMMS vão além da manutenção, abrangendo processos corretivos, preventivos, baseados em condições e preditivos. Além desses, o CMMS também fornece recursos de segurança, funções relacionadas ao trabalho e interfaces com sistemas de produção, conforme afirmam (SILVA; MELO, 2017).

Um Sistema Computadorizado de Gerenciamento de Manutenção (CMMS) é feito sob medida para simplificar os processos de manutenção. Com o software CMMS, organizações em diversos setores podem automatizar a entrada de dados e supervisionar e simplificar, sem esforço, o desempenho e o estado de funcionamento do equipamento. Os principais recursos do software CMMS incluem agendamento de manutenção, gerenciamento de peças sobressalentes e estoque de ordens de serviço, bem como rastreamento de dados sobre mão de obra, subcontratados e recursos de equipamentos.

O rastreamento em tempo real de todas as solicitações de manutenção enviadas pelos operadores e equipe de produção está disponível, incluindo acesso a todas as informações relacionadas à tarefa, documentação e histórico do equipamento para os técnicos. Os gerentes também podem monitorar o status do pedido e do pedido de compra, equipamentos e técnicos designados. Essa informação está prontamente disponível para todas as partes interessadas envolvidas (SILVA; MELO, 2017).

O mercado está experimentando um crescimento substancial devido aos avanços nas telecomunicações. Com um sistema de gerenciamento de manutenção, vários equipamentos podem ser conectados em um único sistema, reduzindo a necessidade de inspeções físicas. Objetos conectados fornecem mais visibilidade sobre o estado de uma empresa, gerando grandes quantidades de dados que são processados por soluções CMMS. Essas soluções de gestão de manutenção assistida por computador oferecem ainda versões móveis que proporcionam maior flexibilidade aos agentes de manutenção durante suas intervenções. Tudo isso contribui para uma supervisão de rede mais eficiente (XAVIER *et al.*, 2013).

Embora a integração da realidade aumentada em certos fabricantes seja semelhante a objetos interdependentes, sua implementação generalizada permanece limitada, pois os custos são proibitivos. No entanto, os aplicativos direcionados ao consumidor estão abrindo caminho para a adoção generalizada da realidade aumentada, reduzindo assim os custos. Com isso, os líderes do setor de energia colherão os benefícios dessa inovação, especificamente na manutenção, pois a realidade aumentada encontra aplicações mais amplas (SILVA; MELO, 2017).

Os agentes de manutenção contam com diferentes fontes de informação, incluindo documentação técnica e guias de operação. A realidade aumentada oferece uma solução promissora para o problema de acesso à informação, fornecendo aos agentes informações relevantes em tempo real. Ao usar métodos de identificação de hardware, como códigos QR ou chips, os óculos podem exibir informações sobre um hardware específico ou interagir com aplicativos para exibir indicadores ou outros dados relevantes. Além disso, os vidros podem mostrar informações adicionais, como instruções de segurança, áreas perigosas ou fluxo de gás em um ponto de entrega, tornando o processo de manutenção mais tranquilo e seguro (XAVIER *et al.*, 2013).

O advento de tecnologias disruptivas oferece aos gerentes de rede a chance de otimizar suas operações de manutenção e explorar novos aplicativos. Os primeiros experimentos produziram resultados favoráveis, ressaltando o potencial desses desenvolvimentos. Portanto, é imperativo estabelecer processos de inovação que permitam às organizações aproveitar ao máximo esses saltos tecnológicos (PELLIZZARI; BARRETO JUNIOR, 2019).

À medida que novas tecnologias são introduzidas, os deveres e as condições de trabalho dos trabalhadores de manutenção estão fadados a sofrer

transformações. Para garantir que essas mudanças sejam adotadas e utilizadas de forma eficaz, uma estratégia de gerenciamento de mudanças bem planejada é crucial. Essa abordagem permitirá que os trabalhadores entendam e integrem adequadamente as novas ferramentas em suas operações diárias, conforme destacam (PELLIZZARI; BARRETO JUNIOR, 2019).

### **2.3 O mundo digital e a tecnologia a serviço dos processos industriais: benefícios da Indústria 4.0**

O advento da era digital trouxe uma enxurrada de mudanças na forma como trabalhamos. De um lado, a economia digital exige uma força de trabalho composta por técnicos, gestores e profissionais capazes de compreender e navegar neste novo paradigma. De outro, a tecnologia desempenhará um papel fundamental na tomada de decisões de negócios nos próximos anos (FERNANDES, 2019).

Como apontado anteriormente, a nova era sinaliza a emergência do mercado de trabalho 4.0, com mudanças e novas vagas a serem preenchidas. Conseqüentemente, os gestores terão uma responsabilidade crucial em capacitar seus trabalhadores para se adaptarem a esse cenário em rápida evolução, repleto de novas tecnologias e processos que podem abrir novos mercados na economia digital (PEREIRA; OLIVEIRA SIMONETTO, 2018; FERNANDES, 2019).

Não é surpreendente, portanto, que a evolução do ecossistema de TIC também exija uma mudança nas habilidades mais valorizadas. Entre essas competências cobiçadas estão: Com o uso generalizado da Internet, a distância entre as empresas e seus clientes diminuiu significativamente (LUCCHESI, 2020).

Hoje em dia, a empatia digital tornou-se uma habilidade crucial, pois os relacionamentos online frequentemente se expandem para o mundo offline e vice-versa. Conseqüentemente, a capacidade de se comunicar de forma eficaz em ambos os domínios é cada vez mais essencial (LUCCHESI, 2020).

A ascensão da automação oferece aos profissionais de TI uma oportunidade de se concentrar mais em aprimorar sua criatividade. Tarefas monótonas e repetitivas podem ser deixadas para as máquinas, liberando mais tempo para a solução criativa de problemas. Encontrar soluções inovadoras para questões complexas e fazer conexões entre ideias que as máquinas não conseguem está se

tornando cada vez mais importante à medida que as indústrias buscam substituir produtos obsoletos por novos (PEREIRA; OLIVERA SIMONETTO, 2018).

Essas rápidas mudanças no mercado estão forçando a indústria a ficar à frente da curva e apresentar constantemente novas ideias para estimular e envolver os consumidores. Assim, habilidades como a criatividade são muito valorizadas na indústria (FERNANDES, 2019).

Ser capaz de se comunicar com máquinas e computadores é uma habilidade valiosa no ambiente atual, e a programação é a chave para desbloquear esse potencial. Como as linguagens de programação estão em constante evolução, as empresas devem investir na capacitação de seus funcionários nessa área para se manterem na vanguarda (PEREIRA; OLIVEIRA SIMONETTO, 2018).

À medida que a tecnologia avança e mais dispositivos se conectam às redes, aumenta o risco de exposição de informações confidenciais. Ameaças como ransomware ou phishing tornaram-se uma realidade presente para os profissionais digitais. É fundamental que esses profissionais entendam como se proteger e responder a esses ataques (LUCCHESI, 2020).

À medida que as soluções de big data e nuvem continuam a proliferar, os dados estão se tornando um ativo cada vez mais valioso para as empresas. Agora é comum que os dados sejam acessíveis a qualquer hora e em qualquer lugar. Aproveitar esses dados estrategicamente é uma habilidade crucial que influencia todos os aspectos das operações de uma empresa. Como resultado, é uma habilidade muito apreciada (TESSARINI; SALTORATO, 2018).

As habilidades STEM abrangem Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Seus conceitos são fundamentais para muitos trabalhos, principalmente nas áreas de robótica e impressão 3D. A proficiência em matemática, eletrônica, física e informática é indispensável para colocar essas teorias em prática (FERNANDES, 2019).

Na indústria de tecnologia, a adoção de metodologias ágeis é fundamental. Com essa abordagem, o desenvolvimento do projeto é colaborativo e rápido, permitindo que as equipes enfrentem desafios e mudanças sem problemas. O resultado é um processo de desenvolvimento iterativo e responsivo que entrega produtos e serviços ao mercado na velocidade da luz – uma vantagem atraente em um espaço altamente competitivo (PEREIRA; OLIVEIRA SIMONETTO, 2018).

A ênfase nas teorias centradas no cliente destaca a necessidade das marcas estabelecerem um relacionamento mais próximo com seus clientes. Para conseguir isso, os gerentes podem adotar uma das duas abordagens: cultivar uma cultura de trabalho que priorize o atendimento personalizado ou aproveitar tecnologias modernas como a Inteligência Artificial para entregar esse suporte automaticamente sempre que necessário (FERNANDES, 2019).

A comunicação eficaz é crucial. Para atingir esse objetivo, pretendemos cultivar uma cultura de abertura, empatia e comunicação eficaz. Um gerente 4.0 deve estar atento às necessidades em evolução e às mudanças no ambiente para se manter à frente da curva. Além disso, o gestor deve ter a capacidade de transformar possíveis ameaças em oportunidades para o negócio (LUCCHESI, 2020).

No cenário atual, em que o mercado de trabalho passa por constantes oscilações, é imprescindível que os líderes estimulem uma cultura de educação permanente. As novas tecnologias e o ritmo acelerado de transformação dos ambientes de trabalho tornam isso um desafio estimulante para os jovens profissionais. Portanto, é um componente essencial para estabelecer e sustentar uma empresa de sucesso, conforme destacado por (TESSARINI; SALTORATO, 2018).

A colaboração e o trabalho em equipe há muito tempo são habilidades essenciais para os gerentes, mas na era da Indústria 4.0, sua importância não pode ser exagerada. A ampla disponibilidade de canais de comunicação permite que os profissionais se envolvam com todas as facetas do processo produtivo de uma empresa. Essa hiperconectividade implica na capacidade de gerenciar com eficiência o fluxo de informações entre os diferentes níveis da organização e garantir a consistência em todos os níveis. Como sugerem Pereira e Oliveira Simonetto (2018), essa é uma qualidade fundamental para qualquer gestor 4.0.

A liderança é uma habilidade contínua que é constantemente aprimorada. A capacidade de orientar uma empresa e sua equipe exige que executivos e quadros superiores não apenas definam a direção, mas também motivem aqueles que trilham o caminho com eles (TESSARINI; SALTORATO, 2018).

Os princípios da Indústria 4.0 estão centrados na automação de processos, causando uma ruptura nas estruturas organizacionais hierárquicas tradicionais. Isso resulta em uma distribuição de poder mais uniforme em todo o modelo de negócios.

Para prosperar nesse ambiente, figuras empreendedoras são essenciais para impulsionar o crescimento da empresa (LUCCHESI, 2020).

A mais recente revolução econômica, a Indústria 4.0, oferece inúmeras vantagens, incluindo produtividade otimizada e maiores benefícios econômicos, sociais e ambientais. Além disso, as novas tecnologias podem reduzir significativamente os riscos ocupacionais. Essas tecnologias podem eliminar tarefas repetitivas, perigosas e de baixo valor por meio de robôs ou cobots, diminuir a exposição a ambientes de trabalho poluídos e fornecer dados amplos para a tomada de decisões objetivas. A manutenção preditiva das equipes de trabalho reduz significativamente os incidentes, enquanto dispositivos avançados de proteção individual, conhecidos como "EPIs inteligentes", alertam os trabalhadores sobre possíveis situações de risco com alertas específicos (TESSARINI; SALTORATO, 2018; FERNANDES, 2019).

A Indústria 4.0 está prestes a revolucionar mais do que apenas a produção. Embora certamente existam vantagens, as maiores mudanças virão na forma de transformações organizacionais e psicossociais. Com cargas de trabalho exigentes, jornadas mais longas, trabalho remoto, dinâmicas de poder em evolução e novas práticas de contratação, o impacto na saúde mental, segurança, higiene e segurança cibernética dos trabalhadores não pode ser subestimado. Como observam Pereira e Oliveira Simonetto (2018), essas mudanças apresentam um novo conjunto de riscos para navegar.

Os aspectos desconhecidos da tecnologia em evolução representam um risco significativo de rejeição, culminando em problemas como tecnoestresse, tecnofobia e tecnod dependência. A virtualização da comunicação abriu caminho para o isolamento social e a invasão do espaço pessoal, induzindo sentimentos de vulnerabilidade e insegurança quanto à segurança no trabalho (TESSARINI; SALTORATO, 2018).

Diante dos inúmeros riscos em mãos, estratégias sob medida são vitais para cada empresa. Estas devem respeitar códigos éticos, incluindo o teletrabalho e o direito a licença, e incorporar iniciativas de liderança, protocolos de gestão de conflitos, sistemas de reconhecimento e técnicas de tutoria. Além disso, podem ser introduzidos jogos de negócios interativos e workshops sobre gerenciamento de emoções e estresse, juntamente com análises de risco e promoção da participação (FERNANDES, 2019).

A organização coerente do tempo de trabalho é essencial, com atenção especial para a gestão de colaboradores de diferentes faixas etárias - desde imigrantes digitais de meia-idade até idosos que requerem ações exclusivas de adaptação. As técnicas de coaching intergeracionais podem ser frutíferas para lidar com o último grupo (LUCCHESI, 2020).

À medida que o mundo caminha para a era digital, traz consigo uma infinidade de profissões, cada uma com um foco tecnológico distinto. A indústria anseia por especialistas em análise de dados, programação, segurança cibernética e robótica, entre outros, mas a demanda excede em muito a oferta. A mudança de era, no entanto, também exige habilidades exclusivamente humanas, como pensamento crítico, inteligência emocional, consciência social e criatividade - características que permitem que as pessoas se destaquem em áreas além do alcance das máquinas (TESSARINI, SALTORATO, 2018).

Desta forma, cabe destacar que todas essas evoluções tecnológicas, buscam um único objetivo principal que é a promoção da produtividade, neste contexto torna-se importante destacar sobre esta enquanto objetivo da sociedade moderna.

## **2.4 A tecnologia da indústria 4.0 visando a produtividade**

A produtividade é um conceito central para a economia moderna e desempenha um papel fundamental na sociedade atual. Ela se refere à capacidade de uma empresa, indústria ou país em produzir bens ou serviços de forma eficiente, ou seja, utilizando menos recursos para produzir mais. A produtividade é essencial para a competitividade das empresas e para o crescimento econômico, pois permite produzir mais, com menor custo, aumentando a eficiência e a capacidade de investimento (PEREIRA; ROMERO, 2019).

A tecnologia da Indústria 4.0 tem sido apontada como uma das principais ferramentas para aumentar a produtividade nas empresas. A utilização de tecnologias de ponta, como a IoT, a IA e a automação, permite criar um ambiente de produção mais inteligente e conectado, com máquinas que se comunicam entre si e com o sistema de gestão da fábrica em tempo real (FERREIRA; LIMA; PINHEIRO, 2019).



Um dos principais benefícios da tecnologia da Indústria 4.0 para a produtividade é a coleta de dados em tempo real. Com a utilização de sensores e dispositivos de IoT, é possível coletar dados sobre a produção em tempo real, permitindo um controle mais preciso sobre o desempenho da máquina e o progresso da produção. Esses dados podem ser analisados por sistemas de IA e aprendizado de máquina, permitindo a identificação de oportunidades de melhoria no processo produtivo (RAMOS; SOUSA JABBOUR, 2020).

Além disso, a tecnologia da Indústria 4.0 também permite a criação de sistemas autônomos, capazes de tomar decisões e ajustar o seu comportamento com base nos dados coletados. Isso significa que as máquinas podem trabalhar de forma mais eficiente e com menos erros, aumentando a qualidade e a velocidade da produção (MARTINS; PEREIRA; TEIXEIRA, 2021).

Outro benefício da tecnologia da Indústria 4.0 para a produtividade é a digitalização dos sistemas produtivos. Com a utilização de tecnologias de conectividade, como a IoT, é possível criar um ambiente de produção conectado, onde as máquinas e equipamentos podem se comunicar uns com os outros e com o sistema de gestão da fábrica. Com isso, é possível ter um controle mais preciso sobre a produção, permitindo uma maior eficiência e redução de custos (SILVA; PASSOS, 2022).

No entanto, é importante lembrar que a tecnologia da Indústria 4.0 não é uma solução mágica para aumentar a produtividade. É necessário que as empresas adotem uma estratégia bem definida para a sua implementação, incluindo a capacitação dos funcionários, a integração dos sistemas e a definição de objetivos claros. Além disso, a adoção da tecnologia da Indústria 4.0 também traz desafios, como a necessidade de investimentos em infraestrutura e a segurança dos dados (SILVA; PASSOS, 2022).

Em resumo, a tecnologia da Indústria 4.0 tem o potencial de aumentar significativamente a produtividade nas empresas, contribuindo para o crescimento econômico e a competitividade no mercado. No entanto, é fundamental que as empresas adotem uma estratégia bem definida para a sua implementação, levando em consideração tanto os benefícios quanto os desafios. Além disso, é importante destacar que a tecnologia da Indústria 4.0 não é uma solução isolada para os problemas de produtividade, mas sim um conjunto de ferramentas que devem ser utilizadas de forma integrada e estratégica (MARTINS; PEREIRA; TEIXEIRA, 2021).

A sociedade atual exige cada vez mais eficiência e produtividade, em um ambiente de constante evolução tecnológica e competitividade global. Nesse contexto, a tecnologia da Indústria 4.0 surge como uma oportunidade para as empresas se tornarem mais competitivas e eficientes, ao mesmo tempo em que contribuem para o desenvolvimento econômico e social (PEREIRA; ROMERO, 2019).

É importante destacar que a tecnologia da Indústria 4.0 não é um fim em si mesma, mas sim uma ferramenta para atingir objetivos de produtividade e eficiência. Por isso, é fundamental que as empresas tenham uma visão clara dos seus objetivos e estratégias de negócio, para que possam utilizar a tecnologia da Indústria 4.0 de forma eficaz e integrada (PEREIRA; ROMERO, 2019).

Em suma, a tecnologia da Indústria 4.0 tem o potencial de transformar a forma como as empresas produzem e se relacionam com o mercado, contribuindo para a competitividade, eficiência e crescimento econômico. No entanto, é necessário que as empresas adotem uma abordagem estratégica e integrada para a sua implementação, levando em consideração tanto os benefícios quanto os desafios dessa nova realidade tecnológica.

### **3 METODOLOGIA**

A pesquisa se caracteriza como uma revisão integrativa de literatura, a qual busca sintetizar aspectos relacionados a uma determinada temática. O objetivo deste tipo de revisão é introduzir o leitor em um tema desconhecido, por meio da abordagem dos seus principais aspectos relacionais. Os dados utilizados na pesquisa foram artigos científicos disponíveis e indexados nas plataformas científicas Scielo e Redalyc, publicados entre os anos de 2012 e 2022, cujos resumos contivesse um ou mais dos descritores indústria 4.0, benefícios, século XXI associados por meio do uso dos operadores booleanos OR e AND.

### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Indústria 4.0 é uma abordagem contemporânea que reflete o estado atual das organizações em todo o mundo. Os avanços tecnológicos radicais dos últimos tempos desencadearam uma revolução industrial. Este estudo centra-se no impacto deste conceito nos processos de gestão do capital humano. No entanto, surgem várias questões para uma pesquisa mais aprofundada.

Vale destacar, que ante a importância dessa evolução tecnológica na indústria, faz-se uma pergunta para futuras investigações: como as grandes indústrias brasileiras vão se adaptar a essa nova realidade e que impacto psicológico essas mudanças terão na força de trabalho? Essas indagações podem contribuir significativamente para a compreensão e consolidação da sustentabilidade organizacional no contexto dessa realidade emergente.

Desta forma, levando-se em consideração que o questionamento central deste trabalho é: como a indústria 4.0 pode agregar benefícios para a produtividade industrial? Pode-se compreender através do trabalho, que através da magnitude da quarta revolução industrial, diversas mudanças contribuíram para consolidação dos benefícios desta indústria 4.0, tais como levar em consideração questões éticas, legais e sociais.

E ainda, proporcionar desenvolvimento tecnológico suficiente para preservar o bem-estar dos trabalhadores, estruturas e condições de trabalho, pois através da tecnologia é possível determinar suas prioridades, e assim elaborar estratégias interativas eficazes. Conseqüentemente, as instituições públicas e privadas enfrentam obstáculos assustadores que exigem uma resposta legislativa para mitigar os riscos ocupacionais decorrentes do aumento da conectividade e flexibilidade. Integrar novas tecnologias em estruturas regulatórias também é uma tarefa imediata.

Um segundo desafio é a adoção de novos módulos de formação que substituam os planos ultrapassados, garantindo a perfeita adaptação e integração dos trabalhadores no novo ambiente de trabalho e, conseqüentemente, evitando o desemprego tecnológico. O impacto das novas tecnologias não pode ser considerado intrinsecamente bom ou ruim. Pelo contrário, é a sua aplicação que determina suas conseqüências. Portanto, vamos adotar uma abordagem colaborativa em relação à tecnologia e aproveitá-la a nosso favor.

Desta forma, recomenda-se que para os estudos futuros sejam alvo do objeto de pesquisa o avanço do mundo e como este se correlaciona com indústria 4.0, de

modo a oferecer ao talento humano muitas outras oportunidades de exercitar sua criatividade e inovação, ao mesmo tempo em que os libera de tarefas repetitivas por meio da implantação de robôs e outros sistemas técnicos. Assim, essa evolução transformará a própria estrutura das empresas e dará origem a novas formas de relacionamento.

## REFERÊNCIAS

BLANCHET, M.; RINN, T.; VON THADEN, G.; DE THIEULLOY, G. Industry 4.0: The new industrial revolution. How Europe will succeed. **Roland Berger Strategy Consultants GmbH**. München. 2014. Disponível em: [http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland\\_Berger\\_TAB\\_Industry\\_4\\_0\\_2014\\_0403.pdf](http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_2014_0403.pdf). Acesso: em 12 abr. 2023.

CHAPMAN, S. J. **"A Revolução do Controle: Origens Tecnológicas e Econômicas da Sociedade da Informação"**, Volume 1, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.

DZUBA, E.; AVILA, J. C.; FERREIRA, N. C. A. **Cloud computing para controle, atualização e gerenciamento de planta didática de manufatura**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

EVANS, P. A Internet das Coisas: Como a Próxima Evolução da Internet Está Mudando Tudo. CISCO. 2011.

FERNANDES, F. R. **As mudanças provocadas pela Indústria 4.0 no mercado de trabalho**. Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. Porto Alegre. 2019.

FERREIRA, R. A.; LIMA, T. B.; PINHEIRO, P. R. Indústria 4.0: conceito, características e desafios. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 3, p. 1, p. 57-67. 2019.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: **A Literature Review**. Technische Universitat Dortmund. working paper, 2015. INDÚSTRIA 4.0. **Indústria 4.0**. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em: ago. 2018.

LASI, H. et al. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

LUCCHESI, R. O futuro do trabalho e oportunidades com a indústria 4.0. **Conjuntura & Planejamento**, n. 196, p. 88-91, 2020.

LUCENA, F. A.; ROSELINO, J. E. A Indústria 4.0: uma análise comparativa entre as experiências da: Alemanha, EUA, China, Coréia do Sul e Japão. **Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação**, v. 1, n. 3, p. 1-19. 2018.

LUGLI, A. B.; SANTOS, M. M. D. **Redes Industriais: Características, Padrões e Aplicações**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2014. 128p.

MARTINS, G. H. O.; PEREIRA, A. M. C.; TEIXEIRA, R. M. Indústria 4.0: Uma Análise Bibliométrica do Estado da Arte e Perspectivas Futuras. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 12, n. 2, p. 1-19. 2021.

OLIVEIRA, B.; BORGES, L. Estudo da implementação do cmms em um departamento de engenharia clínica. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**. 2018.

PELLIZZARI, B. H. M.; BARRETO JUNIOR, I. F. Bolhas sociais e seus efeitos na sociedade da informação: ditadura do algoritmo e entropia na internet. **Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias**. 2019.

PEREIRA, A.; OLIVEIRA, E. S Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018.

PEREIRA, G. G.; ROMERO, M. A. Indústria 4.0 e suas equipes na gestão de empresas. **Revista de Administração da UFSM**, v. 12, n. 4, p.734-748. 2019.

PILLER, F. O Impacto da Manufatura Aditiva na Cadeia de Suprimentos e no Ecosistema de Manufatura. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(8), 1007-1016. 2017.

RAMOS, G. D. S.; SOUSA JABBOUR, A. B. L. O impacto da indústria 4.0 na gestão da cadeia de suprimentos: uma revisão sistemática. **Revista Produção Online**, v. 20, n. 2, p.202071. 2020.

SCHWAB, K. A Quarta Revolução Industrial. **Edipro**. 2017.

SHROUF, F., ORDIERES, J., MIRAGLIOTTA, G. Smart factories in industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of things paradigm. **Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**, 2014 IEEE International Conference on(pp. 697-701). IEEE. 2014.

SILVA, A. G. F.; PASSOS, F. A. R. Indústria 4.0 e o papel dos recursos humanos na transformação digital: revisão sistemática da literatura. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 13, n. 1, p. 1-16. 2022.

SILVA, A. C. L.; MELO, P. H. B. **Proposta de um CMMS para manutenção de equipamentos na Universidade de Brasília**. 2017. 104 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica e Engenharia de Software)—Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

WOLLSCHLAEGER, Martin; SAUTER, Thilo; JASPERNEITE, Juergen. **The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0**. IEEE Industrial Electronics Magazine, v. 11, n. 1, p. 17-27, 2017.

XAVIER, F. H. Z.; SILVEIRA, L. M.; ALMEIDA, J. M.; ZIVIANI, A.; MALAB, C. H.; MARQUES-NETO, H. T. Análise da Mobilidade Humana em Eventos de Larga Escala baseada em Chamadas de Telefones Celulares. *In*: Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH), 40. , 2013, Maceió. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2013 . p. 272-283. ISSN 2595-6205.