

Centro Paula Souza

Etec Itaquera II

Administração

COMO AS PRÁTICAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADAS NAS INDÚSTRIAS PROMOVEM A EFICIÊNCIA NOS PROCESSOS MANUFATUREIROS DAS EMPRESAS EM SÃO PAULO A PARTIR DE 2019 A 2024.

Laryssa Silva dos Santos¹

Maria Angeles Santos Espinoza²

Resumo: O presente trabalho é uma pesquisa quantitativa, sendo elaborado com o objetivo de fazer uma reflexão sobre a inclusão da Inteligência Artificial que também pode ser conhecida por IA (artificial intelligence) nos processos de manufatura das empresas de São Paulo. O objetivo é analisar a relevância da IA como um recurso auxiliar na produção e em suas etapas, considerando a aplicação dessa tecnologia nos últimos cinco anos, de 2019 a 2024. Iniciaremos abordado com a definição de administração da produção e o surgimento das indústrias de produção, abordando como a inteligência artificial é integrada a esses processos. Procuramos explorar o conceito de Inteligência Artificial, suas origens na manufatura, suas classificações e aplicações práticas em meios industriais. Buscamos entender a importância da Inteligência Artificial para o desenvolvimento de produtos e sua utilização nas indústrias de São Paulo. Com base na análise dos dados coletados, pretendemos responder como a Inteligência Artificial é aplicada de maneira prática conseguindo responder os questionamentos que fazem referência a sua real participação, utilização e colaboração em meio aos processos industriais, sustentando essa análise com fundamentos teóricos. A pesquisa visa fornecer uma visão abrangente sobre a transformação que a Inteligência Artificial traz à manufatura, destacando seu impacto na eficiência, inovação e competitividade das indústrias.

Palavras-chave: Indústrias. Inteligência artificial. Manufatura.

1

² Estudo quantitativo que investiga a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na manufatura em São Paulo, entre 2019 e 2024, analisando sua contribuição para a eficiência, inovação e competitividade industrial.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente a tecnologia foi inserida na vivência da sociedade com a Revolução tecnológica introduzida a partir da 3ª Revolução industrial no mundo contemporâneo, dando início a mudanças contínuas no cotidiano da população.

Sem desconsiderar o lapso temporal, hoje a tecnologia continua exercendo um papel importante para o auxílio no desenvolvimento da sociedade, automação de tarefas e resolvendo problemas complexos, ajudando o conhecimento do ser humano a se expandir, abrangendo diversas áreas do conhecimento, sendo necessária para a compreensão das evoluções na sociedade.

A inteligência artificial aplicada na indústria tem aspectos que talvez a torne difícil; ela exige entendimento e concentração, o que pode não ser fácil obter de trabalhadores sem experiência com essa tecnologia, é necessário que as empresas organizem treinamentos, que estimulem a inteligência e aguçem os sentidos para um rumo mais prático da inteligência artificial. Com a prática, o trabalhador aprende com maior facilidade e consegue buscar uma relação com o conhecimento que já possui.

Surge então o problema: como transmitir os conceitos da inteligência artificial incluídos nas indústrias de forma a possibilitar uma aprendizagem que motive os trabalhadores a aprender? O projeto de pesquisa em questão tem por objetivo geral identificar e mostrar a eficácia e as formas de inserção da inteligência artificial, como um recurso industrial para um propósito mais significativo e produtivo; analisar e avaliar a relevância das práticas da inteligência artificial.

Deve-se ressaltar que como objetivo específico o estudo vai:

- Abordar a Investigação de como a automação de processos através da inteligência artificial tem melhorado a precisão, a velocidade de produção e reduzido erros humanos nas indústrias de São Paulo.
- Avaliar a utilização de sistemas de inteligência artificial para prever falhas em máquinas e equipamentos, reduzindo o tempo de inatividade e os custos de manutenção nas empresas.

- Examinar como a inteligência artificial tem contribuído para a otimização da cadeia de suprimentos, incluindo previsão de demanda, gestão de estoques e logística, melhorando a eficiência operacional nas indústrias locais.
- Investigar a aplicação de sistemas de visão computacional e aprendizado de máquina na inspeção de qualidade, identificando defeitos e melhorando a qualidade dos produtos nas indústrias de São Paulo.

Com o passar dos anos a Inteligência Artificial vem ganhando destaque por converter-se em uma das tecnologias mais transformadoras em diversos setores, incluindo a indústria de produção em São Paulo, é de notória significância o tema em questão. Em vista disso a nossa fundamentação pretende mostrar a importância desse tema para empresas e indústrias que buscam utilizar inteligência artificial em seus setores.

“O fator humano tem grande importância, já que a capacidade de pensamento do ser humano deve ser usada para complementar a inteligência de softwares e aplicações, gerando assim soluções personalizadas.” (SALES, 2020)

As hipóteses levadas em conta para pesquisa são:

- Que tendo em vista o recente progresso industrial no qual a sociedade vem sendo guiada, criando inovações e novas tecnologias, sendo uma dessas inovações a Inteligência Artificial, existirá realmente a necessidade de utilizar essa inovação como obrigatória e fundamental para o progresso de muitas empresas e indústrias.
- O uso da Inteligência Artificial na automação de processos repetitivos é um diferencial que muitas empresas adquiriram para maior produtividade.
- Com essa decorrente inovação tem-se a entender que este desenvolvimento futuramente pode nos levar a uma nova visão da automatização das tarefas e a uma expansão dos conceitos da inteligência artificial para a nossa sociedade.

2. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

A palavra administração vem do latim “ad” que significa direção e “minister” cujo significado é subordinação ou obediência. O autor Idalberto Chiavaneto em seu livro “Introdução à Teoria Geral da Administração” explica sua função, de acordo com ele uma das tarefas básicas da administração é realizar as coisas por meio de pessoas de maneira

eficiente e eficaz. O significado da palavra produção é todo o tipo de atividade que dá origem a um serviço, produto ou objeto. A função administrativa com a atividade de produção, há a obtenção de um processo que conduz as operações físicas da empresa, “A administração é a maneira de governar organizações ou partes delas. É o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar o uso de recursos organizacionais para alcançar determinados objetivos de maneira eficiente e eficaz” (Chiavenato 2005). Essas práticas são aplicadas para promover a eficácia nas atividades de curto, médio e longo prazo relacionadas às operações de uma organização, visando melhorar o desempenho dos recursos produtivos que são homens, máquinas e matérias primas.

2.1 Contexto histórico da Administração da Produção

A administração da produção é um campo de extrema importância para entender como bens econômicos, tanto tangíveis quanto intangíveis, são criados e aprimorados através da aplicação de fatores de produção. Esse processo visa transformar recursos brutos em produtos úteis, agregando valor ao que é produzido. Nos primeiros tempos da civilização, o homem pré-histórico polia pedras para criar utensílios que atendiam às suas necessidades, esses utensílios, porém, eram feitos para uso pessoal e não estavam destinados ao comércio ou à distribuição em larga escala. Com o passar do tempo, surgiram os artesãos que trabalharam em oficinas especializadas, transformando o processo de produção com maior sofisticação e habilidades técnicas. Depois de um período os artesãos começaram a se agrupar e formar as primeiras fábricas. Esse desenvolvimento introduziu a padronização dos produtos e processos. As fábricas permitiram a produção em maior escala e a criação de sistemas mais eficientes de treinamento para a mão de obra direta e gerencial. A necessidade de processos organizados e estruturados tornou-se evidente para manter a qualidade e a eficiência, estabelecendo os fundamentos da administração da produção moderna.

A Revolução Industrial, que começou no final do século XVIII, é dividida em períodos que moldaram profundamente a administração da produção:

- A Primeira Revolução Industrial (1780 a 1860), é marcado pela utilização de carvão e ferro como principais fontes de energia e matéria-prima. As indústrias começaram a surgir, e o ferro foi empregado na construção de máquinas industriais e infraestruturas. A introdução de máquinas industriais e a utilização de novas fontes

de energia transformaram radicalmente o processo de produção, tornando-o mais rápido e eficiente.

- A Segunda Revolução Industrial (1850 a 1914), ou Revolução do Aço e da Eletricidade, trouxe avanços significativos em tecnologia e métodos de produção. A invenção do aço e o desenvolvimento da eletricidade abriram novas possibilidades para a produção industrial. As fábricas começaram a adotar métodos mais sofisticados e tecnologias avançadas, como linhas de montagem e sistemas de controle elétrico, que aumentaram ainda mais a eficiência e a escala da produção; atrelado a essa revolução vem o segundo período, onde administração começou a ser inserida no processo de produção, pois começaram a surgir problemas nas organizações das fábricas. Houve diversos nomes importantes que contribuíram para a participação da administração na produção, em 1911 Frederick Winslow Taylor teve como objetivo principal desenvolver princípios e técnicas para conseguir resolver problemas por conta da intensa escala de industrialização, concentrando-se na análise da administração de tarefas, pelo seu trabalho também é conhecido como o “pai da administração científica”. Outros nomes extremamente relevantes foram: (1912) Frank e Lillian Gilbreth com estudos dos movimentos e da psicologia industrial, (1912) Henry Gantt com o gráfico de Gantt para programação de atividades, (1913) Henry Ford com a criação da primeira linha de montagem móvel, (1916) Henry Fayol com a escola clássica da administração e seu livro de administração geral. Os outros períodos também foram muito importantes, o terceiro consolidou a ciência da administração, o quarto iniciou com a abordagem quantitativa, o quinto trouxe aspectos da qualidade e da excelência organizacional, o sexto inseriu a abordagem de coordenação das cadeias de suprimento chegando ao final dos períodos.
- A Terceira Revolução Industrial ocorreu por volta da metade do século vinte, com o desenvolvimento inicial da automação de fábrica e da robótica, os computadores finalmente entram em cena. Neste período também houve o primeiro uso de sistemas de negócios computadorizados que foram criados para gerenciar e analisar dados.
- A Quarta Revolução Industrial, apresentada nos dias de hoje, a produção é cada vez mais alimentada por informações; sendo assim grandes volumes de dados vêm de toda a empresa e do mundo inteiro, em tempo real e de forma contínua.

A Inteligência artificial está no centro da Quarta Revolução Industrial, permitindo assim que os fabricantes não apenas colem, mas usem todos esses dados para

conseguir analisar, prever, entender e relatar. A Indústria 4.0 que é o termo usado para se referir a essa quarta revolução não é caracterizada por uma tecnologia única. E sim definida pela integração perfeita de vários sistemas, ferramentas e inovações.

2.2. Como funciona a Administração da Produção

A Administração da produção contém relação direta entre estratégia e processos operacionais, e estes devem atender algumas demandas e decisões que envolvem produzir e comprar, que são diretamente responsáveis por transformar as matérias primas em produtos ou serviços; Tendo como base o planejamento da produção e operações, o controle da produção, os sistemas da produção, os projetos e estratégias da produção e também o layout e ergonomia.

“O sucesso de uma organização não é fruto exclusivo da sorte, mas de uma série infundável e articulada de decisões, aglutinação de recursos, competências, estratégias e uma busca permanente de objetivos para alcançar resultados cada vez melhores” (Chiavenato 2007), pois assim atenderão ao objetivo final que é produzir bens de serviços com a qualidade programada para o consumidor e atendendo as exigências do mercado externo. Na administração da produção são elaborados programas com o objetivo de melhorar a produtividade evitando o retrabalho ocasionando assim uma diminuição do desperdício de recursos, e atendendo as necessidades do cliente.

É necessário destacar que a realização em si da produção de um produto ou serviço é só uma das etapas em meio a várias outras do processo produtivo, a administração também está presente em outras partes que impactam diretamente no processo. É válido ressaltar "A administração da produção eficaz requer uma abordagem holística que considere todos os aspectos da empresa." (Michael Hammer 2004).

Além disso, é necessário seguir todo planejamento da estratégia elaborada para que os resultados sejam colhidos dentro da empresa de maneira assertiva e promissora.

2.3. Função nas Empresas

Dentro de uma empresa ou indústria, a administração da produção, que também é conhecida como administração das operações, exerce uma função gerencial essencial. "A produção é o coração da empresa, e a administração da produção é o sistema nervoso que a faz funcionar." (Peter Drucker 1967) pois é nessa etapa que os produtos que serão vendidos aos clientes são produzidos, o que gera um impacto direto na satisfação dos clientes e no lucro da empresa.

Embora seja um dos setores mais importantes, a produção é fundamental porque sem ela o setor não funciona. "A produção é o motor da economia, e a administração da produção é o combustível que o faz funcionar." (Christensen 2003).

A administração da produção envolve também diversas decisões críticas, como por exemplo o planejamento da capacidade da fábrica, a compra de matéria-prima e a gestão de políticas de estoque. Planejar a capacidade é sempre vital para adequar a produção às necessidades futuras, enquanto o planejamento de compras deve evitar excessos ou faltas de matéria-prima, que impactam diretamente no fluxo de caixa e na continuidade da produção. "Estoque é a composição de materiais, materiais em processamento, materiais semiacabados e materiais acabados, que não é utilizada em determinado momento na empresa, mas que precisa existir em função de futuras necessidades" Chiavenato (2005) Outro aspecto que é fundamental é a programação da produção, que é responsável por alocar atividades produtivas para evitar a desperdício dos recursos. A administração deve também garantir o acompanhamento em tempo real das ordens de produção e o cumprimento dos prazos que são acordados, ajustando-se rapidamente às mudanças no mercado e na demanda. deve integrar as informações de todos os setores da empresa para melhorar a competitividade e assegurar a sobrevivência a longo prazo.

"Planejamento estratégico é o processo de tomar decisões sobre a estratégia da empresa" (Maximiano 2006). Além disso, a manutenção é uma parte integral da administração da produção, abrangendo manutenção corretiva, preventiva e preditiva para minimizar falhas e garantir a continuidade operacional.

A gestão eficaz da produção exige um controle detalhado e o uso de ferramentas como sistemas ERP, Enterprise Resource Planning que significa: Planejamento dos Recursos da Empresa, ele é um software de gestão empresarial que serve para promover automatização dos processos manuais, armazenar dados e unificar a visualização de resultados, que automatizam processos e melhoram a comunicação entre setores, ajudando a otimizar a produção e reduzir custos.

2.4. Fases da Administração da Produção

Para garantir que os processos produtivos nas empresas funcionem com sucesso, a área de administração da produção é fundamental, ela é dividida em várias fases importantes, cada uma é essencial para atingir os objetivos produtivos.

Fases da administração da produção

a) **Planejamento da produção:** A primeira etapa da administração da produção é o planejamento. Neste ponto, o que, quando e quanto produzir são definidos. O objetivo é desenvolver um plano de produção viável que inclua a capacidade de fabricação necessária e os materiais necessários para atender à demanda. A previsão da demanda, a seleção de matérias-primas e a criação de uma lista de materiais alternativos são todos envolvidos neste processo para garantir que todos os recursos necessários estejam disponíveis para atender aos pedidos dos clientes.

b) **Controle da Produção:** Após o planejamento, o controle da produção é quem assume um papel crucial. Esta fase é responsável por monitorar e medir o desempenho das atividades produtivas, garantindo assim que a produção siga conforme o plano que foi estabelecido. Técnicas de controle são aplicadas para identificar e corrigir quaisquer desvios, garantindo que a produção atinja os padrões de qualidade e eficiência que são desejados. O controle vai envolver o acompanhamento contínuo dos processos para garantir que as metas de produção sejam alcançadas e que as correções necessárias sejam feitas.

c) **Mapeamento da Rota:** O Mapeamento da Rota é uma fase em que se define o caminho que as matérias-primas vão seguir até se tornarem produtos finalizados; este processo classifica a sequência das operações e identifica as máquinas e processos

envolvidos em cada etapa da produção. O objetivo é garantir um fluxo contínuo de produção e identificar possíveis gargalos que possam afetar a eficiência da linha de produção.

d) **Programação:** A Programação faz referência ao agendamento das atividades de produção, que define quando cada tarefa deve começar e terminar; esta fase é responsável por organizar a ordem das operações e alocar o tempo de forma eficiente. Ferramentas como a programação mestra, que é um documento que detalha o plano de produção, o destino dos itens, suas utilizações específicas ao longo de um período determinado e cronogramas diários, que mostram os dias da semana para que seja acompanhado os turnos dos empregados, são frequentemente utilizadas para otimizar a produção e garantir que os prazos sejam cumpridos.

e) **Carregamento:** O Carregamento vai determinar a carga de trabalho ideal para os funcionários e máquinas, com base em suas capacidades. Esta fase é essencial para evitar sobrecarga ou subutilização dos recursos, ajustando a produção para que os desperdícios sejam minimizados e a eficiência máxima seja alcançada.

f) **Despacho:** Na fase de despacho, serão implementadas as ordens de produção que estarão de acordo com o planejamento e a programação. O despacho pode ser centralizado, com uma autoridade específica que vai fornecendo as ordens, ou também pode ser descentralizado, com instruções que são dadas por diferentes setores da empresa. A execução prática das tarefas começa nesta etapa.

g) **Acompanhamento:** O Acompanhamento vai ser a fase de monitoramento da produção, onde se vai avaliar a eficácia do processo produtivo e se serão comparados os resultados reais com os planos que foram feitos inicialmente. Este estágio é crucial para conseguir identificar as ineficiências e fazer os ajustes que forem necessários para melhorar o desempenho da produção.

h) **Inspeção:** A inspeção é uma etapa adicional que visa garantir que todas as práticas de planejamento e controle estejam sendo seguidas corretamente. Inspeções regulares ou aleatórias são realizadas para assegurar que há conformidade com os padrões de

qualidade e ajuda a fortalecer a reputação da empresa através da garantia da qualidade dos produtos.

- i) **Correção:** Por fim, a fase de Correção envolve a modificação de processos e das práticas quando problemas ou áreas de melhoria são identificados. Esta etapa é de grande importância para o aprimoramento contínuo do processo produtivo e para a implementação de técnicas de planejamento e controle mais eficazes. “A qualidade deve ter como objetivo as necessidades dos usuários, presente e futuro” (Deming 1982) A harmonia de todas essas etapas garante que a produção atenda às demandas do mercado de forma eficiente, com custos controlados e a satisfação do cliente.

2.5. Vantagens e desvantagens da Indústria .4.0

A revolução tecnológica que é conhecida como "indústria 4.0" está transformando a manufatura e outros setores por meio da integração de tecnologias avançadas como robótica colaborativa, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e análise de big data (conjunto de dados gerados diariamente em nossa sociedade digital). “A Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 traz fontes de inteligência, além do uso da robótica.” (Mazzafero 2018). Os robôs colaborativos, que podem trabalhar com operadores humanos para aumentar a segurança e a eficiência, estão entre as inovações mais notáveis.

No entanto, é essencial considerar os benefícios e os efeitos negativos da nova era industrial.

A Indústria 4.0 está transformando a sociedade de maneira profunda e positiva. A automatização e otimização de processos aumentam a eficiência e produtividade, impulsionando o crescimento econômico e a competitividade. A integração de tecnologias avançadas melhora a qualidade de vida, oferecendo produtos e serviços personalizados e inovadores. Além disso, a Indústria 4.0 estimula a inovação e o empreendedorismo, criando oportunidades de emprego e negócios. A gestão eficiente de recursos naturais e a redução de resíduos também contribuem para um futuro mais sustentável. Com a Indústria 4.0, o mundo está se tornando mais conectado, eficiente e próspero.

- a) **Colaboração Humano-Robô.** Os robôs colaborativos (cobots) trabalham diretamente com os humanos, melhorando a flexibilidade e a eficiência das operações. Eles são projetados para realizar tarefas repetitivas ou perigosas, permitindo que os trabalhadores se concentrem em atividades mais complexas e criativas.

- b) **Redução de custos:** Esse é uma das principais vantagens da Indústria 4.0 reduzir o orçamento e melhorar a qualidade; com a automação dos processos industriais os gastos são reduzidos, pois as próprias máquinas têm autonomia para programar suas manutenções, evitando assim desperdícios de tempo.

- c) **Viabilidade Econômica:** Os cobots têm custos reduzidos em comparação com robôs industriais tradicionais, tanto na parte de aquisição quanto na manutenção. Essa economia torna a tecnologia acessível para empresas de diferentes portes e setores.

- d) **Economia de energia:** O uso das tecnologias da indústria 4.0, aumenta a eficiência da captação e geração de energia, possibilitando ao mesmo tempo o monitoramento e o gerenciamento de energia por conta do sistema que permite a instalação de sensores no maquinário, permitindo a identificação de desperdícios de energia, reduzindo os gastos.

- e) **Facilidade de Programação:** A programação dos cobots é mais intuitiva e menos complexa do que a dos robôs industriais convencionais. Eles podem ser rapidamente adaptados para novas tarefas, aumentando a flexibilidade e a capacidade de resposta às mudanças no processo produtivo.

- f) **Segurança Aumentada:** Por serem equipados com sensores avançados, os cobots são capazes de detectar e reagir a situações de risco, o que contribui para a segurança no ambiente de trabalho e a redução das ocorrências de acidentes.

- g) **Rastreabilidade:** A integração com sistemas de IoT e análise de big data permitem a rastreabilidade completa de processos e produtos. Isso também facilita o monitoramento em tempo real, a análise de desempenho e a garantia de qualidade.

- h) **Melhor Processamento de Dados:** Pela análise de grandes volumes de dados são possibilitadas tomadas de decisões mais informadas e precisas, promovendo melhorias contínuas nos processos produtivos e identificando oportunidades de otimização.

- i) **Melhor Produtividade:** A automação e a integração de tecnologias avançadas permitem que a produção seja mais eficiente, com menor taxa de erros e tendo maior capacidade de produção, resultando em um aumento geral da produtividade.
- j) **Ajuda na tomada de decisões:** A análise de dados em tempo real e a utilização de inteligência artificial auxiliam na tomada de decisões estratégicas, já que otimizam os processos e permitem respostas mais rápidas às demandas do mercado.

A Indústria 4.0, embora revolucionária, traz consigo desafios que impactam profundamente a sociedade. A perda de empregos tradicionais devido à automação gera instabilidade econômica e social. A dependência crescente de tecnologia aumenta a vulnerabilidade a falhas e ciberataques, comprometendo a segurança de dados e infraestruturas críticas. Além disso, a exclusão digital exacerbada pela Indústria 4.0 amplia a desigualdade econômica e social, criando um abismo entre os que têm acesso às novas tecnologias e os que não. Por fim, o impacto ambiental da produção e descarte de dispositivos eletrônicos é um desafio a ser superado para garantir um futuro sustentável.

- a) **Capacidade de Carga e Velocidade:** Os robôs colaborativos têm limitações em termos de carga e velocidade, o que pode restringir sua aplicação em processos que exigem maior força ou rapidez.
- b) **Falta de Robustez:** Para garantir a segurança ao operar ao lado de humanos, os cobots podem ser menos robustos em comparação com os robôs industriais tradicionais, limitando sua utilização em tarefas mais exigentes.
- c) **Desemprego:** A automação e a adoção de tecnologias avançadas podem levar à substituição de trabalhadores humanos, resultando em desemprego em setores onde as tarefas são automatizáveis. A redução da força de trabalho pode ser uma preocupação significativa à medida que as empresas buscam otimizar custos e aumentar a eficiência.
- d) **Falta de Mão de Obra Qualificada:** A implementação da Indústria 4.0 necessita de uma força de trabalho altamente qualificada em áreas como programação, análise de dados e manutenção de sistemas complexos. A falta de profissionais qualificados pode ser um

obstáculo para que a adoção dessas tecnologias seja bem-sucedidas e pode exigir investimentos consideráveis em treinamento e desenvolvimento de habilidades.

- e) **Custo Inicial e Complexidade de Implementação:** Apesar dos custos reduzidos de operação, a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 pode exigir investimentos iniciais significativos e uma adaptação complexa aos novos sistemas. Esse custo pode ser um desafio para pequenas e médias empresas, que podem ter dificuldades em arcar com as despesas e realizar a integração necessária.

A Indústria 4.0 oferece muitas vantagens, incluindo a colaboração eficiente entre humanos e robôs, a viabilidade econômica, a segurança aprimorada, a rastreabilidade avançada e o melhor processamento de dados. Essas características têm o potencial de transformar os processos produtivos e melhorar a tomada de decisões. No entanto, é essencial considerar as desvantagens, como a limitação dos cobots, o impacto que o desemprego gera na sociedade e a necessidade de mão de obra qualificada.

2.6. Ferramentas da Indústria 4.0

A integração de tecnologias avançadas permite que operações sejam automatizadas em níveis sem precedentes, o que caracteriza a Indústria 4.0, "A quarta revolução industrial ou Indústria 4.0, é algo diferente de tudo aquilo que já foi experimentado pela humanidade. É uma transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital" (SCHWAB, 2019). A automação inteligente e a análise de grandes volumes de dados são algumas das inovações tecnológicas que impulsionam esta quarta revolução industrial; essas tecnologias tornam os ambientes de produção mais eficientes, adaptáveis e seguros. E oferecem uma visão integrada e otimizada das operações industriais. As ferramentas inseridas na indústria 4.0 são:

- a) **Robôs Autônomos:** São robôs que podem operar de uma forma independente, sem a intervenção humana constante. Eles são projetados para que consigam realizar tarefas complexas e podem tomar decisões com base em seu ambiente e em dados que eles coletam; isso aumenta a eficiência e reduz a necessidade de supervisão humana.
- b) **Robôs Inteligentes:** São robôs avançados que não apenas executam tarefas, mas também interagem com outras máquinas e com os seres humanos. Sua flexibilidade nas atividades

e a capacidade de colaboração torna-os ideais para ambientes de trabalho dinâmicos onde a adaptação rápida é crucial.

- c) **Robôs Automatizados:** Nesse tipo além das funções básicas de automação, esses robôs também são capazes de se comunicar e colaborar com outros robôs e humanos.
- d) **Impressão 3D:** É uma tecnologia que permite criar objetos camada por camada, adicionando material em vez de removê-los, como ocorre na usinagem tradicional. Isso permite a produção de peças complexas e personalizadas sem a necessidade de moldes físicos, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento.
- e) **Integração de Computadores e Processos Físicos:** Os sistemas ciberfísicos combinam componentes físicos e digitais para monitorar e controlar os processos industriais em tempo real. Eles permitem uma integração mais profunda entre o mundo físico e o digital, possibilitando assim uma visualização mais precisa e respostas rápidas as mudanças nas condições de produção.
- f) **Conectividade entre Dispositivos:** A Internet das Coisas é uma infraestrutura de rede que conecta os objetos físicos com a internet. Para a indústria, isso significa que máquinas, sensores e dispositivos podem se comunicar e trocar dados, permitindo assim uma visão mais integrada e um controle mais eficiente dos processos produtivos.
- g) **Análise de Grandes Volumes de Dados:** Big Data faz referência ao armazenamento e análise de grandes quantidades de dados gerados pelas operações industriais. Utilizando ferramentas analíticas, e identificando padrões, prevendo falhas e otimizando processos, melhorando a eficiência e a qualidade da produção.
- h) **Acesso Global a Dados:** A computação em nuvem permite que dados e aplicativos sejam acessados e gerenciados pela internet, a partir de qualquer local. Isso acaba facilitando a integração de sistemas distribuídos, e permite que equipes em diferentes partes do mundo colaborem de maneira mais eficaz.
- i) **Teste e Otimização de Processos:** É uma simulação virtual que permite testar e otimizar processos e produtos em um ambiente digital antes que eles sejam implementados

fisicamente. Isso ajuda a identificar e corrigir problemas potenciais, reduzindo custos e o tempo.

- j) **Suporte Visual e Instruções:** É uma realidade aumentada que sobrepõe informações digitais ao mundo real. Isso pode ajudar os trabalhadores a realizar tarefas complexas ao fornecer instruções visuais e suporte em tempo real, melhorando assim a precisão e a eficiência.
- k) **Proteção de Dados e Sistemas:** A segurança cibernética é muito importante na Indústria 4.0 devido à interconexão dos sistemas e ao grande volume de dados pela rede. Medidas fortes de segurança garantem que os dados estejam protegidos contra ataques e vazamentos, assegurando a integridade dos processos.
- l) **Integração de Sistemas de Produção:** São fábricas inteligentes que utilizam máquinas equipadas com sensores e sistemas integrados para otimizar a produção. Permitindo uma gestão mais eficiente e uma resposta rápida a mudanças nas demandas do mercado.

A adoção das tecnologias da Indústria 4.0 está redefinindo o cenário industrial global, promovendo assim uma era de maior conectividade, automação e análise em tempo real. Este avanço tecnológico não só melhora a eficiência e a produtividade, mas também proporciona uma base sólida para inovação contínua e desenvolvimento sustentável na indústria. A Indústria 4.0 está, portanto, moldando um futuro mais inteligente e conectado para a manufatura e outras áreas produtivas.

3. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial faz parte de um ramo da ciência que é dedicado à criação de sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana.

Esses sistemas são projetados para aprender e agir de forma autônoma, muitas vezes lidando com volumes de dados e complexidade que superam a capacidade humana de análise. Ela abrange diversas disciplinas, incluindo ciência da computação, estatística, engenharia de hardware e software, linguística e neurociência.

Na indústria a IA é implementada através de técnicas como aprendizado de máquina e aprendizado profundo. Essas tecnologias são aplicadas em uma ampla gama de funções,

como análise e previsão de dados, categorização de objetos, e recomendações personalizadas. “A IA eleva a qualidade dos produtos industriais ao oferecer soluções avançadas de controle de qualidade. Isso porque é possível usar sistemas automatizados que utilizam algoritmos para detectar defeitos e inconsistências em tempo real, garantindo que apenas produtos de alta qualidade alcancem o mercado” (Zendesk 2023). Ao incorporar inteligência artificial na pesquisa e desenvolvimento, as indústrias podem impulsionar a inovação, criar produtos mais avançados e manter uma vantagem competitiva no mercado.

3.1 Conceito Histórico

Métodos de automatizar as tarefas e a tentativa de replicação da consciência humana sempre foram tópicos presentes nos meios científico, antes mesmo até da invenção dos computadores. Estudos sobre redes neurais e os métodos pelos quais uma máquina poderia desenvolver tarefas como o cérebro humano foram ficando mais fortes a partir do século XX, mas só se expandiram de maneira definitiva a partir da década de 1950.

Considerado pai da computação, Alan Turing, escreveu um dos estudos mais completos do período sobre o tema. O artigo “Computadores e inteligência” que foi publicado em 1950, foi o primeiro que mencionou o termo “inteligência artificial”. No artigo Turing propõe um teste para avaliar se as máquinas possuem a capacidade de igualar o pensamento humano e de se passarem por uma pessoa ao ponto de confundir quem as está questionando, o artigo ficou conhecido como “jogo da imitação”.

No próximo período, diversos estudos e pesquisas foram desenvolvidos a fim de testar a proposta de Turing, um que se destacou foi o programa Eliza, que foi criado pelo cientista computacional Joseph Weizenbaum, em 1966, ele obteve um sucesso relativo, mas foi também bastante criticado. Antes dele, pesquisadores da Universidade de Standford, na Califórnia, lançaram em 1965 aquele que é considerado o sistema pioneiro em inteligência artificial, chamado Dendral.

Muitos anos se passaram, e muitos avanços foram feitos no campo da ciência da computação, da robótica e da inteligência artificial, de tal forma que esses conceitos e elementos fazem parte do nosso cotidiano. No período mais recente, surgiram algoritmos

capazes de interagir diretamente com os seres humanos pelo uso da linguagem e desenvolvimento de diálogos, como o Chat GPT, e outros que são capazes de produzir imagens por meio de poucos comandos, que provocam um intenso debate na sociedade acerca do papel da inteligência artificial e dos limites dessas ferramentas.

3.2 Tipos e Importância

A IA pode ser caracterizada em três tipos: IA Focada, IA Generalizada e IA Superinteligente.

- a) **IA Focada:** Conhecida também como IA Fraca, são algoritmos especializados em resolver problemas em uma área ou um problema específico. Possuem também sistemas que armazenam uma grande quantidade de dados e os algoritmos são capazes de realizar tarefas complexas, porém sempre focadas no objetivo para o qual foram desenvolvidos. Sistemas Especialistas e Sistemas de Recomendação são exemplos de sistemas de IA focada.
- b) **IA Generalizada:** Conhecida também como IA Forte, os algoritmos desenvolvidos têm tanta capacidade quanto humanos em várias tarefas, os algoritmos usam técnicas de Aprendizado de Máquina como ferramenta. Em algumas tarefas os algoritmos têm desempenho que se assemelha aos humanos.
- c) **IA Superinteligente:** Nela os algoritmos são consideravelmente mais capazes que humanos em praticamente todas as tarefas. Ainda não existem sistemas com IA Superinteligente e não se sabe se existirão sistemas mais inteligentes que os humanos desenvolvidos com técnicas de IA.

A Inteligência Artificial vem se consolidando como uma ferramenta essencial em diversas áreas, impactando profundamente nas interações com o mundo e na realização de atividades diárias. A sua importância é destacada em diversos fatores.

A inteligência artificial revoluciona a análise e a produção de estatísticas socioeconômicas e demográficas, que trazem avanços significativos para a pesquisa e otimização de sistemas. “Algumas pessoas chamam isso de inteligência artificial, quando

a realidade é que essa tecnologia irá nos melhorar. Então, em vez de inteligência artificial, acredito que aumentaremos nossa inteligência.” (Rowett 2013). Além disso, ela tem um papel crucial na automação e organização da produção, facilitando a realização automatizada de tarefas e otimizando processos dentro das empresas. Ela permite uma maior eficácia na execução de atividades, desde a análise de dados até o controle de sistemas complexos, contribuindo para uma operação mais eficiente e econômica.

“A inteligência artificial é uma tecnologia transformadora que pode ajudar a resolver alguns dos maiores desafios do mundo.” (Pichai 2019) Esses sistemas oferecem maior praticidade e personalização, simplificando tarefas diárias e proporcionando uma experiência mais fluida e adaptada às necessidades individuais.

A Inteligência Artificial é fundamental para a modernização e eficiência em múltiplas esferas, desde a pesquisa acadêmica até a automação empresarial e a personalização da experiência do usuário.

3.3 Ferramentas da IA

A Inteligência Artificial inclui uma gama de ferramentas e técnicas que têm transformado diversos setores. As principais ferramentas da IA são:

- a) **Machine Learning (Aprendizado de Máquina):** São algoritmos que permitem que sistemas aprendam e se adaptem a partir de dados sem intervenção humana explícita. Ele é usado para análise preditiva, detecção de padrões e melhorias contínuas em processos.
- b) **Deep Learning (Aprendizado Profundo):** Ele utiliza redes neurais profundas para analisar grandes volumes de dados e realizar tarefas complexas como reconhecimento de imagem.
- c) **Processamento de Linguagem Natural:** Tecnologias que permitem que as máquinas compreendam e interajam com a linguagem humana, facilitando funções como chatbots, assistentes virtuais e tradução automática.

- d) **Visão Computacional:** Tecnologia que permite que máquinas interpretem e compreendam informações visuais do mundo, usada em sistemas de inspeção de qualidade e reconhecimento de padrões.
- e) **Robótica e Automação:** Robôs equipados com IA que podem realizar tarefas repetitivas e complexas, usados em linhas de produção para melhorar a eficiência e a precisão.
- f) **Sistemas de Recomendação:** Algoritmos que personalizam e recomendam produtos ou serviços com base em dados históricos e comportamentais dos usuários.
- g) **Análise de Big Data:** Ferramentas que processam e analisam grandes volumes de dados para gerar insights e melhorar a tomada de decisões.
- h) **Internet das Coisas (IoT):** Dispositivos conectados que coletam e compartilham dados, permitindo uma maior automação e controle dos processos industriais.

3.4 Impacto da IA na Indústria .4.0

O impacto da Inteligência Artificial (IA) na Indústria 4.0 é amplo e multifacetado. E acaba se manifestando em várias dimensões diversificadas, incluindo:

- a) **Otimização de Processos:** A IA permite a automação inteligente e a otimização de processos industriais, reduzindo os desperdícios e melhorando a eficiência. Algoritmos analisam dados em tempo real para ajustar parâmetros de produção e prever manutenções necessárias.
- b) **Qualidade e Precisão:** Com o uso de visão computacional, é possível realizar inspeções de qualidade com alta precisão e em tempo real. Isso resulta em produtos de maior qualidade e menos defeitos.

- c) **Manutenção Preditiva:** A análise de big data e IoT facilita a manutenção preditiva, onde sistemas de IA monitoram o estado de máquinas e equipamentos para prever falhas antes que ocorram, minimizando paradas não planejadas e custos de reparo.
- d) **Melhoria na Tomada de Decisões:** A IA consegue guardar grandes volumes de dados, permitindo decisões mais informadas e estratégicas. Ferramentas de análise avançada ajudam a identificar tendências e padrões que podem influenciar decisões operacionais.
- e) **Segurança e Monitoramento:** Sistemas de IA melhoram a segurança ao monitorar e analisar continuamente os ambientes industriais, identificando riscos potenciais. Isso contribui para a criação de ambientes de trabalho mais seguros.

A integração da IA na Indústria 4.0 impulsiona a eficiência e a inovação, mas também redefine a forma como as indústrias operam, levando a uma era de produção mais inteligente.

4. MÉTODO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS:

Este estudo estabelece sua pesquisa abrangendo quanto aos fins, a pesquisa exploratória, pela utilização de levantamentos bibliográficos por meio de realização de fichamentos a partir de artigos científicos e web sites, a pesquisa descritiva por meio de levantamentos mais profundos sobre os fatos e os processos, a explicativa foi onde surgiu a teoria a qual o estudo visa explicar a respeito dos processos de automação. Quanto aos meios as etapas abrangem a pesquisa de campo, telematizada e a bibliográfica. A pesquisa de campo será realizada por meio de questionários digitais, e analisará a utilidade da automação nos processos repetitivos a produtividade e a relevância.

A pesquisa tematizada é utilizada pela busca de informações em meios telematizados como a internet. Já a bibliográfica é realizada por meio de consultas a artigos científicos, livros, dissertações, pesquisas em sites de literatura científica e dados científicos. Com a revisão bibliográfica em vista da melhor compreensão sobre a tese a respeito da inclusão da inteligência artificial nos processos de manufatura e em suas etapas de produção, incluindo a relevância nas indústrias de São Paulo nos últimos 5 anos.

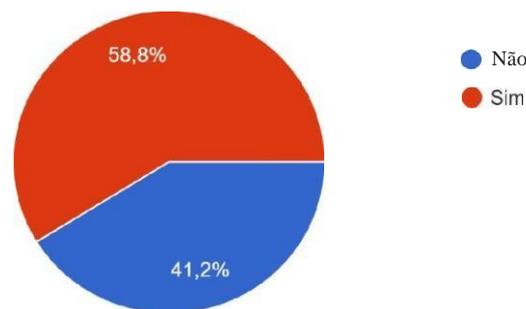
Este estudo abrange pesquisa documental por meio de consultas a artigos científicos, livros, dissertações e buscas em base de dados (artigos, sites de literatura científica, sites

de dados científicos.) “literaturas existentes”, “publicações” e “artigos” etc... O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 5 anos. E pesquisa de campo por meio de questionários digitais.

A pesquisa foi realizada usando como instrumento o Google Forms, foi elaborado um questionário contendo quinze questões fechadas de multipla escolha, alinhadas com as hipóteses estabelecidas. Para obter as respostas utilizamos, como forma de entrar em contato com as empresas possibilitando assim o compartilhamento do questionário por meios como : o aplicativo Whatsapp, Facebook, Gmail e também ligações para o primeiro contato com os funcionários. Ao término da data final do questionário, coletamos um total de 204 respostas, todas referentes a empresas do estado de São Paulo.

Utilização da Inteligência artificial

204 respostas

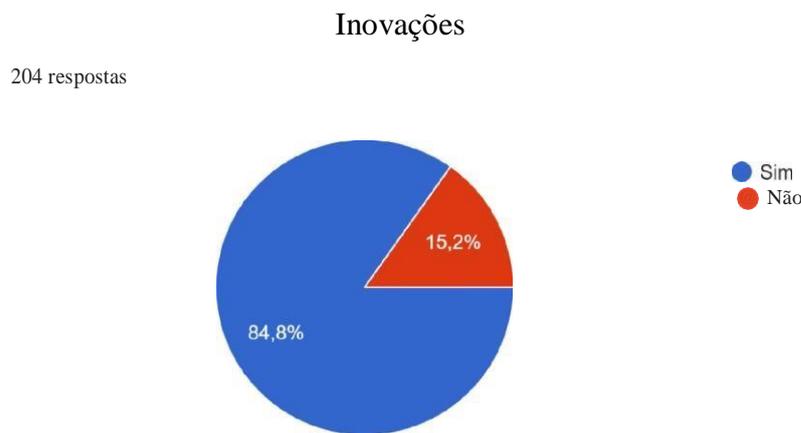


A adoção de inteligência artificial por 58,8% das empresas já demonstra uma adoção significativa dessa tecnologia. Este dado indica que a Inteligência Artificial já tem um papel relevante nos processos de manufatura das empresas em São Paulo.

Esta elevada porcentagem pode ser vista como uma tendência ascendente, o que apoia a ideia de que tendo em vista o recente progresso industrial no qual a sociedade vem sendo guiada, criando inovações e novas tecnologias, sendo uma dessas inovações a Inteligência Artificial, existirá realmente a necessidade de utilizar essa inovação como obrigatória e fundamental para o progresso de muitas empresas e indústrias.

Inteligência Artificial poderá, em breve, se transformar numa tecnologia importante e até mesmo imprescindível para o avanço das indústrias. Isso evidencia uma adequação às demandas do mercado, onde a inovação tecnológica é incessantemente estimulada pela demanda de aprimorar a eficiência e a competitividade.

Assim, o resultado de 58,8% confirma a suposição de que a Inteligência Artificial está se tornando cada vez mais importante para as empresas que desejam manter sua competitividade e eficácia. Ademais, a informação sublinha a relevância de políticas e estímulos que simplifiquem a implementação de IA, equipando as indústrias para um futuro em que essa tecnologia possa se tornar um requisito essencial.

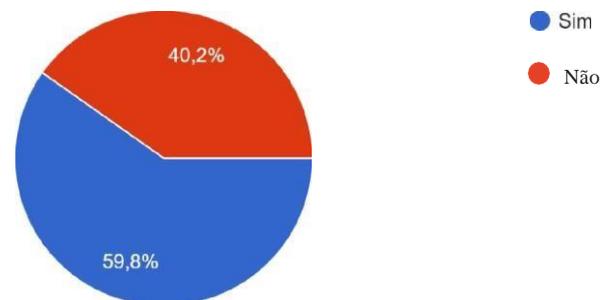


O percentual de 84,8% sugere que a maioria das empresas percebe a necessidade de se adaptar às inovações tecnológicas em sua área de atuação. Este resultado corrobora a primeira suposição do estudo, que sugere que a inteligência artificial, uma das principais inovações do século XXI, será essencial para o avanço da indústria. Esta informação pode ser vista como uma clara prova de que as organizações entendem que, para manterem sua competitividade e eficácia, a atualização tecnológica é crucial. A inteligência artificial, que se sobressai entre essas inovações, indica que as empresas que não se adaptarem a essa tecnologia estarão em desvantagem no mercado.

A participação de 84,8% também indica uma tendência futura, onde tecnologias como a Inteligência Artificial podem se tornar regulamentadas ou exigidas como parte dos padrões industriais, principalmente se continuarem a trazer avanços significativos em produtividade, precisão e diminuição de custos. Portanto, essa avaliação do gráfico reforça a ideia de que a Inteligência Artificial está se consolidando como um dos alicerces para o avanço e triunfo das indústrias, apoiando a ideia de que sua implementação poderá, em breve, se transformar em uma demanda obrigatória.

Aumento da produtividade

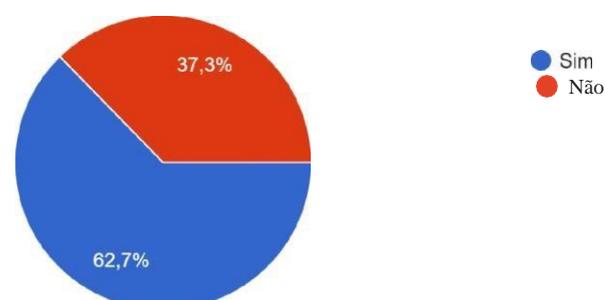
204 respostas



O percentual de 59,8% das empresas que notam um crescimento na produtividade corrobora a segunda hipótese, que sugere que a inteligência artificial, utilizada na automação de processos repetitivos, proporciona um benefício significativo para várias organizações. Esta informação indica que mais da metade das empresas já obteve vantagens tangíveis, como aumento da produtividade, ao incorporar Inteligência Artificial em suas operações. Este valor demonstra que a automação baseada em Inteligência Artificial vai além de uma tendência; ela representa um benefício prático para as empresas que a implementam. Ao automatizar atividades repetitivas, as organizações podem liberar os funcionários para tarefas de maior valor agregado, reduzindo erros e otimizando o tempo. Portanto, o percentual de 59,8% corrobora a idéia de que a Inteligência Artificial é um instrumento que aumenta a eficiência, colocando as empresas que a utilizam em um nível competitivo superior. Ademais, a informação sinaliza uma chance para as companhias que ainda não incorporaram a Inteligência Artificial em seus procedimentos repetitivos. Levando em conta o aumento da produtividade na maioria das empresas, o gráfico indica que a aplicação da Inteligência Artificial não apenas promove a diferenciação, mas também estabelece um alicerce para melhorias contínuas na eficiência operacional, em consonância direta com a suposição de que a IA se transformou em um recurso estratégico.

Necessidade de Inovação

204 respostas

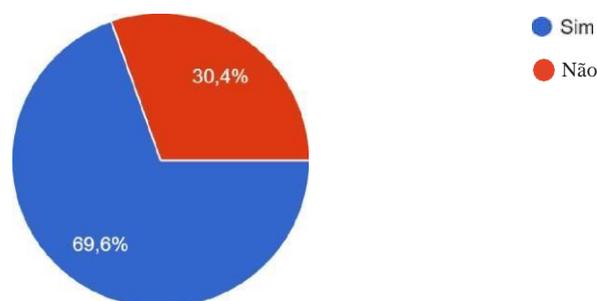


O percentual de 62,7% de empresas que implementaram a inteligência artificial por necessidade de inovação reforça a terceira hipótese da pesquisa, que aponta para uma ampliação dos conceitos de automação e inteligência artificial para uma nova perspectiva de futuro. Esta informação indica que a Inteligência Artificial está sendo cada vez mais utilizada como uma resposta à necessidade de inovação, reforçando sua posição como uma tecnologia revolucionária. A percepção de que a Inteligência Artificial é crucial para manter a inovação na maioria das empresas indica uma transformação mental, onde a automação e a inteligência artificial não são meramente instrumentos operacionais, mas também estratégias de inovação constante e competitividade. Portanto, essa informação corrobora a noção de que a Inteligência Artificial está estimulando as empresas a explorarem novas fronteiras tecnológicas. Isso pode resultar em uma perspectiva mais abrangente de automação, impactando positivamente o mercado e a sociedade.

Ademais, a motivação para a inovação ressalta a Inteligência Artificial como um agente de mudança que ultrapassa os limites das organizações. Conforme as empresas implementam essa tecnologia com o objetivo de inovação, ela pode impactar outros segmentos e estratos sociais, fomentando um crescimento dos conceitos e usos da inteligência artificial. Portanto, o percentual de 62,7% corrobora a ideia de que a Inteligência Artificial está abrindo caminho para uma nova era de automação e um futuro em que a inovação tecnológica será um alicerce essencial.

Expansão da IA

204 respostas



O percentual de 69,6% das empresas que pretendem ampliar o uso da inteligência artificial corrobora a terceira hipótese, que prevê que o avanço dessa tecnologia irá fomentar uma nova perspectiva sobre automação e impulsionará a disseminação de seus princípios na sociedade. Este dado sugere que a Inteligência Artificial não é apenas empregada, mas também considerada uma ferramenta estratégica para o futuro, com a maioria das companhias planejando expandir sua utilização. Este índice elevado indica que as organizações veem na Inteligência Artificial um recurso constante para transformação e inovação. Ao ampliarem sua utilização, elas fomentam um ciclo de inovação que tende a afetar toda a sociedade. À medida que a Inteligência Artificial se incorpora aos processos, sua influência cresce em campos como produtividade, tomada de decisões e inovação tecnológica. Isso evidencia uma tendência de expansão da Inteligência Artificial não apenas no setor industrial, mas em várias áreas.

Ademais, o planejamento de expansão sugere que as organizações estão adotando uma perspectiva de longo prazo, na qual a Inteligência Artificial se tornará cada vez mais crucial para lidar com os desafios do mercado e preservar a competitividade. Este avanço da Inteligência Artificial corrobora a suposição de que estamos nos dirigindo para uma sociedade onde a automação e a inteligência artificial se farão cada vez mais presentes no dia a dia, fomentando uma mudança que ultrapassa o setor industrial e inaugura uma nova era tecnológica.

O objetivo do estudo é compreender como as práticas de inteligência artificial nas indústrias fomentam a eficiência nos processos de produção em São Paulo. Como sugestão a problemática levantada anteriormente sobre como poderia ser realizada a explicação da inteligência artificial para os trabalhadores, Oferecemos como sugestão a criação de treinamentos práticos sobre as reais funções de IA, usando simulações para engajar os trabalhadores. E oferecer incentivos de reconhecimento, como certificados ou bonificações, para motivar a participação dos funcionários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em consideração as incertezas expostas sobre os reais resultados das aplicações de inteligência artificial no processo de manufatura, se tornou viável delinear ao longo dessa pesquisa, reflexões causadas por parte da importância da administração da produção e tanto sua evolução durante os anos, quanto a da inteligência artificial, modificando e automatizando as tarefas ao longo do tempo.

Nesse sentido é irrefutável a não aplicação da automatização dos processos manufatureiros nas indústrias de São Paulo não fazendo uso dessa implementação resultara no descaso produtivo e lentidão para seu desenvolvimento, que determina por abordar também o futuro das indústrias manufatureiras na perspectiva dos trabalhadores.

RESUMEN

Este trabajo es una encuesta cuantitativa, diseñada para reflexionar sobre la inclusión de la Inteligencia Artificial (IA) en los procesos de fabricación de las empresas de São Paulo. El objetivo es analizar la relevancia de la IA como recurso auxiliar en la producción y sus etapas, considerando la aplicación de esta tecnología en los últimos cinco años, de 2019 a 2024. Comenzaremos con una definición de la gestión de la producción y el surgimiento de las industrias de producción, abordando cómo la inteligencia artificial se integra en estos procesos. Buscamos explorar el concepto de Inteligencia Artificial, sus orígenes en la fabricación, sus clasificaciones y aplicaciones prácticas en entornos industriales. Buscamos comprender la importancia de la Inteligencia Artificial para el desarrollo de productos y su utilización en las industrias de São Paulo. A partir del análisis de los datos recolectados, pretendemos responder cómo la Inteligencia Artificial es aplicada de forma práctica, logrando responder a las cuestiones que se refieren a su real participación, utilización y colaboración en los procesos industriales, apuntalando este análisis con fundamentos teóricos. La investigación pretende ofrecer una visión global de la transformación que la Inteligencia Artificial está suponiendo en la industria manufacturera, destacando su impacto en la eficiencia, innovación y competitividad de las industrias.

Palabras clave: Industrias. Inteligencia artificial. Fabricación

REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1723738/>. Acesso em: 3 nov. 2024.

AMARAL, Hudson; GASPAROTTO, Angelita; M. S. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: O uso da robótica na indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 1–12, 2021. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1107>. Acesso em: 6 jul. 2024.

ARRUDA, José Jobson de Andrade. A Revolução Industrial. 3aed. São Paulo: Ática, 1994. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09325310102012Historia_Moderna_II_Aula_2.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

BASTOS. Francisca, et.al. **INDUSTRIA 4.0 E SEUS IMPACTOS NA MANUFATURA**, ANAIS da IV Mostra Acadêmica da Administração, set. 2019. Disponível em: https://flucianofejao.com.br/flf/wp-content/uploads/2020/05/INDUSTRIA_4.0_E_SEUS_IMPACTOS_NA_MANUFATURA.pdf. Acesso em 2 nov. 2024.

BITTENCOURT, Leide Laura; SILVEIRA, Icléia; ROSA, Lucas da; NOVELLI, Daniela. Utilização das ferramentas da indústria 4.0 para a prototipagem no setor de vestuário. **DAPesquisa**, Florianópolis, v. 16, p. 01–25, 2021. DOI: 10.5965/18083129152021e0023. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/dapesquisa/article/view/19997>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CHIMIELEWSKI, Adão Maciel; DA SILVA Antônio José; LEITE José R. **INDÚSTRIA 4.0: REVOLUÇÃO E IMPACTO NO MUNDO MODERNO**. Revista Projectus, Rio de Janeiro, v.5, n.1, p. 1-12, 2020. DOI: 10.15202/25254146.2020v5n1p1. Disponível em: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/projectus/article/view/709/485>. Acesso em: 23 out. 2024.

DA SILVA, Almir Marciano, A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FONTE DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADES NAS EMPRESAS. **Repositorio Pgsscogna**. Taubaté, 2021. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/37978/1/Almir_Marciano_da_Silva.pdf. Acesso em: 24 set. 2024.

DA, A. **ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO - Gestão da Produção: História papel estratégico e objetivos**. Disponível em: <https://youtu.be/YVzQssAJ8xY?si=Y0VRX1ZLT21mcl-C>. Acesso em: 6 nov. 2024.

DE LIMA, Daniela; L. CORSO, Leandro. Aplicação de Inteligência Artificial e Modelos Matemáticos para Previsão de Demanda em uma indústria do ramo plástico. **Scientia cum Industria**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 24–29, 2020. Disponível em: <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/8122>. Acesso em: 6 jul. 2024.

DE SANTANA, I. T. S. O futuro da força de trabalho na Indústria 5.0: uma perspectiva dos trabalhadores. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 21, n. 8, p. 10212–10233, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n8-128. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1043>. Acesso em: 7 jul. 2024.

DE SANTANA, I. T. S. O futuro da força de trabalho na Indústria 5.0: uma perspectiva dos trabalhadores. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 21, n. 8, p. 10212–10233, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n8-128. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1043>. Acesso em: 16 out. 2024.

EJEP. **Quais são as etapas do Planejamento e Controle da Produção?** Disponível em: <https://ejep.com.br/2022/11/18/o-que-e-e-quais-sao-as-etapas-do-planejamento-e-controle-da-producao/>. Acesso em: 3 nov. 2024.

FRANCISCO ASSIS DE LIMA. IA, OLHAI POR NÓS OS EXCLUÍDOS - **Indústria de exclusão social**. *Revista de Direito do Trabalho, Processo do Trabalho e Direito da Seguridade Social*, [S. l.], v. 5, n. 1, 2021. Disponível em: <https://laborjuris.emnuvens.com.br/laborjuris/article/view/60>. Acesso em: 1 nov. 2024.

GIUBINE, Giovana Dicara; RODRIGUES, Flávio Luiz; NETO, Geraldo Cardoso de Oliveira. Economia circular em empresas que adotaram tecnologias da indústria 4.0. **Centro Universitário FEI**, São Bernardo do Campo, 2023. Disponível em: <https://fei.edu.br/sites/sicfei/2023/ARTIGO11.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

I.A - Inteligência Artificial. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/inteligencia-artificial.htm>. Acesso em: 31 out. 2024.

LUDERMIR, T. B. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 85–94, abr. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/wXBdv8yHBV9xHz8qG5RCgZd/?lang=pt&format=html#>. Acesso em: 10 out. 2024.

MACHADO, Cristofer Oliveira. et.al. **Manutenção prescritiva**: a evolução da manutenção na indústria 4.0. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE*, São Paulo, v.9, n.9, set. 2023. DOI:10.51891/v9n9.11476. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/94d2/379d75a6494af0469da892306b4150a42ed6.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

PETHERSON, Erick. et.al. Inteligência artificial na gestão de estoque. **Ric.cps.sp**, Mauá, 2021. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/9490/1/Logistica_2021_2_%20PETHERSON%20Erick%20Inteligencia%20artificial%20na%20gestao%20de%20estoque.pdf. Acesso em: 23 out. 2024.

Portal da Indústria, 2019. Indústria 4.0: o que é, conceitos, fundamentos e seus impactos. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em: 12 out. 2024.

REZENDE, Maria Alzira Alves; DOS SANTOS, Karla Hyppolito Cardoso. **AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DA APLICAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**, Taubaté, SP. 2021. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/5188>. Acesso em: 2 nov. 2024.

SANT, L. D. **9 citações sobre inteligência artificial para usar na redação**. Disponível em: <https://vestibulares.estrategia.com/portal/materias/redacao/9-citacoes-sobre-inteligencia-artificial-para-usar-na-redacao/>. Acesso em 30 out. 2024.

SANTOS, Júlia Raiza Santana dos; FERREIRA, Eduardo; SOUZA, Jackson Wilke da Cruz. A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEUS IMPACTOS NO MERCADO DE TRABALHO. **Cadernos de Estudos Interdisciplinares**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 113–117, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.unifal-mg.edu.br/revistas/index.php/cei/article/view/2314>. Acesso em: 9 jul. 2024.

TELLES, Eduardo Santos; BARONE, Dante Augusto Couto; DA SILVA, Alexandre Moraes. Inteligência Artificial no Contexto da Indústria 4.0. *In*: WORKSHOP SOBRE AS IMPLICAÇÕES DA COMPUTAÇÃO NA SOCIEDADE (WICS), 1, 2020, Cuiabá. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 130-136. ISSN 2763-8707. DOI: <https://doi.org/10.5753/wics.2020.11044>.

UNKNOWN. **Citações para trabalhos acadêmicos: Administração Geral**. Disponível em: https://citacoesparatcc.blogspot.com/2016/07/administracao-geral_35.html. Acesso em: 5 out. 2024.

VIARY SANTANA DE OLIVEIRA, P.; DE FREITAS SANTOS, L.; PORTO FERREIRA, M. Inteligência artificial na automação de processos industriais e seus impactos. **Revista de Economia Mackenzie**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 162–182, 2024. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rem/article/view/16714> . Acesso em: 22 jul. 2024.