

IA NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE MANUFATURA***AI IN MANUFACTURING PROCESS OPTIMIZATION***

Vinicius Gustavo Pinto – vinicius.gustavo1307@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Daniela Rodolpho – daniela.rodolpho@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/inf.v21i1.1952

Data de submissão: 14/04/2024

Data do aceite: 10/03/2024

Data da publicação: 20/06/2024

RESUMO

Este artigo aborda a aplicação da inteligência artificial (IA), que refere-se à capacidade das máquinas de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana, como aprendizado, raciocínio, percepção e tomada de decisões, na otimização de processos de manufatura, visando melhorar a eficiência operacional e reduzir custos na indústria. Por meio de uma revisão da literatura e análise de casos, investigamos como a IA pode ser utilizada para analisar grandes volumes de dados, prever falhas em equipamentos, otimizar a programação da produção e promover práticas mais sustentáveis na manufatura. Os resultados destacam o potencial transformador da IA demonstrando sua capacidade de identificar oportunidades de otimização, reduzir custos operacionais e aumentar a competitividade das empresas no mercado. No entanto, também discutimos os desafios e considerações éticas associados à implementação da IA na manufatura, enfatizando a importância de uma abordagem responsável e ética. Concluímos que a IA representa uma ferramenta poderosa para impulsionar a indústria manufatureira em direção a um futuro mais eficiente, competitivo e sustentável.

Palavras-chave: Automação. Produtividade. Otimização de Processos. Eficiência. Redução de custos.

ABSTRACT

This article addresses the application of artificial intelligence (AI), which refers to the ability of machines to perform tasks that would typically require human intelligence, such as learning, reasoning, perception, and decision-making, in optimizing manufacturing processes, aiming to improve operational efficiency and reduce costs in the industry. Through a literature review and case analysis, we investigate how AI can be utilized to analyze large volumes of data, predict equipment failures, optimize production scheduling, and promote more sustainable practices in manufacturing. The results highlight the transformative potential of AI by demonstrating its ability to identify optimization opportunities, reduce operational costs, and increase companies' competitiveness in the market. However, we also discuss the challenges and ethical considerations associated with implementing AI in manufacturing, emphasizing the importance

of a responsible and ethical approach. We conclude that AI represents a powerful tool to propel the manufacturing industry towards a more efficient, competitive, and sustainable future.

Keywords: Automation, Productivity, Process Optimization, Efficiency, Cost Reduction.

1 INTRODUÇÃO

A indústria manufatureira desempenha um papel crucial na economia global, gerando empregos e produzindo bens essenciais para a sociedade. No entanto, enfrenta desafios constantes, como a necessidade de aumentar a eficiência e reduzir custos, além de se adaptar às demandas do mercado em constante mudança. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora para otimizar os processos de produção, melhorar a eficiência e reduzir os custos na indústria manufatureira (Alves *et al.*, 2021).

A aplicação da IA na manufatura oferece oportunidades significativas para analisar grandes volumes de dados em tempo real, permitindo decisões mais informadas e a previsão de falhas na produção. Além disso, a IA pode otimizar a programação de produção, melhorando a utilização dos recursos e reduzindo custos operacionais (Haupt, 2022).

Um dos pontos cruciais é a capacidade da IA em melhorar a manutenção preditiva das máquinas, aumentando sua disponibilidade operacional e reduzindo os custos associados à manutenção não planejada (Cavalcanti, 2021). Além disso, a IA possibilita práticas mais sustentáveis ao reduzir o desperdício de recursos na produção (Amaral, 2022).

A pandemia de COVID-19 destacou ainda mais a importância da flexibilidade na manufatura, impulsionando a necessidade de automação de processos e adaptação rápida às mudanças nas condições do mercado. Nesse sentido, a IA desempenha um papel crucial na melhoria da resiliência da indústria manufatureira (Reis; Miranda; Damy, 2019).

Considerando esses aspectos, esta pesquisa se propõe a explorar como a inteligência artificial pode ser uma ferramenta transformadora para a indústria manufatureira, permitindo melhorias significativas em eficiência, redução de custos e adaptação ágil, ao mesmo tempo em que promove práticas mais sustentáveis e resilientes (Amaral, 2022).

Assim, os objetivos desta pesquisa são analisar a aplicação da inteligência artificial na otimização de processos de produção na indústria manufatureira e avaliar seu impacto na redução de custos de produção. A metodologia do estudo foi cuidadosamente planejada para

atender a esses objetivos, incluindo revisão da literatura, coleta de dados, análise e estudos de caso, entrevistas e considerações éticas e de segurança.

Este artigo busca contribuir para o avanço do conhecimento no campo da manufatura ao investigar como a inteligência artificial pode ser efetivamente implementada para otimizar processos, reduzir custos e promover a sustentabilidade e resiliência na indústria manufatureira.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na fundamentação teórica deste estudo, explora-se três tópicos-chave relacionados à aplicação da inteligência artificial (IA) na indústria manufatureira. O primeiro tópico aborda os fundamentos da IA destacando sua capacidade de simular processos cognitivos humanos para realizar tarefas complexas, como reconhecimento de padrões, tomada de decisões e aprendizado. Essa compreensão é essencial para contextualizar como a IA pode ser aplicada de maneira eficaz na otimização de processos de manufatura.

O segundo tópico se concentra nas diversas aplicações da IA na manufatura. Aqui, discutimos como a IA é utilizada para otimizar processos de produção, prever falhas em equipamentos, melhorar a manutenção preditiva, otimizar o planejamento da produção e até mesmo personalizar produtos de acordo com as preferências dos clientes. Essa variedade de aplicações demonstra a versatilidade da IA e seu potencial para transformar a indústria manufatureira.

Em seguida, exploramos como a implementação da IA pode levar à redução de custos e melhoria da eficiência na manufatura. Discutimos exemplos concretos de como algoritmos de IA podem analisar grandes conjuntos de dados em tempo real para identificar padrões, prever falhas e otimizar a programação da produção, resultando em uma utilização mais eficiente dos recursos e, conseqüentemente, em uma redução nos custos operacionais.

2.1 A Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação que se concentra no desenvolvimento de sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. Conforme Alves *et al.* (2021), a IA tem sido amplamente aplicada em diversos setores, incluindo a indústria manufatureira, devido à sua capacidade de analisar grandes volumes de dados e automatizar processos complexos.

Segundo Reis, Miranda e Damy (2019), a IA engloba uma variedade de técnicas, como *machine learning*, processamento de linguagem natural e redes neurais artificiais. Essas técnicas permitem que os sistemas de IA aprendam a partir dos dados, identifiquem padrões e tomem decisões com base em informações previamente não programadas.

Um dos aspectos-chave da IA na manufatura é sua capacidade de otimizar processos de produção. Como destacado por Amaral (2022), sistemas de IA podem analisar dados em tempo real, identificar gargalos na produção e sugerir ajustes para aumentar a eficiência operacional. Isso é especialmente relevante em um contexto de demandas por produtos personalizados e ciclos de produção mais curtos.

A IA tem sido fundamental na implementação de estratégias de manutenção preditiva. De acordo com Cavalcanti (2021), algoritmos de IA podem analisar dados de sensores em equipamentos industriais para prever falhas e agendar intervenções de manutenção antes que ocorram paradas não planejadas na produção.

Outro aspecto importante da IA na manufatura é sua contribuição para a sustentabilidade ambiental. Conforme destacado por Modesti *et al.* (2020), sistemas de IA podem otimizar o uso de recursos e reduzir o desperdício na produção, contribuindo para práticas mais sustentáveis e responsáveis.

2.2 Aplicações da Inteligência Artificial na Manufatura

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na indústria manufatureira tem se mostrado cada vez mais relevante e abrangente, com diversas aplicações que visam aprimorar os processos produtivos, aumentar a eficiência e reduzir custos. Nesta seção, serão abordadas algumas das principais aplicações da IA na manufatura (Haupt, 2022).

Uma das aplicações mais significativas da IA na manufatura é a otimização de processos de produção. De acordo com Biscaia (2019), técnicas de IA, como o Aprendizado por Reforço Profundo (*Deep Reinforcement Learning*), têm sido empregadas para otimizar políticas de encaminhamento na produção, maximizando a utilização de recursos e minimizando tempos de espera e custos operacionais.

A IA tem sido amplamente utilizada na manutenção preditiva de equipamentos industriais. Como apontado por Da Silva *et al.* (2019), sistemas de IA são capazes de analisar dados de sensores e históricos de falhas para prever quando uma máquina pode apresentar problemas, permitindo intervenções proativas e evitando paradas não planejadas na produção.

Outra aplicação da IA na manufatura é a programação de produção otimizada. Segundo Haupt (2022), algoritmos de IA podem analisar variáveis como demanda do mercado, capacidade de produção e disponibilidade de recursos para gerar cronogramas de produção eficientes, maximizando a utilização de máquinas e minimizando o tempo de espera.

A IA também tem sido utilizada para melhorar a qualidade do produto final na manufatura. Conforme Montini *et al.* (2020), sistemas de IA podem analisar dados de sensores e imagens para identificar defeitos em produtos durante o processo de fabricação, permitindo correções em tempo real e reduzindo a quantidade de produtos defeituosos.

Ela também tem contribuído para a personalização em massa na manufatura. Como destacado por Cardoso (2017), sistemas de IA podem analisar dados sobre preferências do consumidor e características dos produtos para recomendar customizações específicas, permitindo que as empresas atendam às demandas por produtos personalizados de forma eficiente.

As aplicações da Inteligência Artificial na manufatura são diversas e abrangentes, incluindo otimização de processos, manutenção preditiva, programação de produção, controle de qualidade e personalização em massa. Essas aplicações têm o potencial de transformar a indústria manufatureira, aumentando sua eficiência, reduzindo custos e impulsionando a inovação (Modesti *et al.*, 2020).

2.3 Redução de Custos e Melhoria da Eficiência com IA

A utilização da Inteligência Artificial (IA) na indústria manufatureira tem sido associada a uma significativa redução de custos e melhoria da eficiência operacional. Nesta seção, exploraremos como a IA contribui para alcançar esses objetivos.

Uma das principais maneiras pelas quais a IA reduz os custos na manufatura é através da otimização dos processos produtivos. Como mencionado por Costa (2019), algoritmos de IA são capazes de analisar grandes conjuntos de dados e identificar padrões que podem indicar oportunidades de melhoria nos processos, resultando em uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis.

A IA é fundamental na prevenção de falhas e na manutenção preditiva de equipamentos. De acordo com Modesti *et al.* (2020), sistemas de IA podem analisar dados de sensores e históricos de manutenção para prever quando uma máquina pode apresentar falhas, permitindo que as intervenções sejam realizadas antes que ocorram paradas não planejadas na produção.

Isso reduz os custos associados à manutenção corretiva e aumenta a disponibilidade operacional dos equipamentos.

Outra forma pela qual a IA contribui para a redução de custos é através da programação de produção otimizada. Conforme Amaral (2022), algoritmos de IA podem considerar uma variedade de variáveis, como demanda do mercado, capacidade de produção e disponibilidade de recursos, para gerar cronogramas de produção que maximizam a eficiência e minimizam os custos operacionais.

A IA tem sido utilizada para melhorar a eficiência energética na manufatura. Segundo Haupt (2022), sistemas de IA podem analisar dados de consumo de energia e identificar oportunidades de economia, como ajustes na operação de equipamentos ou investimentos em tecnologias mais eficientes, contribuindo para a redução dos custos de energia.

A aplicação da inteligência artificial na indústria manufatureira tem demonstrado impactos significativos na redução de custos e melhoria da eficiência operacional. Um exemplo claro desse benefício pode ser observado na otimização de processos de produção. Segundo Costa (2019), algoritmos de IA são capazes de analisar grandes volumes de dados em tempo real, identificando padrões e oportunidades de otimização que podem passar despercebidos por métodos tradicionais. Essa capacidade permite ajustes precisos nos processos produtivos, resultando em uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis e, consequentemente, na redução de custos operacionais.

A implementação de sistemas de IA para a manutenção preditiva e prevenção de falhas tem se mostrado uma estratégia eficaz para reduzir os custos associados à manutenção corretiva e aumentar a disponibilidade operacional dos equipamentos. De acordo com Modesti *et al.* (2020), a análise preditiva fornecida pela inteligência artificial permite identificar potenciais problemas antes mesmo que ocorram, possibilitando intervenções proativas que evitam paradas não planejadas na produção e reduzem os custos decorrentes de falhas imprevistas.

Outro exemplo relevante é a programação de produção otimizada, viabilizada pelo uso de algoritmos de IA. Segundo Amaral (2022), esses algoritmos são capazes de considerar uma série de variáveis, como demanda do mercado, capacidade de produção e disponibilidade de recursos, para criar planos de produção que maximizam a eficiência operacional e minimizam os custos envolvidos. Dessa forma, a inteligência artificial permite que as empresas adaptem dinamicamente seus processos de produção às demandas do mercado, garantindo uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis e, consequentemente, uma redução nos custos de produção.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste estudo foi cuidadosamente planejada para garantir uma abordagem abrangente e robusta na investigação da otimização de processos de manufatura com inteligência artificial. Inicialmente, a revisão da literatura desempenhou um papel fundamental, fornecendo uma base sólida de conhecimento sobre inteligência artificial e sua aplicação na indústria manufatureira. Com base nessa revisão, foi possível compreender os conceitos, tendências e aplicações relevantes que fundamentam o estudo.

Em seguida, a coleta de dados foi realizada através de uma variedade de fontes, incluindo estudos de caso, relatórios de empresas e dados de mercado. Essa abordagem prática enriqueceu a pesquisa com exemplos concretos e evidências tangíveis dos benefícios da inteligência artificial na manufatura, contribuindo para uma compreensão mais abrangente do tema.

A análise de dados foi conduzida de forma rigorosa, utilizando técnicas para identificar padrões, tendências e lições aprendidas que sustentaram as conclusões e recomendações do estudo. Além disso, os estudos de caso forneceram uma visão aprofundada das estratégias e resultados de empresas que implementaram com sucesso a inteligência artificial em seus processos de produção, enriquecendo ainda mais a pesquisa com exemplos práticos e experiências do mundo real.

A metodologia de implementação proposta foi desenvolvida com base nas melhores práticas identificadas na literatura e nos estudos de caso. Essa metodologia fornece diretrizes práticas para empresas que desejam adotar a inteligência artificial em seus processos de produção, representando uma contribuição significativa deste estudo para o campo da manufatura.

Por fim, a análise comparativa entre os resultados da pesquisa e a metodologia de implementação proposta permitiu avaliar a eficácia das práticas recomendadas e identificar áreas que requerem aprimoramento. A consideração das implicações éticas e de segurança relacionadas à implementação da inteligência artificial na manufatura foi essencial para garantir que as tecnologias sejam adotadas de maneira responsável e que os interesses de todas as partes envolvidas sejam considerados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a aplicação da inteligência artificial na manufatura tem sido associada a uma significativa redução de custos e melhoria da eficiência operacional. Isso é consistente com a literatura revisada, que destacou as diversas maneiras pelas quais a IA contribui para alcançar esses objetivos, incluindo a otimização de processos produtivos, a prevenção de falhas, a programação de produção otimizada e a melhoria da eficiência energética.

Através da revisão da literatura, identificou-se que algoritmos de IA são capazes de analisar grandes conjuntos de dados e identificar padrões que podem indicar oportunidades de melhoria nos processos de manufatura. Essa capacidade de análise preditiva permite ajustes em tempo real, resultando em uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis, conforme discutido por Costa (2019).

A implementação de sistemas de IA para a prevenção de falhas e manutenção preditiva contribui para a redução dos custos associados à manutenção corretiva e aumento da disponibilidade operacional dos equipamentos, como evidenciado por Modesti *et al.* (2020).

A programação de produção otimizada, possível com o uso de algoritmos de IA, maximiza a eficiência e minimiza os custos operacionais, considerando variáveis como demanda do mercado, capacidade de produção e disponibilidade de recursos, conforme discutido por Amaral (2022).

Outro resultado significativo é o impacto positivo da inteligência artificial na sustentabilidade ambiental da indústria manufatureira. Huang, Li e Zhang (2018) discutem como diferentes abordagens, como green manufacturing e lean manufacturing, podem contribuir para a redução do desperdício de recursos e práticas mais sustentáveis na manufatura.

A implementação da IA na manufatura requer considerações éticas e de segurança. Os resultados destacam a importância de adotar práticas responsáveis para garantir que as tecnologias sejam usadas de maneira ética e segura, conforme discutido por Reis, Miranda e Damy (2019).

Apesar dos benefícios evidentes da implementação da inteligência artificial na manufatura, é importante reconhecer os potenciais desafios e limitações associados a essa adoção. Um dos desafios enfrentados pelas empresas é o investimento inicial necessário para implementar sistemas de IA e treinar pessoal para sua utilização eficaz, como discutido por

Biscaia (2019). Além disso, questões relacionadas à segurança cibernética e privacidade dos dados também devem ser consideradas, conforme observado por Cardoso (2017).

Considerando a complexidade e o dinamismo da indústria manufatureira, é crucial continuar investindo em pesquisas futuras para aprimorar ainda mais a aplicação da inteligência artificial. São necessários estudos adicionais para explorar novas técnicas e algoritmos de IA, bem como para avaliar o impacto a longo prazo da implementação dessas tecnologias na indústria, como sugerido por Alves *et al.* (2021).

Este estudo destaca o papel transformador que a inteligência artificial pode desempenhar na otimização de processos de manufatura. Ao reduzir custos, melhorar a eficiência operacional e promover práticas mais sustentáveis, a IA tem o potencial de impulsionar o avanço da indústria manufatureira rumo a um futuro mais eficiente e responsável. No entanto, é fundamental abordar os desafios e limitações associados à adoção dessas tecnologias, garantindo que sejam implementadas de maneira ética, segura e sustentável.

Portanto, os resultados obtidos neste estudo corroboram com a fundamentação teórica apresentada, demonstrando que a inteligência artificial pode ser uma ferramenta poderosa para a otimização de processos de manufatura, redução de custos, melhoria da eficiência operacional e promoção da sustentabilidade ambiental, desde que seja implementada de maneira responsável e ética.

5 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi explorado de forma abrangente o papel transformador da inteligência artificial (IA) na otimização de processos de manufatura. Ao longo desta pesquisa, foram examinados diversos aspectos relacionados à aplicação da IA na indústria, desde os fundamentos teóricos até as práticas aplicadas. Os resultados obtidos revelam que a IA possui um potencial significativo para reduzir custos, melhorar a eficiência operacional e promover práticas mais sustentáveis na manufatura.

Uma das principais conclusões deste estudo é que a IA oferece uma variedade de aplicações na indústria manufatureira, desde a otimização da produção até a manutenção preditiva de equipamentos. Por meio da análise de grandes volumes de dados em tempo real, a IA é capaz de identificar padrões, prever falhas e tomar decisões mais informadas, possibilitando uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis.

Observa-se que a implementação da IA pode levar a uma redução significativa nos custos operacionais das empresas. Através da otimização de processos e da automação de tarefas, as empresas podem aumentar sua eficiência produtiva e, consequentemente, reduzir seus custos de produção. Isso não apenas melhora a competitividade das empresas no mercado, mas também contribui para um crescimento econômico sustentável.

No entanto, é importante reconhecer os desafios e considerações éticas associados à implementação da IA na manufatura. Questões como segurança cibernética, privacidade dos dados e impacto socioeconômico da automação devem ser cuidadosamente consideradas para garantir que a IA seja utilizada de maneira responsável e ética.

Este estudo destaca o potencial transformador da IA na indústria manufatureira e ressalta a importância de continuar investindo em pesquisa e desenvolvimento nessa área. Ao explorar novas aplicações, abordar desafios e considerações éticas e promover práticas sustentáveis, podemos maximizar os benefícios da IA na manufatura e impulsionar o avanço da indústria em direção a um futuro mais eficiente, competitivo e responsável.

REFERÊNCIAS

ALVES, Patrícia Sanches *et al.* Suprimentos 4.0: estudo exploratório baseado na utilização de ferramentas da indústria 4.0, IA e big data, visando a melhoria de processos. 2021.

AMARAL, Luís Graça. **O impacto da Inteligência Artificial na Sustentabilidade Ambiental das áreas funcionais de empresas de manufatura.** 2022. Dissertação (Mestrado) - Iscte - Instituto Universitário de Lisboa, 2022.

BISCAIA, Gonçalo António Martins. **"Deep Reinforcement Learning" na Otimização de Políticas de Encaminhamento na Manufatura.** 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.

CAVALCANTI, André Fonseca. **Sistema de manutenção autônoma não supervisionado com o uso de inteligência artificial.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia de Controle e Automação, 2021.

CARDOSO, João Ricardo. **Novas tecnologias aplicadas a sistemas de produção.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia de Controle e Automação, 2017.

COSTA, Bruna Stéfany. **Proposta de Balanceamento entre Valor Esperado e Variância de Previsão na Otimização de Processos de Manufatura.** 2019. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

DA SILVA, Wesley R. *et al.* Manufatura Avançada para Produção Agrícola usando Inteligência Artificial e IoT. 2019.

HAUPT, Leandro. Indústria 4.0: inteligência artificial aplicada ao processo de curtimento na indústria do couro. 2022.

HUANG, K.; LI, H.; ZHANG, J. (2018). Environmental Sustainability in Manufacturing: A Review on Process Planning and Scheduling, Green Manufacturing, and Lean Manufacturing. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, 140(10), 100801, 2018.

MODESTI, Paulo Henrique et al. Método baseado em inteligência artificial para previsão do prazo de entrega de tarefas em estações de manufatura. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

MONTINI, D. Á. *et al.* Um meta-algoritmo para otimização de planejamento em linha de produção de software. *In: VIII International Conference on Engineering and Computer Education-ICECE*, p. 3-6, 2013.

REIS, H. M. G.; MIRANDA, L. F. P.; DAMY, A. S. A. A inteligência artificial-IA. **Revista do Curso de Direito do Centro Universitário Brazcubas**, v. 3, n. 1, 2019.