

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS E SEUS IMPACTOS

## **Paloma Viary Santana de Oliveira**

Graduanda de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

*E-mail:* palomaviary80@icloud.com

 <https://orcid.org/0009-0002-8439-1135>

## **Laiza de Freitas Santos**

Graduanda de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

*E-mail:* laizafreitas72003@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0002-3532-3304>

## **Moacir Porto Ferreira**

Engenheiro civil e mestre em Sistemas de Gestão pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Doutor em Administração pela Unigranrio. Professor titular do Departamento de Engenharia Industrial da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

*E-mail:* moacir.ferreira@poli.ufrj.br

 <https://orcid.org/0000-0002-1913-2762>



Este artigo está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional

**Como citar este artigo:** Oliveira, P. V. S., Santos, L. de F., & Ferreira, M. P. (2024). Inteligência artificial na automação de processos industriais e seus impactos. *Revista de Economia Mackenzie*, 21(1), 162–182. doi: 10.5935/1808-2785/rem.v21n1p.162-182

**Recebido em:** 18/12/2023

**Aprovado em:** 19/3/2023

## Resumo

Em um ambiente de negócios altamente competitivo, as empresas estão procurando maneiras de aumentar a eficiência e reduzir custos em seus processos produtivos. A automação de processos industriais está se beneficiando significativamente dos avanços tecnológicos, oferecendo alternativas para alcançar esses objetivos de forma mais eficaz e eficiente. A automação e a inteligência artificial têm desempenhado um papel fundamental na transformação das operações industriais, impulsionando o progresso e a eficiência em diferentes setores. A inteligência artificial, em particular, tem impactado o setor industrial, impulsionando avanços na robótica, automação e eficiência operacional, mas também levantando desafios em relação a aspectos sociais e econômicos. Com isso, este trabalho visa abordar como a inteligência artificial na automação de processos industriais é essencial no dia a dia das operações, pois permite a realização de tarefas repetitivas, perigosas ou complexas de forma mais eficiente e segura. Ela envolve a utilização de sistemas e equipamentos automatizados para realizar atividades como montagem, transporte, embalagem, controle de qualidade, entre outras.

**Palavras-chave:** automação industrial; inteligência artificial; impactos sociais; engenharia de produção; tecnologia.

Classificação *JEL*: B26.

## INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a evolução dos processos industriais tem sido impulsionada por avanços significativos, desde a mecanização até a automação e o surgimento da inteligência artificial. A mecanização, que teve início durante a Revolução Industrial, representou uma mudança revolucionária na forma como a produção era realizada, substituindo o trabalho artesanal por máquinas

nas linhas de fabricação. Essa transição foi motivada pela necessidade crescente de aumento da produtividade agrícola e industrial para atender às demandas em constante crescimento da população. Com o passar dos anos, a contínua inovação resultou no desenvolvimento de máquinas cada vez mais avançadas, como tratores, colhedoras e semeadoras, que não apenas reduziram a necessidade de mão de obra, mas também aumentaram a eficiência e a produtividade. Essa evolução da mecanização para a automação e, posteriormente, o surgimento da inteligência artificial têm desempenhado um papel fundamental na transformação das operações industriais, impulsionando o progresso e a eficiência em diferentes setores. Com o avanço do processo de automação, a inteligência artificial emergiu como um componente fundamental no cenário da tecnologia moderna. A definição exata de inteligência artificial ainda é objeto de debate, mas, de maneira geral, refere-se à utilização de métodos e técnicas para desenvolver sistemas computacionais capazes de resolver problemas de forma inteligente. Esses sistemas demonstram habilidades como adaptação a situações inéditas, resolução de problemas, tomada de decisões e execução de ações complexas, que tipicamente exigiriam inteligência humana. A aplicação da inteligência artificial tem tido um impacto significativo no setor industrial, impulsionando avanços no campo da robótica, automação e eficiência operacional. No entanto, sua expansão também apresenta desafios e questões em relação aos aspectos sociais e econômicos, evidenciando a importância de compreender e explorar os efeitos dessa tecnologia em diversas áreas.

## 1

## METODOLOGIA

Para Cervo e Bervian (2002) o “método se concretiza como o conjunto das diversas etapas ou passos que devem ser dados para a realização da pesquisa”. Ou seja, o método de pesquisa é composto por uma série de etapas ou passos que devem ser seguidos para que a pesquisa seja realizada de forma adequada. Isso significa que o método não se resume apenas a uma técnica específica, mas sim a um conjunto de procedimentos que orientam a forma como a pesquisa deve ser conduzida, desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados. O método, portanto, é uma espécie de guia que ajuda o pesquisador a estruturar e organizar seu trabalho de forma sistemática e com rigor científico.

Neste item serão tratados os assuntos referentes à metodologia aplicada para a realização desta pesquisa, a qual é baseada no modelo de revisão de literatura sistemática, que tem como objetivo responder a uma pergunta de pesquisa, de forma sistemática, utilizando-se de uma investigação científica que busca agrupar e avaliar os resultados obtidos por meio da coleta e análise dos dados. A metodologia consiste em cinco etapas: busca, leitura, anotação, análise crítica e redação.

## ■ 1.1 Busca

No que concerne à busca por informações para o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica, esta será realizada por meio de ferramentas que permitam o descobrimento de materiais e fontes confiáveis, visto que na hodiernidade podemos destacar diversos materiais *on-line* inverossímeis.

Foram utilizados trabalhos obtidos com base na busca com os descritores “revisão bibliográfica”, “revisão sistemática” e “metassíntese”. Uma revisão bibliográfica foi conduzida envolvendo uma variedade de fontes de informação, como artigos, teses, dissertações e textos *on-line*. Os estudos foram conduzidos com base na inclusão de uma descrição abrangente do método tanto no título quanto no corpo do texto, visando contribuir para a caracterização destes.

## ■ 1.2 Leitura, anotação e análise crítica

A fase de leitura desempenha um papel crucial no processo de estudo, uma vez que é por meio dela que se adquire e expande o conhecimento necessário para a execução do projeto. Após a triagem, os dados recolhidos serão distribuídos entre os membros da equipe para leitura posterior. Será utilizada a leitura informal, com o objetivo de verificar a veracidade do texto, correlacionar as informações coletadas com o tema em questão e certificar-se do conteúdo do texto.

## ■ 1.3 Redação

Por fim, há a etapa da redação da revisão de literatura, a qual será redigida correlacionando as considerações dos autores, com explicações e ilustrações sobre os tópicos abordados, sempre de maneira clara, direta e objetiva, contendo resumo, palavras-chave, introdução, metodologia, itens de conceitua-

ção, resultados, conclusões e referências bibliográficas, obedecendo sempre à norma culta da língua portuguesa e às regras da APA.

## 2

## AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

No relatório setorial da indústria de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), Kubota (2009) aponta que existe um grande conjunto de empresas na indústria brasileira caracterizado por baixa competitividade e produtividade em relação às líderes do mercado. Essas empresas são numericamente expressivas, mas representam uma pequena parcela do faturamento industrial. Para Kubota (2009), essas empresas necessitam ganhar escala e eficiência e, provavelmente, terão de passar por processos importantes de reestruturação patrimonial e produtiva, sob pena de não serem capazes de sobreviver em um ambiente cada vez mais competitivo.

A introdução da automação nas indústrias marcou um avanço significativo na otimização dos processos produtivos. Essa transição revolucionária não apenas aprimorou a eficiência operacional, mas também promoveu uma redução substancial nos custos associados à produção, resultando em um aumento expressivo na produtividade industrial. Ao implementar sistemas automatizados, as empresas alcançaram uma nova era de excelência operacional, em que a precisão e a consistência são aprimoradas de maneira notável.

A automação industrial está redefinindo a paisagem dos processos produtivos, otimizando eficiência e impulsionando a inovação. Ao incorporar tecnologias como robótica avançada e sistemas inteligentes, as empresas conseguem automatizar tarefas repetitivas, aumentar a produção e reduzir custos operacionais. No entanto, esse avanço tecnológico não ocorre sem desafios. A transição para processos automatizados exige a requalificação de trabalhadores, levando a mudanças significativas no ambiente de trabalho. Além disso, a gestão ética e responsável da automação é essencial para mitigar impactos sociais, assegurando que a implementação dessas tecnologias beneficie tanto as empresas quanto os trabalhadores. Explorar os aspectos positivos e os desafios da automação oferece uma visão abrangente sobre como essa revolução tecnológica está moldando a indústria e a sociedade.

Essa melhoria não é apenas uma simples substituição da mão de obra humana por máquinas; é uma mudança estratégica que redefiniu a dinâmica das

operações industriais. No entanto, é crucial ressaltar que, para evitar equívocos comuns, é fundamental discernir entre a mecanização e a automação de processos. A mecanização refere-se à aplicação de dispositivos mecânicos para realizar tarefas físicas, muitas vezes de forma repetitiva, enquanto a automação transcende essa abordagem, incorporando sistemas inteligentes e computacionais que não apenas executam tarefas físicas, mas também integram processos decisórios complexos.

Essa distinção torna-se vital no contexto da evolução industrial, pois a automação não se limita à simples substituição de trabalho manual por máquinas, mas também abrange a integração de tecnologias avançadas que elevam a eficiência operacional a níveis anteriormente inimagináveis. Ao entender essa diferença fundamental, as organizações podem explorar todo o potencial da automação, aproveitando suas capacidades para além da simples mecanização de tarefas.

Segundo Baldissera e Oliveira (2016), para garantir o sucesso do negócio e uma sobrevivência de longo prazo, as organizações precisam adaptar os seus processos com rapidez e eficiência. Dessa forma, processos que não são completamente automatizados, claramente visíveis para todos os *stakeholders* e capazes de suportar de forma transparente determinada organização geograficamente distribuída, não podem lidar adequadamente com necessidades de negócio dinâmicas (Scheer et al., 2004; Mohapatra, 2009).

Sendo assim, a automação de processos se mostra como uma solução promissora para as organizações no mundo moderno que buscam consolidar vantagens competitivas ou alcançar outros benefícios inerentes, conforme suas necessidades (Baldissera & Oliveira, 2016).

De acordo com Mohapatra (2009), a automação serve para aprimorar a qualidade do produto, melhorar a segurança do processo e aumentar a disponibilidade de recursos.

Ao explorar esse cenário em constante transformação, é possível vislumbrar não apenas ganhos econômicos tangíveis, mas também uma redefinição dos padrões de qualidade, flexibilidade e adaptação às demandas do mercado. A automação industrial não é apenas uma ferramenta para redução de custos; é um catalisador para a inovação e a competitividade, criando uma base sólida para o progresso contínuo em um ambiente industrial cada vez mais dinâmico.

## ■ 2.1 Mecanização

A mecanização teve seu início durante a Revolução Industrial, e foi um marco para a transição de novos métodos de fabricação entre 1760 e 1840. Nesse tempo, decorreu a mudança do trabalho artesanal para o uso de máquinas na produção. Antes desse período, os instrumentos agrícolas eram bastante simples, mas o grande aumento da população acarretou uma necessidade crescente de alimentos, tornando claro que era preciso incrementar a produtividade agrícola para atender às demandas crescentes.

Por conta desse crescente aumento, o homem começou a se voltar com um foco maior para a agricultura, entendendo a necessidade de expandir a produção de alimentos. É justamente nesse período que surgem as indústrias agrícolas, desenvolvendo máquinas que ajudaram na produção de uma maior demanda de alimentos.

Com o passar dos anos, novos equipamentos com funções aprimoradas para o cultivo foram sendo desenvolvidos, visando a redução da necessidade de mão de obra e facilitando o trabalho de seus utilizadores. Máquinas como tratores, colhedoras, semeadoras, entre outros, foram capazes de substituir um trabalho que para os homens seria muito pesado. Com isso, a mão de obra foi reduzida e começou-se a produzir mais em menos tempo.

De acordo com Ferreira e Vegro (2008), “o mercado de máquinas agrícolas automatizadas apresentou significativo aumento nas vendas no período de janeiro a maio de 2008, totalizando 32.538 máquinas vendidas, sendo que os tratores de rodas têm sido o item mais vendido. Esses equipamentos, equipados com moderna tecnologia, têm contribuído para o aumento da produção no campo, aumentando também o total da área plantada no país”.

## ■ 2.2 Automação

Diferente da mecanização que envolve o uso de máquinas para realizar trabalhos que antes eram feitos manualmente, a automação é a capacidade de máquinas controladas automaticamente para regular e controlar as tarefas por si mesmas.

O termo automação, segundo Tripathi (2018), é derivado das palavras gregas *autos*, que significa “por si”, e *motos*, significando “mover”. Acredita-se que tenha sido cunhada na década de 1940, quando houve um aumento do uso de dispositivos automatizados em linhas de produção mecanizadas na

companhia Ford Motors (Tripathi, 2018). Hoje, a automação, em outras palavras, é uma tecnologia que trata da aplicação de máquinas, computadores e *softwares* para a produção de bens e serviços (Tripathi, 2018).

A automação passou a ganhar maior destaque na sociedade durante a transformação do sistema produtivo agrícola e artesanal para a industrialização, especialmente a partir da segunda metade do século XVIII na Inglaterra. Os sistemas totalmente automáticos surgiram no início do século XX, embora antes disso já existissem dispositivos simples e semiautomáticos.

De acordo com Schäffer (2001), automação refere-se a um conjunto de tecnologias que têm como objetivo realizar de forma automática as atividades que normalmente seriam realizadas por seres humanos, eliminando a necessidade de esforço físico e garantindo padrões, segurança, qualidade e uniformidade nos processos.

Segundo Rosário (2010), a automação também permite a eliminação de tempos ociosos, possibilitando que “operários” trabalhem 24 horas por dia sem reclamações, o que resulta em um significativo crescimento na lucratividade dos investimentos.

Já para Bill Gates (2003), “A primeira regra de qualquer tecnologia é que a automação aplicada a um processo eficiente aumentará sua eficiência. Já a segunda regra de qualquer tecnologia é que uma automação aplicada a um processo ineficiente aumentará sua ineficiência”. Essa declaração sugere que a automação pode aprimorar processos eficientes, amplificando a sua produtividade. No entanto, quando aplicada a operações ineficientes, a automação pode apenas acentuar essas ineficiências, em vez de resolvê-las. Essencialmente, a automação é mais eficaz quando implementada em conjunto com operações bem organizadas. Ao contrário disso, quando aplicada a uma atividade ineficiente, processo ou sistema que não utiliza recursos de maneira eficaz ou que não produz os resultados desejados de maneira adequada, irá demandar mais tempo, esforço ou recursos do que o necessário para atingir um objetivo. Isso pode se manifestar de diversas maneiras, como processos de trabalho complexos e demorados, reuniões improdutivas, uso excessivo de energia ou recursos, entre outros.

## ■ 2.3 Evolução da automação

Há algum tempo, o mercado reagia com surpresa diante da automação. Hoje em dia, ela é considerada comum, pois o conhecimento sobre a impor-

tância de computadores, robôs e máquinas automatizadas para o conforto das pessoas está amplamente difundido. As primeiras áreas que passaram a ser automatizadas foram aquelas que envolviam tarefas repetitivas, entediantes e perigosas, que, quando executadas de maneira inadequada pelos seres humanos, colocavam em risco sua saúde e até mesmo sua vida.

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiram as máquinas por comando numérico e os sistemas de controle para processos. Nesse período, os circuitos integrados analógicos também foram desenvolvidos, resultando em uma nova geração de sistemas automatizados.

Os anos se passaram e, no início de 1970, os primeiros computadores comerciais começaram a ser utilizados para gerenciar extensos sistemas de automação. Contudo, por causa de complicações na programação e dos custos elevados de manutenção, esses computadores foram mais tarde substituídos pelo Controlador Lógico Programável, uma máquina mais avançada projetada especificamente para processos industriais.

Em 1990, os avanços tecnológicos possibilitaram o desenvolvimento de circuitos e computadores com capacidade de processamento significativamente maior. Isso impulsionou a evolução dos sistemas de automação, tornando-os mais eficientes, rápidos e confiáveis. Essa melhoria permitiu produções em larga escala com redução de custos, otimização de espaço e aumento da confiabilidade e segurança técnica. Desde então, a tecnologia vem se expandindo de forma surpreendente.

A evolução da automação ao longo das décadas é fascinante, marcada por avanços tecnológicos que transformaram radicalmente a indústria. Desde as primeiras linhas de montagem até a atual era da automação inteligente, a história reflete um contínuo esforço para aumentar a eficiência e a produtividade.

Henry Ford, precursor da produção em massa no início do século XX, afirmou: “Qualquer cliente pode ter um carro pintado da cor que quiser, desde que seja preto”. Essa citação captura a eficiência da produção em massa, um dos primeiros estágios significativos na evolução da automação.

Ao longo do tempo, a automação expandiu-se para além das fábricas, integrando-se à tecnologia da informação. Isso ressalta a importância de otimizar processos antes de automatizá-los.

Atualmente, a automação inteligente, impulsionada por *machine learning* e inteligência artificial, está redefinindo limites. O professor Klaus Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial, observa: “Estamos à beira de uma revolução tecnológica que modificará fundamentalmente a forma como vivemos,

trabalhamos e nos relacionamos. Em sua escala, escopo e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que o ser humano tenha experimentado antes”.

## ■ 2.4 Processos industriais

Com a Revolução Industrial, os modelos de produção passaram por mudanças significativas, e tudo isso se deu por causa do aumento da competitividade entre as empresas e o avanço significativo de tecnologias.

A automação industrial utiliza métodos mecânicos e automáticos para controlar e operar processos dentro da indústria e, dessa forma, a mão de obra humana é substituída por diferentes tipos de equipamentos. A automatização dentro das indústrias vem crescendo gradativamente, trazendo consigo um resultado mais eficiente e maior qualidade na produção, além de possibilitar preços mais competitivos para os consumidores. Sobre isso, descrevem Silveira e Santos (1998): “Com a Revolução Industrial foi estabelecido um marco transitório entre uma sociedade em que predominava a produção de bens de consumo de forma artesanal e agrícola, para uma sociedade, industrialmente, mais produtiva, voltada para os avanços tecnológicos capazes de afetar as técnicas e o processo de produção, bem como, alterar as relações de mercado”.

A automação não se restringe à substituição de trabalho manual por robôs e máquinas computadorizadas, mas também traz grandes ganhos de produtividade ao integrar diferentes tarefas, desde o planejamento de projetos até a gestão administrativa e a produção em si.

A evolução ao longo do tempo reflete uma busca constante por eficiência e inovação. Desde a Revolução Industrial até a era atual da automação avançada, as transformações têm sido significativas.

Ao longo do século XX, os processos industriais foram moldados pela automação e pela produção em massa. O engenheiro de qualidade W. Edwards Deming observou: “A produção não é feita para a estação de inspeção ou para a máquina de ensaios, mas para o cliente”. Isso ressalta a mudança de foco para a satisfação do cliente, impulsionada pela automação para garantir padrões de qualidade consistentes.

Na era contemporânea, a automação industrial alcançou um novo patamar com a integração da inteligência artificial. O presidente executivo da Microsoft, Satya Nadella (2021), afirmou: “A transformação digital é mais sobre como você cria valor do que é sobre tecnologia”. Isso sublinha a importância

de utilizar a automação para criar valor agregado e impulsionar a inovação nos processos industriais. Por isso as indústrias vêm crescendo consecutivamente.

## 3

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

## ■ 3.1 Conceituação de inteligência artificial

A inteligência artificial (IA) é uma disciplina multidisciplinar que engloba áreas como ciência da computação, matemática, estatística e engenharia elétrica. Seu objetivo é desenvolver algoritmos e modelos que permitam a máquinas aprender padrões a partir de dados, tomar decisões autônomas e aprimorar seu desempenho ao longo do tempo. Dentre as diversas abordagens em IA, destaca-se o aprendizado de máquina, permitindo que sistemas se adaptem a novas informações.

No âmbito da IA, existem duas categorias principais: IA fraca, que se especializa em tarefas específicas; e IA forte, que busca replicar a inteligência humana em sua totalidade. As aplicações práticas da IA são vastas, desde assistentes virtuais e reconhecimento de voz até diagnósticos médicos e carros autônomos. O desenvolvimento dessas tecnologias tem sido impulsionado por avanços em *hardware*, algoritmos e disponibilidade de dados. Contudo, o crescimento da IA também suscita preocupações éticas e sociais. Questões relacionadas à privacidade, viés algorítmico e impacto no emprego são debatidas intensamente. Além disso, a necessidade de regulamentações que assegurem um desenvolvimento ético e transparente da IA torna-se cada vez mais evidente.

No contexto econômico, a IA influencia a automação de processos industriais, otimizando a eficiência e reduzindo custos. Porém, a transição para uma economia impulsionada pela IA requer cuidados para mitigar desigualdades sociais e garantir que os benefícios sejam distribuídos de maneira justa. Assim, a inteligência artificial, ao mesmo tempo que promete revolucionar diversos setores, demanda uma abordagem equilibrada para maximizar seus benefícios e minimizar potenciais impactos negativos.

Segundo Maia (2013), a robótica é considerada a principal força de impulso para o crescimento e o avanço dos meios de produção, devido à sua poli-

valência. Os robôs têm a capacidade de serem reprogramados e utilizados nos mais diversos ramos de atuação. A ampla versatilidade garante, por meio de um sistema apto de tratamento de informação, a eficaz adaptação desses agentes inteligentes a uma linha de produção. A implementação de processos automatizados, especialmente aqueles que lidam com tarefas repetitivas, pode aumentar a eficiência ao reduzir a dependência do trabalho humano. Isso permite que os funcionários se concentrem em outras atividades, resultando em uma melhoria na qualidade dos serviços prestados.

Um exemplo notável de uso de inteligência artificial é o *chatbot*, que oferece um atendimento ao cliente simples e econômico. Isso possibilita aos profissionais que lidam com o atendimento ao público acessar informações mais precisas sobre as necessidades dos consumidores, reduzindo a sobrecarga de tarefas. Além disso, os *chatbots* podem resolver problemas simples dos clientes, eliminando a necessidade de interação direta com os atendentes.

### ■ 3.2 Inteligência artificial na automação de processos industriais

A integração da inteligência artificial (IA) desempenha um papel decisivo na revolução da automatização de processos industriais, marcando um avanço significativo na capacidade das máquinas de operarem de maneira autônoma e inteligente. Ao simular a cognição humana e aprender com dados, a IA proporciona uma adaptabilidade única aos sistemas industriais. Essa aplicação estratégica da IA promove aprimoramentos notáveis na eficiência operacional, elevando a precisão e permitindo a identificação eficaz de padrões em grandes volumes de dados, algo desafiador para métodos tradicionais.

Segundo Onodera e Takeda (2013), a inteligência artificial (IA) vem sendo formada como um campo da ciência da computação para compreender e construir entidades inteligentes desde a década de 1950. Assim, é possível encontrar na literatura várias tentativas de se definir o conceito de inteligência artificial. Dentre essas definições, podem-se identificar abordagens relacionando a IA com o pensamento humano, com o pensamento racional, com o comportamento humano ou com o comportamento racional (Pinto, 2020; Norvig & Russell, 2010).

Já no entendimento de Kaplan e Haenlein (2019), IA pode ser definida como a capacidade de um sistema de interpretar e compreender os dados obtidos fora do seu próprio sistema operacional de maneira correta, com a finalidade de utilizá-los para atingir objetivos e tarefas específicas por meio de uma adaptação flexível.

Além de suas capacidades de processamento avançadas, a inteligência artificial desempenha um papel crucial na previsão de falhas em equipamentos, contribuindo para a implementação eficiente de estratégias de manutenção preventiva. Essa capacidade de antecipar potenciais problemas reduz custos associados a paradas não planejadas, otimizando significativamente a gestão de ativos industriais.

A flexibilidade e a adaptabilidade são aspectos essenciais para enfrentar as demandas dinâmicas do ambiente industrial contemporâneo. Nesse sentido, a inteligência artificial é fundamental na criação de linhas de produção mais flexíveis e adaptáveis. Ao analisar continuamente dados em tempo real, a IA pode ajustar processos de produção de forma ágil, garantindo uma resposta eficiente às mudanças nas condições do mercado.

Outro benefício crucial da união entre inteligência artificial e automação industrial é a facilitação da integração de sistemas interconectados. A IA atua como uma peça-chave na gestão eficiente de dados provenientes de diferentes fontes, proporcionando uma visão integrada e holística de todo o processo industrial.

Essas melhorias impulsionadas pela inteligência artificial traduzem-se em ganhos significativos para as empresas, refletindo-se em um desempenho aprimorado, redução substancial dos custos operacionais e, por conseguinte, no aumento substancial da competitividade. A interseção entre a inteligência artificial e a automatização de processos industriais representa, assim, um marco decisivo na evolução e transformação da indústria moderna.

### ■ 3.3 Indústria 4.0

Estamos presenciando um novo estágio da Revolução Industrial, a chamada Indústria 4.0, que está transformando os métodos de produção por meio da integração de toda a cadeia de valor. Isso significa que áreas que antes não tinham relação entre si agora estão mais interligadas, como logística, mecânica, informática e gerenciamento, trabalhando em conjunto e trocando informações ao longo de todo o processo produtivo.

Atualmente, o termo “Quarta Revolução Industrial” é bastante mencionado, já que muitos especialistas acreditam que estamos passando por um período de transição, deixando para trás a Terceira Revolução Industrial e entrando em um novo ciclo de avanço tecnológico.

Segundo Cassapo (2016), a Quarta Revolução Industrial oferece um salto de produtividade com custos reduzidos e maior integração entre o físico e o virtual.

A aplicação da inteligência artificial nos processos produtivos vai além da previsão de falhas e análise de dados. No contexto da Indústria 4.0, sistemas de visão computacional alimentados por IA podem aprimorar o controle de qualidade, identificando imperfeições em produtos com uma precisão que ultrapassa as capacidades humanas. Isso resulta não apenas em produtos mais consistentes, mas também em economia de recursos, uma vez que a detecção precoce de defeitos permite intervenções precisas.

Além disso, a IA desempenha um papel fundamental na personalização da produção. Sistemas adaptativos podem ajustar automaticamente as configurações de maquinaria para atender a demandas específicas, permitindo a fabricação eficiente de lotes menores e produtos altamente customizados. Isso não só atende à crescente demanda por variedade por parte dos consumidores, mas também otimiza a utilização dos recursos da fábrica.

Outra faceta importante é a segurança industrial. A inteligência artificial pode ser empregada para analisar padrões complexos e identificar potenciais riscos em tempo real, contribuindo para ambientes de trabalho mais seguros. Sistemas robóticos autônomos, guiados por algoritmos de aprendizado profundo, estão transformando os processos de fabricação, realizando tarefas delicadas e perigosas com precisão e segurança.

Ao integrar essas tecnologias, a Indústria 4.0 não apenas automatiza tarefas, mas também promove uma abordagem holística para a gestão da produção, melhorando a eficiência, reduzindo custos operacionais e impulsionando a inovação. Essa evolução não é apenas uma mudança tecnológica; é uma transformação fundamental na forma como concebemos e conduzimos as operações industriais.

- **A utilização de informações em tempo real:** A interligação das máquinas possibilita a utilização de dados, análises e execução de medidas de forma praticamente imediata após a coleta da informação. Isso viabiliza a obtenção de uma visão abrangente e atualizada de todo o processo de produção, identificando minuciosamente situações que requeiram ajustes, detectando a demanda por ações preventivas de manutenção ou planejando otimizações no uso de recursos.
- **Correção de processos:** A inteligência artificial também torna possível identificar e analisar a causa principal de adversidades muito mais rapida-

mente do que seria possível por meio da intervenção humana, que requer horas para identificar correlações entre inúmeras variáveis. Dados históricos e algoritmos preditivos são empregados para rastrear a sequência de eventos responsáveis por falhas de produção. Portanto, ineficiências, instabilidades no processo ou quaisquer fatores que afetem a qualidade ou o rendimento podem ser prontamente corrigidos.

- **Antecipação de falhas e ineficiências:** Além de identificar problemas em tempo real, a tecnologia permite antecipar potenciais situações ou problemas. Por meio de análises preventivas e preditivas industriais, bem como de *machine learning*, os dados podem ser utilizados para prever os resultados de determinadas ações ou a necessidade de manutenção em equipamentos. Isso possibilita o aumento da produtividade e a prevenção de falhas iminentes.

## 4

### IMPACTOS SOCIAIS

A inteligência artificial (IA) tem impactado significativamente a vida humana, especialmente no contexto do trabalho. A crescente automação impulsionada pela IA levanta questões sobre a substituição de empregos tradicionais por sistemas automatizados. Muitos trabalhadores temem perder seus empregos devido à eficiência e precisão que a IA pode oferecer em tarefas rotineiras. Embora a IA tenha o potencial de otimizar processos e aumentar a produtividade, a preocupação reside na possibilidade de ela substituir completamente certos empregos. A necessidade de requalificação e adaptação às mudanças tecnológicas torna-se essencial para garantir uma transição mais suave diante dessas transformações. Portanto, a questão crucial é: será que o emprego da humanidade pode ser substituído por máquinas?

Conforme Maia (2013), é crucial destacar que não apenas empregos são eliminados, mas também ocorre a transformação de funções. Habilidades cuidadosamente desenvolvidas por trabalhadores podem, em alguns casos, perder seu valor abruptamente devido à automação. Isso implica uma reconfiguração gradual do panorama global de produção, destacando a importância da inovação e da qualificação da mão de obra.

Coppin (2004) define um agente como uma ferramenta que realiza tarefas em nome de um ser humano, exemplificando com um agente simples que pode comprar ações quando o preço atinge determinado nível, ou um agente

de pesquisa na internet que envia consultas a vários mecanismos e organiza os resultados.

Kurzweil (2007) destaca que o surgimento de uma nova forma de inteligência capaz de superar significativamente o intelecto humano terá implicações profundas em diversos aspectos da vida, incluindo trabalho, aprendizado, governo, artes e até mesmo nossa concepção de identidade. A inteligência artificial, nesse contexto de automação, está em constante crescimento e promete oferecer experiências cada vez mais significativas em nosso dia a dia.

Segundo Teixeira (2017), a transformação mais significativa dessa revolução é a substituição de indivíduos por algoritmos e *softwares*. Nesse cenário, computadores demonstram habilidade superior na tomada de decisões relacionadas a compras e vendas quando comparados aos seres humanos.

#### ■ 4.1 Consequência dos impactos causados pela automação

Nos próximos anos, o avanço das tecnologias pode resultar na extinção de grande parte do trabalho manual, causando preocupação com o desemprego em massa (Hernandez-Perdomo et al., 2018). Como destacado por Glenn e Florescu (2015), a falta de adaptação do sistema socioeconômico à evolução tecnológica e à globalização digitalizada pode agravar essa situação, levando a um possível desemprego em larga escala. A automação industrial, ao reduzir custos e eliminar encargos trabalhistas, contribui para a substituição de trabalhadores por máquinas, gerando insegurança e a necessidade de realocação para aqueles que não se adaptam às mudanças, resultando na extinção de postos de trabalho manuais.

Kurzweil (2007) destaca que é importante ter em mente que a evolução das máquinas e computadores vai nos pegar de surpresa.

A principal preocupação está centrada no impacto do desemprego, uma vez que as mudanças trazidas pela robótica podem não ser evidentes para muitas pessoas fora do setor industrial. Apesar de não serem facilmente perceptíveis, essas tendências têm impulsionado a automação dos processos empresariais. Segundo Vardi, como citado em Almeida e Doneda (2016), em sua participação na reunião anual da Associação Americana para o Progresso da Ciência, ele previu que nos próximos 30 anos o avanço da robotização poderá resultar em uma taxa de desemprego superior a 50%. Essas projeções apresentam dados preocupantes não apenas para os Estados Unidos, mas também para a economia global.

A introdução da inteligência artificial na indústria resulta em aumento imediato da produtividade, gerando riqueza e impulsionando a demanda por emprego. Esse efeito segue a mesma lógica de tecnologias anteriores, em que a redução dos custos de produção leva a um aumento na demanda por bens econômicos, criando novos setores na indústria e, conseqüentemente, gerando mais postos de trabalho. Contudo, os postos de trabalho criados enfrentam uma ameaça peculiar, pois a rápida evolução da inteligência artificial coloca em risco até mesmo as posições inicialmente geradas.

Apesar do aumento geral na produtividade, os benefícios salariais se concentram em trabalhadores de alta qualificação, enquanto os de média e baixa qualificação enfrentam a perspectiva de desigualdade de renda. A automação ameaça principalmente os trabalhadores de baixa e média qualificação, cujas funções rotineiras são suscetíveis à substituição por tecnologias de inteligência artificial.

A discrepância de valor entre tarefas não rotineiras e rotineiras amplifica-se com a inteligência artificial. Enquanto as tarefas não rotineiras são mais valorizadas, os salários dos trabalhadores de alta qualificação aumentam substancialmente, contrastando com a estagnação ou redução significativa dos salários dos trabalhadores de média e baixa qualificação. Alguns estudiosos sugerem que os trabalhadores de média qualificação podem ser os mais impactados pela inteligência artificial, superando até mesmo os de baixa qualificação.

Conforme Ford (2015), é simples conceber que em um futuro próximo boa parte das atividades laborais seja predominantemente executada por máquinas. No geral, os computadores estão se tornando altamente capazes de adquirir habilidades, especialmente quando há uma extensa quantidade de dados de treinamento disponível.

## 5 DISCUSSÃO

A transformação trazida pela inteligência artificial ao mercado de trabalho é algo que gera muitas discussões e debates. Por um lado, há o temor de que a automação e a IA substituam completamente certas ocupações, levando a um aumento do desemprego e a uma necessidade urgente de requalificação da mão de obra. Por outro lado, há aqueles que acreditam que a IA ampliará as capacidades humanas e nos ajudará a resolver problemas complexos de forma mais eficiente.

É inegável que a automação impulsionada pela IA já teve e continuará a ter um impacto significativo no mercado de trabalho. À medida que a inteligência artificial se torna mais sofisticada, certos trabalhos que antes demandavam habilidades humanas específicas correm o risco de serem substituídos por sistemas automatizados. Isso levanta a questão crucial sobre como garantir que os trabalhadores estejam preparados para as mudanças tecnológicas e assegurar que a substituição de empregos tradicionais por sistemas automatizados não leve a um aumento do desemprego.

Por outro lado, também é importante considerar como a IA pode ampliar as capacidades humanas. A automação de tarefas rotineiras pode liberar os trabalhadores para se concentrarem em tarefas mais criativas e complexas, enquanto a utilização de algoritmos e *softwares* pode melhorar a eficiência e a precisão na tomada de decisões.

Além disso, a transformação trazida pela IA também implica a necessidade de inovação e qualificação da mão de obra. À medida que a automação se torna mais presente, novas habilidades serão demandadas, e é essencial que os trabalhadores estejam preparados para essas mudanças.

Em suma, a inteligência artificial certamente está impactando o mercado de trabalho, e é crucial pensar em como lidar com essas transformações. A requalificação da mão de obra, a inovação e o desenvolvimento de novas habilidades serão fundamentais para garantir uma transição mais suave diante das mudanças trazidas pela IA. Ao mesmo tempo, é importante considerar como a IA pode ampliar as capacidades humanas e trazer benefícios para a sociedade como um todo. Em última análise, a discussão sobre a substituição de empregos por máquinas é complexa e requer uma abordagem equilibrada que leve em consideração todos os aspectos dessa transformação.

Portanto, é fundamental que a automação seja implementada de forma responsável, levando em consideração os impactos sociais, econômicos e ambientais. A tecnologia deve ser utilizada para o benefício da sociedade como um todo, promovendo inclusão, sustentabilidade e progresso. A responsabilidade está nas mãos daqueles que desenvolvem, implementam e utilizam a automação, para garantir que ela seja uma força positiva no mundo.

## CONCLUSÃO

A fusão entre a inteligência artificial e a automação de processos industriais na era da Indústria 4.0 representa um marco significativo no avanço tecnoló-

gico. Ao capacitar as máquinas com capacidades cognitivas, a IA não apenas aprimora a eficiência operacional, mas também redefine a própria natureza da produção industrial.

A previsão de falhas, a análise de dados em larga escala, a personalização da produção e a segurança aprimorada são apenas alguns exemplos dos benefícios tangíveis dessa simbiose tecnológica. Essas inovações não apenas impulsionam a produtividade, mas também abrem caminho para novos paradigmas de trabalho, nos quais humanos e máquinas colaboram de maneira sinérgica.

Entretanto, é essencial abordar desafios éticos e sociais decorrentes dessa transformação. Questões relacionadas à segurança da informação, à privacidade e ao impacto nas oportunidades de emprego exigem uma abordagem cuidadosa e responsável na implementação dessas tecnologias avançadas.

Em última análise, a inteligência artificial na automação industrial não é apenas uma evolução técnica; é um catalisador para a redefinição da indústria, promovendo eficiência, inovação e uma abordagem mais sustentável para a produção. Ao equilibrar os benefícios com considerações éticas, podemos moldar um futuro em que a inteligência artificial potencializará a indústria de maneira positiva e equitativa.

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE AUTOMATION OF INDUSTRIAL PROCESSES AND IT'S IMPACTS

### Abstract

In a highly competitive business environment, companies are looking for ways to increase efficiency and reduce costs in their production processes. The automation of industrial processes is benefiting significantly from technological advances, offering alternatives to achieve these objectives more effectively and efficiently. Automation and artificial intelligence have played a key role in transforming industrial operations, driving progress and efficiency across different sectors. Artificial intelligence, in particular, has impacted the industrial sector, driving advances in robotics, automation and operational efficiency, but also raising challenges in relation to social and economic aspects. Therefore, this work aims to address how artificial intelligence in the automation of industrial processes is essential in day-to-day industrial operations, as it allows repetitive, dangerous

or complex tasks to be carried out more efficiently and safely. It involves the use of automated systems and equipment to carry out activities such as assembly, transportation, packaging, quality control, among others.

**Keywords:** industrial automation; artificial intelligence; social impacts; production engineering; technology.

## Referências

Agostini, N. (2017). *Automação industrial - parte 1. Introdução à automação. Funções lógicas combinacionais*. Sibratec.

Angeli, P. H., Colodette, L., Oliveira, P. H., & Silva, A. (2019). A evolução da inteligência artificial e a substituição do trabalho humano. *Revista Ambiente Acadêmico*, 5(1), 7-25.

Bosco, M., & Grando, M. L. (2017). Proposta de implantação de automação no processo de alimentação dos misturadores de farinha em uma indústria do Oeste Catarinense. *Revista Tecnológica*, 6(1), 163-178. <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/240>.

Cardoso, M. O. (2023). *Indústria 4.0: a quarta revolução industrial*. [Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional Tecnológica Federal do Paraná. [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17086/1/CT\\_CEAUT\\_2015\\_08.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17086/1/CT_CEAUT_2015_08.pdf)

Carpanezzi, L., Leardini, O., Silva, C. G. C., & Zanardi, R. (2018). História e evolução da mecanização. *Faef*, p. 1-5.

Gomes, D. S. (2010). Inteligência artificial: conceitos e aplicações. *Revista Olhar Científico*, 1(2), 234-246.

Hoinask, F. (2021, 29 December). Automação de processos industriais. *Ibid*. <https://ibid.com.br/blog/automacao-de-processos-industriais/>

Iglésias, F. (1990). *A Revolução Industrial* (10a ed.). Brasiliense.

Machado, A. Existe polarização no mercado de trabalho brasileiro?. *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, (53), 13-17.

Manzuetto, M. S. (2016). *Automação de processos: a influência dos softwares de automação de processos nas rotinas organizacionais*. [Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro], Divisão de Bibliotecas e Documentação. <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/28434/28434.PDF>

Pereira, A., Vasconcelos, C., & Galhardo, R. (2003). Uma rápida análise sobre automação industrial. *Redes para Automação Industrial*, DCA-CT-UFRN.

Pinto, H. A. (2020). A utilização da inteligência artificial no processo de tomada de decisões: por uma necessária accountability. *Revista de Informação Legislativa*, 57(225), 43-60.

Russell, S., & Norvig, P. (2013). *Inteligência artificial* (3a ed.). Elsevier.

Santos, V. (2021). *Automação de processos: uma aplicação na indústria de serviços de tecnologia da informação e comunicação*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Fluminense]. <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/22463/Vict%c3%b3ria%20Santos%20de%20Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sichman, J. S. (2021). Inteligência artificial e sociedade: avanços e riscos. *Estudos Avançados*, 35(101), 37-50. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.004>

Siqueira, D. P., & Wolowski, M. R. O. (2022). Inteligência artificial e o positivismo jurídico: benefícios e obstáculos para efetivação da justiça. *Revista Brasileira de Direito*, 18(1), e4718. <https://doi.org/10.18256/2238-0604.2022.v18i1.4718>.

Silva, E. L.; & Menezes, E. M. (2005). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação* (4a ed.). Laboratório de Ensino a Distância da UFSC.

Somasegar, S. & Li, D. (2016, 29 November). Every company is a technology company, but most don't behave like one. *Techcrunch*. <https://techcrunch.com/2016/11/29/every-company-is-a-technology-company-but-most-dont-behave-like-one/>

Somasegar, S. & Li, D. (2016, 6 July). Key trends in machine learning and AI. *Techcrunch*. <https://techcrunch.com/2016/07/06/key-trends-in-machine-learning-and-ai/>

Somasegar, S. & Li, D. (2016, 24 May). The intelligent app ecosystem (is more than just bots!). *Techcrunch*. <https://techcrunch.com/2016/05/24/the-intelligent-app-ecosystem-is-more-than-just-bots/>

Teixeira, S. (2017). Um robô quer seu emprego. *Revista Exame*, 51(17), 74-81. <https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2017/09/Um-Rob%C3%B4-Quer-seuemprego.pdf>

Wolkan, E. (2018, August 20). Inteligência artificial e o mercado de trabalho: fim dos empregos?. *Transformação Digital*. <https://transformacaodigital.com/futuro-do-trabalho/inteligencia-artificial-e-o-mercado-de-trabalho-fim-dos-empregos/>

Zanella, L. C. H. (2006). *Metodologia científica*. Universidade Federal de Santa Catarina.