

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ISMERALDO TOMÉ DOS SANTOS NETO
OZÉIAS JOSÉ DE ARAÚJO DO NASCIMENTO
RAMON VERÇOSA DE LIMA**

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE MATERIAIS

**RECIFE
2023**

**ISMERALDO TOMÉ DOS SANTOS NETO
OZÉIAS JOSÉ DE ARAÚJO DO NASCIMENTO
RAMON VERÇOSA DE LIMA**

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE MATERIAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC do Curso de Engenharia de
Produção do Centro Universitário Brasileiro -
UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão
do curso.

Orientador(a): Prof MSc Mário Mardone da Silva

RECIFE
2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

S237i Santos Neto, Ismeraldo Tomé dos.
Inteligência artificial na gestão de materiais/ Ismeraldo Tomé dos Santos
Neto; Ozéias José de Araújo do Nascimento; Ramon Verçosa de Lima. -
Recife: O Autor, 2023.
35 p.

Orientador(a): MSc. Mário Mardone da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Engenharia de Produção,
2023.

Inclui Referências.

1. Inteligência. 2. Artificial. 3. Indústria 4.0. 4. Gestão. 5. Materiais. I.
Nascimento, Ozéias José de Araújo do. II. Lima, Ramon Verçosa de. III.
Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 658.8

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus em primeiro lugar por nos capacitar até aqui. O desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso foi um conjunto de idéias que contou com ajuda de várias pessoas, onde desde já agradeço:

Ao professor orientador Mario Mardone, que durante esses 5 meses acompanhou nosso grupo pontualmente, dando todo apoio e auxílio na elaboração desse relatório. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Seu conhecimento, experiência e dedicação foram fundamentais para a conclusão deste projeto. Agradecemos também por sua paciência e compreensão durante todo o processo.

Ao professor Bruno Ferreira sendo o responsável pela disciplina de gestão de materiais, onde ajudou nosso grupo a escolher o tema proposto nesse trabalho. A todos os professores do curso de Engenharia de Produção, que nesses 5 anos através de seus ensinamentos permitiram que esse grupo hoje pudesse estar finalizando esse trabalho.

Aprendemos muito com vocês durante esses anos. Seus ensinamentos foram fundamentais para nossa formação profissional. Agradecemos por compartilharem seus conhecimentos e experiências conosco.

Aos familiares de cada membro desse grupo, por ter nos apoiados nessa trajetória difícil e não permitir que nenhum de nós desistíssemos. Sua compreensão e apoio foram essenciais para a conclusão deste trabalho. Vocês foram nossa força durante os momentos difíceis. Agradecemos por estarem sempre ao nosso lado.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, nosso sincero agradecimento.

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível”.

Max Weber

RESUMO

Nos últimos anos emergiu a inteligência artificial (IA) como uma opção de força no desempenho de processos variados e sendo adotada para otimização na gestão de recursos. Nesse sentido, a IA é uma alternativa que contribui nesse setor, pois é baseada em um conjunto de ferramentas tecnológicas que podem automatizar processos de estoque e logística, fazendo com que as empresas possam realizar tarefas como a de gestão de materiais com mais agilidade e precisão. Embora a IA ofereça inúmeras oportunidades para melhorar a eficiência e a precisão na gestão de materiais, também apresenta desafios. Portanto, este trabalho visa mostrar o impacto da IA na gestão de materiais, destacando sua aplicação, benefícios e desafios das organizações e os avanços tecnológicos, analisando como o tema vem sendo abordado na área, identificando os principais desafios e potencialidades, realizando uma análise comparativa entre o uso da IA e a abordagem convencional e descrevendo recomendações para a sua utilização. O presente trabalho adotou uma abordagem de pesquisa qualitativa, baseada na análise de artigos científicos que abordam a aplicação da inteligência artificial (IA) na gestão de materiais nas organizações. O Estudo buscou apresentar a IA como ferramenta na Gestão de Materiais, foi abordado o histórico da inteligência Artificial, bem como os tipos de IA existentes, e suas funcionalidades. Diante da pesquisa realizada, percebe-se que a Inteligência Artificial é uma grande aliada, podendo oferecer soluções para otimização de processos.

Palavras-chave: Inteligência; Artificial; Indústria 4.0; Gestão; Materiais.

ABSTRACT

In recent years, artificial intelligence (AI) has emerged as a powerful option in the performance of various processes and is being adopted for optimization in resource management. In this sense, AI is an alternative that contributes to this sector, as it is based on a set of technological tools that can automate inventory and logistics processes, enabling companies to carry out tasks such as materials management with more agility and precision. . While AI offers numerous opportunities to improve efficiency and accuracy in materials management, it also presents challenges. Therefore, this work aims to show the impact of AI on materials management, highlighting its application, benefits and challenges for organizations and technological advances, analyzing how the topic has been approached in the area, identifying the main challenges and potentialities, carrying out a comparative analysis between the use of AI and the conventional approach and describing recommendations for its use. The present work adopted a qualitative research approach, based on the analysis of scientific articles that address the application of artificial intelligence (AI) in materials management in organizations. The Study sought to present AI as a tool in Materials Management, the history of Artificial intelligence was covered, as well as the types of existing AI and their functionalities. In view of the research carried out, it is clear that Artificial Intelligence is a great ally and can offer solutions for process optimization.

Keywords: Artificial; intelligence; Industry 4.0; Materials; Management.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Evolução das Revoluções Industriais | 14 |
| Figura 2 – Elementos formadores da Indústria 4.0 | 16 |
| Figura 3 – Princípios de operação das etiquetas RFID | 18 |
| Figura 4 – Linha do tempo das origens da IA | 20 |
| Figura 5 – Classificação por nível de semelhança com a mente humana | 22 |
| Figura 6 – Deep Blue da IBM | 22 |
| Figura 7 – Assistente Virtual Alexa | 23 |
| Figura 8 – Classificação por funcionalidade e técnica | 24 |
| Figura 9 – Representação do <i>Machine Learning</i> e <i>Deep Learning</i> em relação a IA .. | 25 |
| Figura 10 – Principais stakeholders relacionado a gestão de materiais | 28 |
| Figura 11 – Fluxo de materiais e serviços em uma empresa | 28 |
| Figura 12 – Classificação dos materiais em função do seu fluxo | 29 |
| Figura 13 – Diagrama dos processos da área de estoque | 31 |
| Figura 14 – Fluxograma da metodologia | 32 |
| Figura 15 – Utilização das tecnologias digitais na Indústria Brasileira | 33 |
| Figura 16 – Lista das 18 tecnologias digitais | 33 |
| Figura 17 – Barreiras internas que dificultam a adoção da IA | 37 |
| Figura 18 – Barreiras externas que dificultam a adoção da IA | 38 |
| Figura 19 – Benefícios obtidos ao adotar tecnologias digitais | 39 |
| Figura 20 – Quadro comparativo do uso da IA | 40 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| AGI | INTELIGÊNCIA GERAL ARTIFICIAL |
| ANI | INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ESTREITA |
| ASI | SUPERINTELIGÊNCIA ARTIFICIAL |
| CNI | CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS |
| CPS | SISTEMAS CIBERFÍSICOS |
| GPS | SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL |
| IA | INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL |
| IBM | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION |
| IOS | INTERNET DE SERVIÇOS |
| IOT | INTERNET DAS COISAS |
| RA | REALIDADE AUMENTADA |
| RFID | IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA |
| RNA | REDES NEURAIS ARTIFICIAIS |
| RV | REALIDADE VIRTUAL |
| M2M | COMUNICAÇÃO MÁQUINA A MÁQUINA |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 Problemática..... | 12 |
| 1.2 Objetivos..... | 13 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 13 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 13 |
| 1.3 Justificativa | 13 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 2.1 A indústria 4.0..... | 14 |
| 2.2 Inteligência Artificial (IA) | 19 |
| 2.3 Conceitos da IA | 20 |
| 2.4 Tipos da IA | 21 |
| 2.5 <i>Machine Learning</i> e <i>Deep Learning</i> | 25 |
| 2.6 Gestão de Recursos Materiais | 26 |
| 2.7 Gestão de Compras | 29 |
| 2.8 Gestão de Estoque..... | 30 |
| 3 METODOLOGIA | 31 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 32 |
| 4.1 Gestão de Materiais nas Organizações..... | 32 |
| 4.2 Desafios e Potencialidades | 37 |
| 4.3 Análise Comparativa | 39 |
| 4.4 Recomendações de Uso da IA..... | 40 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 42 |
| REFERÊNCIAS | 43 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos emergiu a inteligência artificial (IA) como uma opção de força no desempenho de processos variados, sendo adotada para otimização na gestão de recursos. De acordo com Santander (2023), a inteligência artificial permite que os processos ocorram de forma estratégica, proporcionando a redução ou evitando erros que, normalmente, passariam despercebidos.

Dentre os processos importantes nas organizações, destaca-se a logística em função de sua importância atual, onde as empresas buscam redução de custos através de produção enxuta. Com relação a isso, o site Intermodal Digital(2021) afirma que os sistemas de IA ajudam a determinar a quantidade necessária de mão de obra, horas de trabalho e insumos serão necessários, além de contribuir para considerar diferentes variáveis e situações, permitindo uma projeção mais assertiva.

Nesse sentido, a IA é uma alternativa que contribui na gestão de materiais, pois é baseada em um conjunto de ferramentas tecnológicas que podem automatizar processos de estoque e logística, fazendo com que as empresas possam realizar tarefas como a de gestão de materiais com mais agilidade e precisão. Para Pereira (2019), sistemas baseados em inteligência artificial (IA) podem ser empregados no gerenciamento e controle de estoques, reduzindo a margem de erros a quase zero. Além disso, segundo Neto (2020), a IA oferece aos líderes a oportunidade de realizar um processo de tomada de decisões muito mais ágil e assertivo.

1.1 PROBLEMÁTICA

O Brasil, como muitos outros países, enfrenta desafios tecnológicos em relação à IA. De acordo com Amante (2023), a conexão de internet de má qualidade no Brasil pode impactar negativamente em sua evolução de várias maneiras, incluindo a dificuldade de acesso a grandes quantidades de dados. Isso é algo negativo, pois a matéria prima da IA são os dados e, portanto dificuldades em seu tratamento podem ocasionar inconsistências.

Embora a IA ofereça inúmeras oportunidades para melhorar a eficiência e a precisão na gestão de materiais, também apresenta desafios, como a falta de infraestrutura tecnológica, a escassez de profissionais qualificados e a inexistência de investimentos inovadores. Segundo a International Business Machines

Corporation - IBM (2022), a falta de ferramentas, complexidade de projetos ou dados, habilidades limitadas de IA, experiência ou conhecimento continuam sendo a maior barreira para a adoção de IA na América Latina.

É fundamental, portanto, entender como essas dificuldades, incluindo a infraestrutura de internet e a falta de recursos especializados, impactam a adoção da IA nas organizações. Portanto, este trabalho visa responder a seguinte questão: Qual o impacto da IA na gestão de materiais, destacando sua aplicação, benefícios e desafios das organizações e os avanços tecnológicos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar como tem sido abordada a Inteligência Artificial (IA) e os seus benefícios para a gestão de materiais nas organizações.

1.2.2 Objetivos específicos

- Investigar como vem sendo abordado a IA na gestão de materiais nas organizações;
- Identificar os principais desafios e potencialidades do uso da IA na gestão de materiais;
- Realizar uma análise comparativa entre o uso da IA e as abordagens convencionais de gestão de materiais;
- Descrever recomendações para a utilização da IA na gestão de materiais.

1.3 JUSTIFICATIVA

Estudos focados em investigar como a IA está sendo adotada nas organizações, identificando os métodos e tecnologias utilizados, e comparando essas abordagens com métodos convencionais, podem oferecer uma visão abrangente dessa transformação tecnológica e ajudar as organizações na compreensão desse tema. Além disso, pode fornecer orientações práticas para organizações que tenham interesse na implementação da IA na gestão de materiais.

Por outro lado, este trabalho pode contribuir para a compreensão do papel fundamental da IA na era da transformação digital empresarial, oferecendo percepções para profissionais e pesquisadores interessados em maximizar os benefícios dessa tecnologia e impulsionar a eficiência das operações empresariais. Por fim, a presente pesquisa disponibiliza conhecimento para toda sociedade que tenha interesse no tema e que deseja aprofundar seus conhecimentos e usar a IA no seu dia-a-dia na gestão de suas tarefas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A INDÚSTRIA 4.0

A Revolução Industrial foi um marco crucial na história da humanidade, caracterizado por avanços significativos na tecnologia, produção e transporte. O uso de máquinas a vapor, a mecanização da produção têxtil e o desenvolvimento de novas técnicas de produção em massa foram alguns dos principais impulsionadores desse período de transformação.

A Figura 1 apresenta as grandes transformações industriais, desde a Indústria 1.0 até a Indústria 4.0.

Figura 1 – Evolução das Revoluções Industriais



Fonte: Ferreira (2018).

A Indústria 4.0 refere-se a uma revolução industrial que incorpora tecnologias avançadas de automação, interconexão e análise de dados para melhorar significativamente os processos de produção e manufatura. Esta revolução teve início no século XXI e representou uma mudança fundamental na maneira como os sistemas de produção são projetados, operados e mantidos.

O termo Indústria 4.0, originou-se na Alemanha em 2011, como parte de um projeto estratégico de alta tecnologia do governo alemão que visava promover a computação industrial.

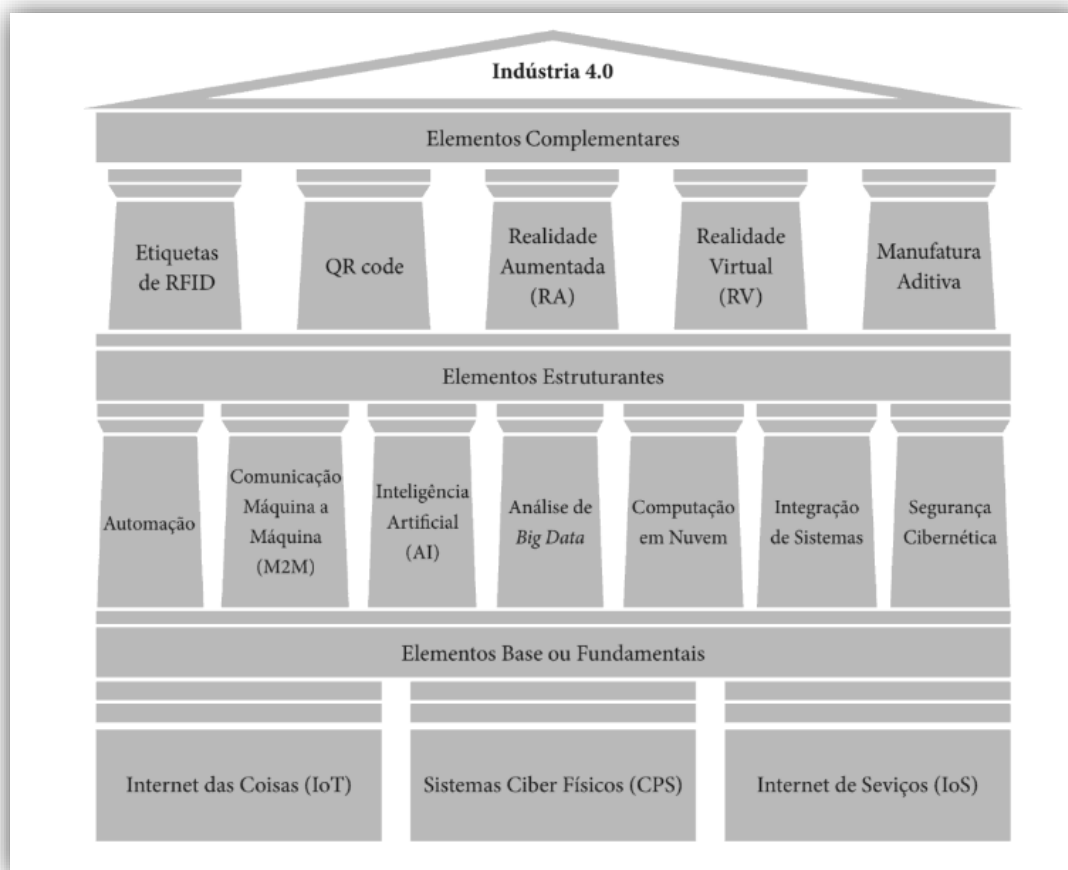
De acordo com Passos (2020), as transformações tecnológicas por qual atravessa a humanidade tem contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais rápidas e eficientes. A Indústria 4.0 é um exemplo desta mudança de paradigma dos novos modelos de negócios, integrando ferramentas sofisticadas, idealizada a partir da incorporação do processo de digitalização às atividades desenvolvidas na indústria.

A Indústria 4.0 é um termo genérico para um novo paradigma industrial que abrange um conjunto de desenvolvimentos industriais futuros relacionados às tecnologias facilitadoras (Weyeret *et al.*, 2015 citado por Rodrigues *et al.*, 2020).

Sacomano *et al.*, (2018), apresenta uma proposta de classificação dos elementos formadores da Indústria 4.0, são eles:

- a) **Elementos base ou fundamentais:** representa a base tecnológica fundamental sobre o qual o próprio conceito da Indústria 4.0 se apóia e sem os quais não poderiam existir.
- b) **Elementos estruturantes:** são tecnologias e/ou conceitos que permitem a construção de aplicações da Indústria 4.0.
- c) **Elementos complementares:** são elementos que ampliam as possibilidades da Indústria 4.0, mas que não necessariamente tornam 4.0 as aplicações industriais que eventualmente os utilizem.

A Figura 2 apresenta os elementos classificados por Sacomano *et al.* (2018):

Figura 2 – Elementos formadores da Indústria 4.0

Fonte: Sacomano *et al.* (2018).

Os três elementos base da Indústria 4.0 são: Internet das coisas (IoT), Sistemas ciberfísicos e Internet de serviços (IoS).

- Internet das coisas (IoT): é a conexão de objetos físicos à internet. A IoT permite que esses objetos coletem e enviem dados para outros dispositivos, como computadores e smartphones. Os dados coletados pela IoT podem ser utilizados para monitorar, controlar e automatizar processos industriais. Um exemplo, são relógios que não são utilizados apenas para marcar as horas, os relógios inteligentes fazem chamadas, monitoram batimentos cardíacos dentre outras funcionalidades. É importante destacar dentro da Internet das coisas o gêmeo digital que segundo a IBM, é um modelo virtual projetado para representar com precisão um objeto físico. O objeto em estudo, por exemplo, uma turbina eólica, é equipado com vários sensores referentes a áreas vitais de seu funcionamento. Tais sensores produzem dados sobre diferentes aspectos do desempenho do objeto físico, como produção de energia, temperatura, condições climáticas, entre outros. Então, esses

dados são transmitidos para um sistema de processamento e aplicados à cópia digital. Uma vez informado com esses dados, o modelo virtual poderá ser usado para executar simulações, estudar problemas de desempenho e gerar possíveis melhorias, tudo com o intuito de gerar insights de alto valor, que poderão ser aplicados no objeto físico original.

- **Sistemas ciberfísicos (CPS):** são sistemas que combinam elementos físicos e digitais para monitorar, controlar e automatizar processos industriais. Os CPS são compostos por sensores, atuadores e softwares que coletam dados do mundo físico e os enviam para o mundo digital. No mundo digital, os dados são analisados e utilizados para tomar decisões que impactam o mundo físico. O Waze (navegação por GPS) é um exemplo de CPS, pois contém informações dos usuários como velocidade, e localização e são repassados para outros usuários que poderão decidir o melhor trajeto baseado nas informações recebidas.
- **Internet de serviços (IoS):** é a conexão de sistemas industriais à internet. A IoS permite que esses sistemas compartilhem dados e recursos entre si. A IoS também permite que os sistemas industriais sejam acessados remotamente, o que pode facilitar a manutenção e a operação desses sistemas. A biometria e o reconhecimento facial são exemplos desse serviço.

Partindo para os elementos estruturantes apresentam-se: Automação, Comunicação máquina a máquina (M2M), a IA, Análise de big data, Computação em nuvem, Integração de sistemas e Segurança Cibernética.

- a) **Automação:** Consiste no uso de máquinas e sistemas para realizar tarefas que antes eram realizadas por humanos. A automação está presente em todos os elementos estruturantes da Indústria 4.0, desde os sistemas ciberfísicos até a segurança cibernética.
- b) **Comunicação máquina a máquina (M2M):** é a capacidade de máquinas e dispositivos se comunicarem entre si sem a intervenção humana. A M2M é essencial para a integração de sistemas e a coleta de dados em tempo real.
- c) **Inteligência artificial (IA):** é a capacidade de máquinas de aprender e tomar decisões de forma autônoma.

- d) **Análise de big data:** é o termo usado para descrever grandes conjuntos de dados que são difíceis de serem analisados com métodos tradicionais. A análise de big data permite que as indústrias identifiquem tendências e padrões que seriam impossíveis de serem detectados de outra forma.
- e) **Computação em nuvem:** A computação em nuvem é um modelo de fornecimento de serviços de computação através da internet. A computação em nuvem está sendo usada para centralizar dados e recursos, o que facilita a integração de sistemas e a análise de big data.
- f) **Integração de sistemas:** é o processo de conectar sistemas diferentes para que possam compartilhar dados e informações. A integração de sistemas é essencial para a Indústria 4.0, pois permite que as indústrias colem e analisem dados de forma mais eficiente.
- g) **Segurança cibernética:** é a proteção de sistemas, redes e dados contra ameaças cibernéticas. A segurança cibernética é essencial para a Indústria 4.0, pois as indústrias estão cada vez mais dependentes de sistemas digitais.

Por fim, os Elementos Complementares são formados por: Etiquetas RFID, QR Code, Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Manufatura Aditiva.

- **Etiquetas RFID:** são etiquetas eletrônicas que podem ser usadas para identificar e rastrear objetos. As etiquetas RFID podem ser usadas em uma ampla gama de aplicações industriais, desde o rastreamento de produtos até o monitoramento de máquinas. A figura 3 apresenta os princípios de operação das etiquetas:

Figura 3 – Princípios de operação das etiquetas RFID



Fonte: Grupo CPCON, (2023).

- QR code: Os QR codes são códigos de barras bidimensionais que podem ser usados para armazenar informações. Os QR codes podem ser usados em uma ampla gama de aplicações industriais, desde a identificação de produtos até a comunicação máquina a máquina.
- Realidade aumentada (RA): A realidade aumentada (RA) é uma tecnologia que permite aos usuários ver informações virtuais sobrepostas ao mundo real. A RA pode ser usada em uma ampla gama de aplicações industriais, desde o treinamento de funcionários até a manutenção de máquinas.
- Realidade virtual (RV): A realidade virtual (RV) é uma tecnologia que permite aos usuários experimentar um mundo virtual. A RV pode ser usada em uma ampla gama de aplicações industriais, desde o design de produtos até o treinamento de funcionários.
- Manufatura aditiva: A manufatura aditiva é um processo de fabricação que cria objetos adicionando material em camadas. A manufatura aditiva pode ser usada para criar produtos personalizados e complexos que seriam difíceis ou impossíveis de serem criados com métodos de fabricação tradicionais.

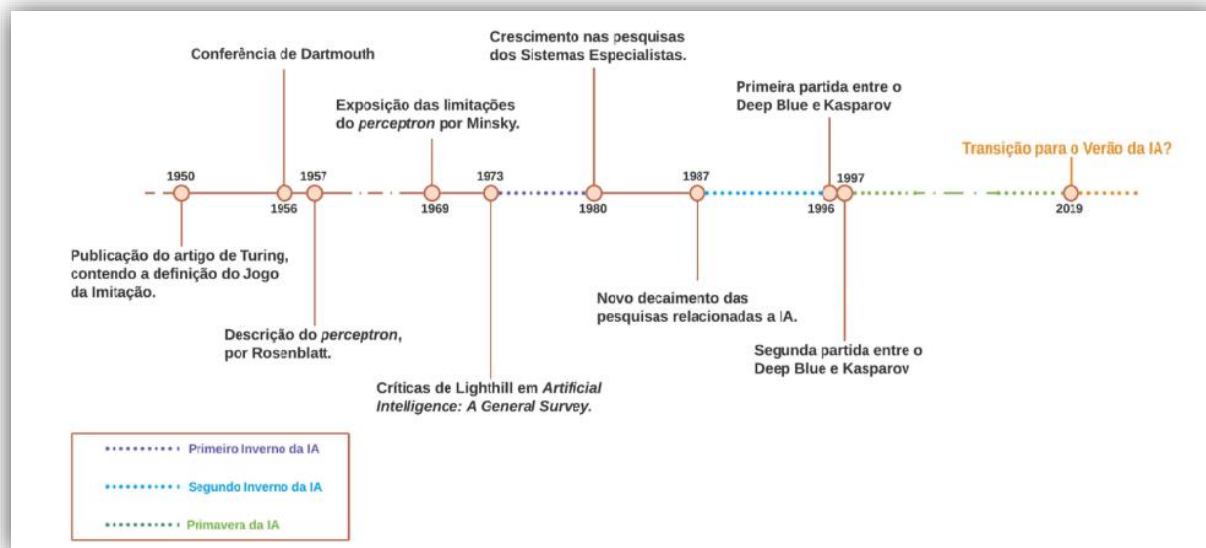
2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

De acordo com Nascimento (2021), a IA é uma área com uma história profunda que não é recente. Ela teve origem na década de 1950 e tem evoluído continuamente ao longo das décadas subsequentes. Segundo o Instituto de Engenharia (2018), as idéias relacionadas com inteligência artificial são de bem antes do surgimento da tecnologia que tornou isso possível. O ser humano sempre quis uma máquina que fizesse o trabalho de agir e pensar que nem ele, e estudos de várias áreas começaram a ir por esse caminho especificamente durante a Segunda Guerra Mundial.

De acordo com X2 Inteligência Artificial (2020), estima-se que a História da inteligência artificial se inicia após a Segunda Guerra Mundial, envolvendo diversos cientistas como Alan Turing e os pesquisadores Marvin Minsky, Jonh McCarthy, Allen Newell e Herbert A. Dando origem em 1956, a inteligência artificial foi investida com a criação de um campo de estudo da IA. Seu objetivo era desenvolver novas criações, logo a ciência começou a ser reconhecida quando formalizaram um termo na conferência de Dartmouth, com a missão de desenvolver máquinas inteligentes.

É oportuno, destacar a linha do tempo das origens da IA, segundo Xavier (2021), conforme Figura 4 a seguir:

Figura 4 – Linha do Tempo das Origens da IA



Fonte: Xavier, (2021).

2.3 CONCEITOS DA IA

A Inteligência Artificial (IA) representa um campo interdisciplinar da ciência da computação que se concentra no desenvolvimento de sistemas e softwares capazes de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana.

Na visão de Cossetti (2018), a Inteligência Artificial é um avanço tecnológico que permite que sistemas simulem uma inteligência similar à humana, indo além da programação de ordens específicas para tomar decisões de forma autônoma, baseadas em padrões de enormes bancos de dados.

Para Spandini (2023) a IA é uma das áreas mais fascinantes e promissoras da tecnologia atual. Ela permite que máquinas e dispositivos eletrônicos realizem tarefas que antes eram exclusivas dos seres humanos. E não apenas tarefas mecânicas, mas também tarefas que exigiam a atuação de profissionais especializados.

Na visão de Lemes (2018), IA é uma ciência e tecnologia baseada em disciplinas como informática, biologia, psicologia, linguística, matemática e engenharia. O seu objetivo é desenvolver computadores que consigam pensar, bem como ouvir, andar, falar e sentir.

A IA é uma disciplina que abrange uma ampla gama de técnicas e abordagens, incluindo o aprendizado de máquina, redes neurais artificiais, processamento de linguagem natural e visão computacional, entre outras. Seu potencial transformador em diversas indústrias e setores é imenso.

A interseção entre a gestão de materiais e a IA representa uma área de pesquisa em crescimento, onde as técnicas de IA estão sendo aplicadas para otimizar a gestão de estoque, a previsão de demanda, a logística e outras atividades relacionadas, criando oportunidades para melhorar ainda mais a eficiência e a eficácia da gestão de materiais em organizações de todo o mundo.

2.4 TIPOS DE IA

Existem vários tipos de IA, cada um com suas próprias características e aplicações. Diferenciá-los é essencial para compreendermos a diversidade e complexidade dessa tecnologia. Através de estabelecimento de critérios de classificação, podemos criar uma estrutura conceitual que nos ajuda a entender, comparar e explorar melhor os diferentes aspectos da IA.

Essa classificação nos permite identificar as nuances e aplicações específicas de cada tipo de IA, assim como entender o grau de autonomia e adaptabilidade que esses sistemas possuem em relação aos problemas que enfrentam. Em última análise, essa diferenciação nos permite ver como a IA pode ser uma extensão da inteligência humana em várias formas, desde a execução de tarefas específicas até o aprendizado contínuo e a tomada de decisões complexas.

De acordo com Costa (2023), as IAs podem ser classificadas por dois critérios gerais: por similaridade com a mente humana e por nível de funcionalidade e técnica.

A classificação por nível de semelhança com a mente humana nos ajuda a entender até que ponto as máquinas podem se assemelhar à cognição humana. Essa classificação pode contribuir na avaliação do grau de complexidade e sofisticação das capacidades cognitivas da IA em relação à mente humana, bem como medir até onde uma IA pode executar funções semelhantes às humanas, com níveis equivalentes de proficiência (Costa, 2023).

A Figura 5 mostra a divisão da classificação por nível de semelhança com a mente humana.

Figura 5 – Classificação por nível de semelhança com a mente humana



Fonte: Costa (2023).

1. **As máquinas reativas:** Foram os primeiros sistemas da IA, não possuem memória, são especialistas em tarefas específicas e programadas para executar uma determinada função. O Deep Blue da IBM (Figura 6), é um exemplo de máquina reativa, venceu *Garry Kasparov* em um duelo de xadrez.

Figura 6– Deep Blue da IBM



Fonte: sciencephotogallery (2023).

2. **As máquinas de memória limitada:** são aquelas que, além de possuírem os recursos de máquinas puramente reativas, também são capazes de aprender

com dados históricos para tomar decisões. Essas máquinas extraem insights e padrões a partir das informações disponíveis em sua memória limitada. Um exemplo é a assistente virtual Alexa, conforme figura 7.

Figura 7– Assistente Virtual Alexa.



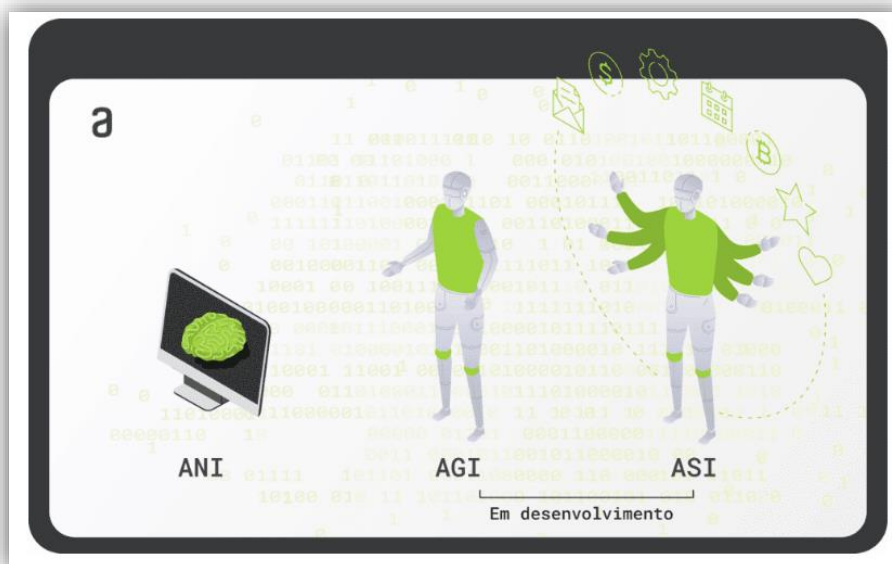
Fonte: Morente (2023).

3. **Teoria da Mente (em desenvolvimento):** Segundo Kovacs (2021), uma teoria de nível mental será capaz de compreender melhor os seres com as quais está interagindo, discernindo suas necessidades, emoções, crenças e processos de pensamento.
4. **Autoconsciente (em desenvolvimento):** é uma área especulativa, até o momento, não temos exemplos concretos de IAs autoconscientes em funcionamento, além das que vemos em filmes de ficção científica. Para Costa (2023), existem extensos debates sobre a ética e a moral no contexto do desenvolvimento e evolução de IAs, bem como o seu uso na comunidade, incluindo a responsabilidade por ações e o bem-estar emocional.

Partindo para a classificação por funcionalidade e técnica, para Costa (2023), essa classificação é mais focada em um jargão técnico, como uma IA que aplica suas capacidades de aprendizado para processar dados, quantas tarefas consegue executar e o quão limitadas elas são para se desenvolverem.

Na IA por funcionalidade e técnica, temos Inteligência Artificial Estreita (ANI), Inteligência Artificial Geral (AGI) e SuperInteligência Artificial (ASI), conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Classificação por funcionalidade e técnica



Fonte: Costa (2023).

1. **Inteligência Artificial Estreita (ANI):** A ANI se refere a sistemas de IA que só podem realizar uma tarefa específica de forma autônoma, usando recursos semelhantes aos humanos. Por serem altamente especializados, os sistemas ANI executam com maestria diversas tarefas específicas, como reconhecimento de imagens, tradução automática, diagnóstico médico, dentre outros. Essa IA também é conhecida como IA Fraca, ou seja é um tipo de inteligência que possui uma capacidade menor de imitar o raciocínio humano.
2. **Inteligência Geral Artificial (AGI) (em desenvolvimento):** Para Kovacs (2021), Inteligência artificial geral é a habilidade do agente de IA em aprender, perceber, compreender e funcionar completamente como um ser humano. Esses sistemas serão capazes de construir de forma independente várias competências e formar conexões e generalizações entre domínios, reduzindo enormemente o tempo necessário para o treinamento. Essa IA também é conhecida como IA Forte, ou seja, capaz de produzir o raciocínio humano.
3. **SuperInteligência Artificial (ASI) (em desenvolvimento):** Para Costa (2023), a ASI é a mais poderosa das Inteligências Artificiais. Enquanto a AGI busca igualar ou se aproximar da inteligência humana, a ASI está além disso, superando amplamente a capacidade intelectual dos seres humanos. A

SuperInteligência Artificial refere-se a um nível de inteligência que ultrapassa significativamente a capacidade cognitiva humana em todas as áreas.

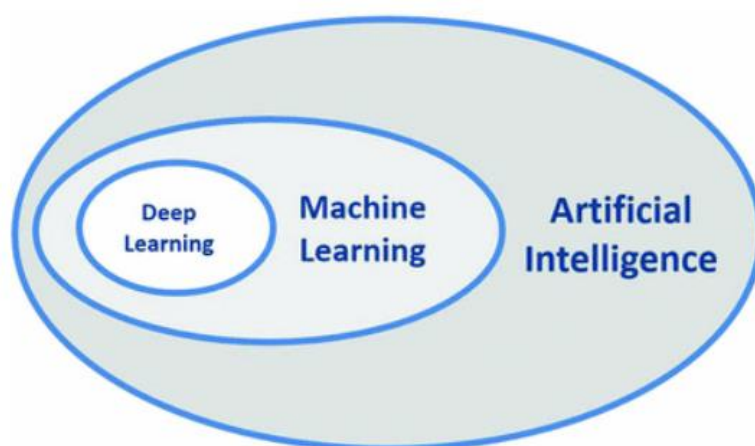
2.5 MACHINE LEARNING E DEEP LEARNING

De acordo com a IBM, a *Machine learning* (“aprendizado de máquina” em português) é uma área da inteligência artificial (IA) e da ciência da computação que se concentra no uso de dados e algoritmos para imitar a maneira como os humanos aprendem, melhorando gradualmente sua precisão. Por meio do uso de métodos estatísticos, os algoritmos são treinados para fazer classificações ou previsões, revelando os principais insights em projetos de mineração de dados. Esses insights subsequentemente conduzem a tomada de decisões em aplicativos e negócios, impactando de forma ideal as principais métricas de crescimento. Os usos mais comuns desse tipo de IA são recomendações de conteúdo, detecção de fraudes, detecção de malwares e manutenção preditiva.

Segundo Baldissera (2023), o *Deep Learning* (“aprendizado profundo” em português) é um subcampo de machine learning que simula o jeito como os seres humanos adquirem certas formas de conhecimento. Ele trabalha principalmente com dados não estruturados, ou seja, que não têm um modelo definido nem foram ordenados. Arquivos de texto e de vídeo, e-mails e imagens são alguns exemplos.

Na Figura 9, Flores (2022), apresenta de forma clara, que a IA contém a *Machine Learning*, que por sua vez contém a *Deep Learning*.

Figura 9 – Representação do *Machine Learning* e *Deep Learning* em relação a IA



Fonte: Flores (2022).

2.6 GESTÃO DE RECURSOS MATERIAIS

A gestão de materiais é uma disciplina crucial em diversos setores empresariais, tendo um papel fundamental na eficiência operacional e na rentabilidade das organizações. Desde a origem dos tempos a atividade de material, já acontecia mesmo que de uma forma muito incipiente, pode-se citar a forma como realizavam trocas de caças e de utensílios e, continuando essa viagem no tempo passou-se também pelas trocas mercantis, até atingir os tempos modernos com a chegada da Revolução Industrial. Pode-se dizer que essa inevitável vontade do homem de produzir, estocar e trocar objetos e mercadorias existe tanto quanto a sua própria existência. (Fernandes, 1987 citado por Setúbal, 2011.)

Segundo Vieira (2009), a história da administração de materiais remonta aos tempos dos homens primitivos, quando as primeiras sociedades começaram a organizar e gerenciar os recursos disponíveis para atender às suas necessidades. No entanto, sua expansão e formalização ocorreram principalmente durante a revolução industrial. Antes desse período, as empresas não lidavam com grandes volumes de itens, o que tornava a gestão de materiais menos complexa.

No geral, uma combinação de pressões econômicas, avanços tecnológicos e mudanças nas práticas comerciais contribuíram para a gestão de materiais se tornar uma parte essencial das operações comerciais modernas.

Na visão de Martins (2019), “a gestão de materiais está relacionado ao controle do estoque de uma empresa, o que engloba uma sequência de operações, que vão desde a identificação do fornecedor até armazenagem e transporte. Isso inclui ainda o monitoramento de matérias-primas para que a previsão de gastos seja cumprida sem falta ou excesso”.

Para Leão (2023), “a gestão de materiais é o planejamento e controle da compra, manutenção e utilização dos materiais utilizados pela empresa. O objetivo é garantir um fluxo contínuo de estoque, sem excesso de gastos e mantendo a qualidade desejada”.

De acordo com Ribeiro (2015), para fins de gestão, os recursos materiais, em sentido amplo, podem ainda ser classificados em duas subcategorias: os recursos materiais em sentido estrito e os recursos patrimoniais, assim definidos:

Recurso material, em sentido estrito, é todo bem físico (tangível) empregado em uma organização que detém natureza não permanente. Em geral, constituem-se

em materiais que são consumidos ao longo do tempo, constituindo-se, usualmente, bens de estoque. Apesar de ser esta uma classificação contábil, o conceito de recurso material, em sentido estrito, aproxima-se sobremaneira do inerente a material de consumo.

Recurso patrimonial é todo o bem físico (tangível) empregado em uma organização que detém natureza permanente. Em geral, os bens patrimoniais podem ser de três tipos: imóveis (prédios, terrenos etc.), instalações (uma central de ar condicionado, por exemplo) e materiais permanentes (máquinas, móveis, computadores etc.).

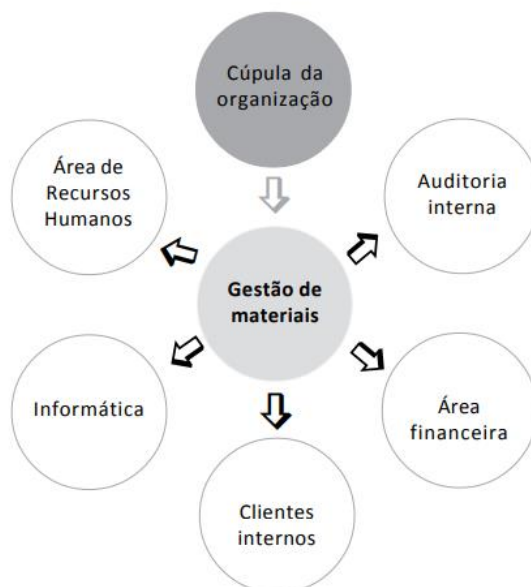
A gestão de materiais abrange um espectro amplo de atividades, incluindo planejamento, organização e controle do fluxo de materiais, desde a sua aquisição até o seu uso ou disposição final.

Conforme observado por Leão (2023), “uma gestão eficaz de materiais oferece uma série de vantagens estratégicas para as empresas. Isso inclui garantir que os materiais necessários para a produção estejam sempre disponíveis, minimizar as perdas de materiais no estoque e no almoxarifado, agilizar os processos de requisição e entrega de materiais, e evitar o acúmulo excessivo de estoque, o que pode representar um investimento desnecessário”.

De acordo com Everflow (2023), “gerir materiais significa controlar e fiscalizar tudo o que diz respeito aos materiais utilizados para subsidiar as atividades da empresa”.

Para Fenili (2013), muitos dos processos conduzidos pela área de Gestão de Materiais são considerados como dos mais transversais em uma organização. Ao considerar os setores ou atores organizacionais que, direta ou indiretamente, afetam ou são afetados pelas atividades da Administração de Materiais, estamos fazendo uma análise dos stakeholders envolvidos. A Figura 10 apresenta os principais stakeholders relacionados a atuação da área de Gestão de materiais:

Figura 10 – Principais stakeholders relacionado a atuação da gestão de materiais



Fonte: Felini (2013).

Segundo Oliveira (2022) , entende-se o fluxo de materiais insumos e demais serviços da empresa como a base do processo, que resultará no serviço prestado ou no produto disponibilizado no mercado. A figura 11 apresenta o fluxo de materiais e serviços de uma empresa.

Figura 11 – Fluxo de materiais e serviços em uma empresa



Fonte: Oliveira (2022).

Segundo Chiavenato (2005), o fluxo de materiais faz com que estes se modifiquem gradativamente ao longo do processo produtivo. E, à medida que os materiais fluem pelo processo produtivo, passam a receber diferentes classificações. A classificação de materiais mais comum é a seguinte:

- a) Matérias-primas
- b) Materiais em processamento
- c) Materiais semi-acabados

- d) Materiais acabados ou componentes
- e) Produtos acabados

As matérias-primas são os materiais básicos utilizados no processo de produção de uma empresa. São elas que dão origem aos produtos finais. Já os materiais em processamento, são os materiais que estão sendo transformados no processo produtivo de uma empresa. Eles são intermediários entre as matérias-primas e os produtos acabados.

Entende-se por materiais semi-acabados aqueles que sofreram algumas transformações durante o processo de produção, mas ainda não estão prontos para o consumo. Já os materiais acabados ou componentes são peças ou componentes individuais que já estão prontos para serem montados em um produto final. E por fim fechando o fluxo conforme figura 12, temos os produtos acabados são aqueles que já passaram por todas as etapas do processo produtivo e estão prontos para serem vendidos ou utilizados.



Fonte: Chiavenato (2005).

A gestão de materiais é essencial para qualquer empresa. As quantidades de materiais devem ser planejadas e controladas para evitar faltas, que podem paralisar a produção, ou excessos, que podem elevar os custos operacionais.

2.7 GESTÃO DE COMPRAS

A aquisição de matérias-primas, suprimentos e componentes é um processo fundamental para qualquer empresa. Ela é responsável por garantir que a empresa tenha os materiais necessários para produzir seus produtos ou serviços.

Para Chiavenato (2005), o conceito de compras envolve todo o processo de localização de fornecedores e fontes de suprimento, aquisição de materiais por meio de negociações de preço e condições de pagamento, bem como o acompanhamento do processo, junto aos fornecedores escolhidos e o recebimento

do material comprado para controlar e garantir o fornecimento dentro das especificações solicitadas.

2.8 GESTÃO DE ESTOQUES

Todas as empresas, sejam industriais ou de serviços, precisam armazenar os materiais que utilizam para realizar suas atividades. Sejam matérias-primas, componentes ou produtos acabados, os estoques são essenciais para o funcionamento de qualquer empresa

A gestão de estoques é uma atividade essencial, pois pode afetar diretamente os seus resultados financeiros. Um estoque excessivo pode gerar custos desnecessários, como custos de armazenamento, depreciação e obsolescência. Um estoque insuficiente pode causar perdas de vendas, de produção ou de produtividade.

De acordo com Chiavenato (2005), estoque é a composição de materiais, que em determinado momento não é utilizado na empresa, mas que será utilizado futuramente. Desta forma, o conceito de estoque inclui toda a variedade de materiais que empresa possui e utiliza no processo de produção de seus produtos e/ou serviços.

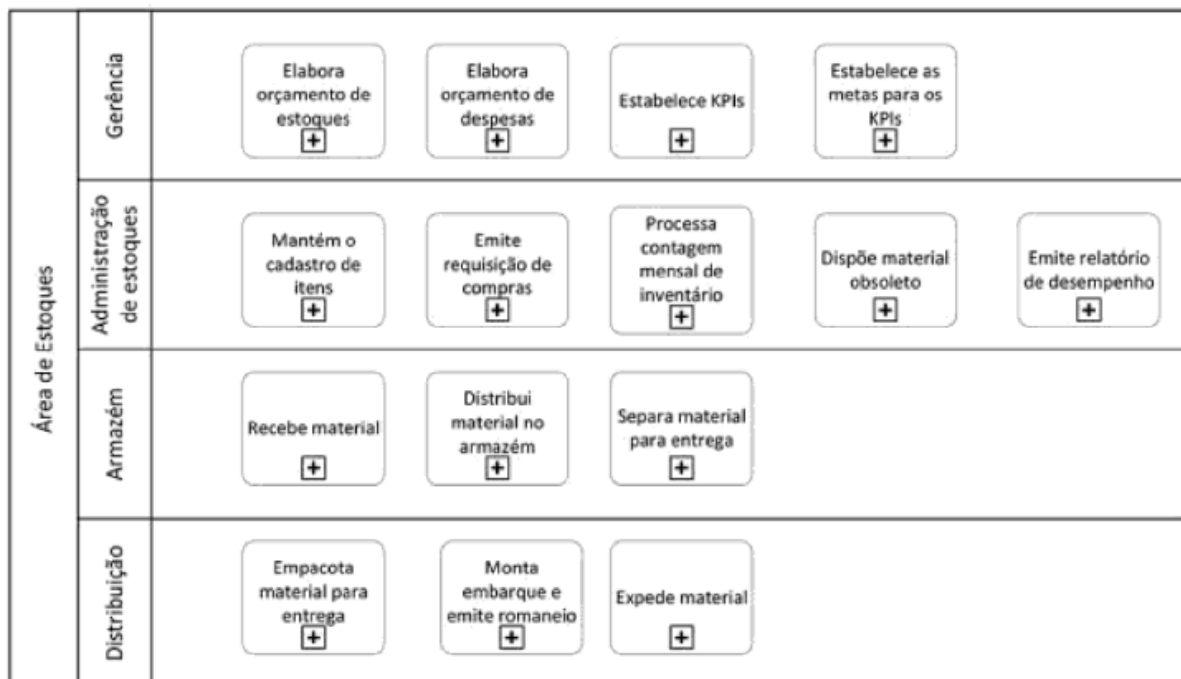
Freitas (2008) considera a gestão de estoque uma das atividades chave para a administração da empresa, pois ela está relacionada com a eficiência das empresas em gerirem seus processos.

Para Silva (2020), a gestão de estoque tem três objetivos, sendo eles:

- a) Maximizar sistematicamente o nível de serviço, ou o nível de atendimento da demanda, por meio do aumento da disponibilidade de itens em estoque.
- b) Reduzir sistematicamente os custos totais dos estoques, por meio do aumento do giro dos estoques ou por meio da redução do investimento em estoques, bem como pela redução de seus custos unitários.
- c) Maximizar sistematicamente a eficiência operacional dos processos de suprimento (aquisições, transferências e/ou produção de materiais e produtos acabados), por meio da redução de custos.

Na Figura 13 podemos observar os diversos processos que freqüentemente estão sob a responsabilidade do gestor de estoques:

Figura 13 – Diagrama dos processos da área de estoque



Fonte: Accioly *et al.* (2019).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho adotou uma abordagem de pesquisa qualitativa, baseada na análise de artigos científicos que abordam a aplicação da inteligência artificial (IA) na gestão de materiais nas organizações. A figura 13, apresenta o fluxo da metodologia aplicada.

A coleta de dados foi realizada por meio da revisão sistemática de artigos científicos, livros e sites. A revisão permitirá analisar como a IA é abordada na gestão de materiais com base na pesquisa.

A seleção dos trabalhos para revisão será baseada em critérios de inclusão, como relevância para o tema, data de publicação e rigor metodológico. A pesquisa buscará artigos, livros e publicações recentes que discutem a aplicação da IA na gestão de materiais em diferentes contextos organizacionais.

Os artigos selecionados serão analisados em profundidade para extrair informações sobre as abordagens, desafios, benefícios e recomendações relacionadas à IA na gestão de materiais nas organizações.

Figura 14– Fluxograma da metodologia



Fonte: Autoria própria (2023).

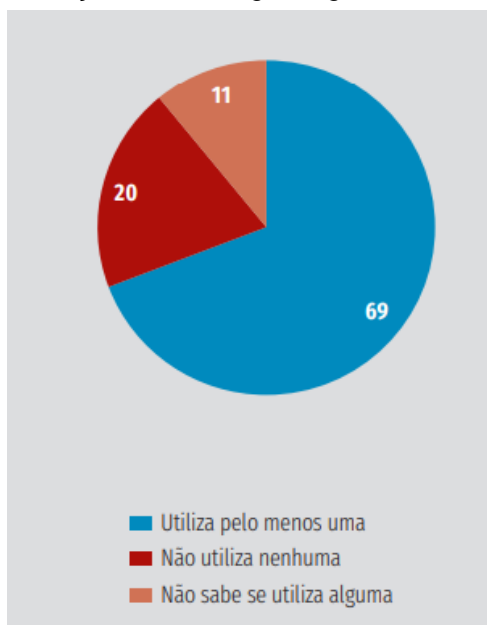
A análise dos artigos permitirá a identificação dos principais desafios enfrentados pelas organizações na adoção da IA na gestão de materiais, bem como as potencialidades e benefícios percebidos conforme discutidos na pesquisa científica.

Com base nos dados encontrados, serão apresentadas recomendações práticas derivadas das pesquisas existentes. Essas recomendações podem fornecer insights valiosos para organizações que desejam implementar a IA na gestão de materiais com base em evidências científicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Gestão de materiais nas organizações

Segundo a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) (2022), em pesquisa realizada em 2021, conforme ilustrado na Figura 15, os números apontam que 69% das empresas industriais já utilizava pelo menos uma tecnologia digital em uma lista que apresenta 18 diferentes aplicações (apresentada na Figura 16).

Figura 15 – Utilização de tecnologias digitais na Indústria Brasileira

Fonte: CNI (2022).

Figura 16 – Lista das 18 tecnologias digitais

| TECNOLOGIAS | |
|-------------|---|
| 1 | Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento e manufatura de produtos |
| 2 | Prototipagem rápida, impressão 3D e similares |
| 3 | Design assistido por inteligência artificial |
| 4 | Simulações/análise de modelos virtuais para projeto e comissionamento (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.) |
| 5 | Automação digital sem sensores, uso de Controlador Lógico Programável (CLP) sem sensores |
| 6 | Automação digital com sensores para controle de processo |
| 7 | Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis |
| 8 | Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA* |
| 9 | Sistemas integrados de manufatura, como comunicação M2M (máquina-máquina) |
| 10 | Aplicações de Inteligência Artificial para soluções na fábrica |
| 11 | Simulação de processos e gêmeos digitais (<i>Digital Twins</i>) |
| 12 | Manufatura aditiva, robôs colaborativos (<i>cobots</i>) |
| 13 | Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) do processo produtivo |
| 14 | Inspeção da qualidade automatizada ou avançada |
| 15 | Ferramentas digitais que aumentam as capacidades dos trabalhadores (<i>smart glasses, smart watches, etc.</i>) |
| 16 | Incorporação de serviços digitais nos produtos (<i>Internet das Coisas</i> ou <i>Product Service Systems</i>) |
| 17 | Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) sobre o mercado; monitoramento do uso dos produtos pelos consumidores |
| 18 | Ferramentas digitais de relacionamento com o cliente (<i>chatbots, atendimento ao cliente interativo, etc.</i>) |

Fonte: CNI (2022).

No contexto da gestão de estoques, a IA oferece uma abordagem revolucionária para determinar a localização ideal dos estoques. Considerando

fatores como a demanda dos clientes, custo do transporte, disponibilidade de espaço e conformidade com legislação local, a IA proporciona uma análise rápida e eficiente. Neste sentido a tabela a seguir, mostra a abordagem de grandes empresas, (A Lojas Renner, a Burger King®, a Amazon e a Coca-cola Andina), que utilizam a IA em seus processos.

Gestão de materiais nas organizações

| Tipo de Organização | Abordagem | Autores |
|------------------------------------|--|--|
| Lojas Renner – Varejo, moda | <ul style="list-style-type: none"> - RFID • Precisão do estoque • Aumento de vendas nas plataformas digitais • Rapidez e facilidade para realização de inventário • Checkout mais eficiente | De acordo com Ribeiro (2023), a empresa reduziu 87% da ruptura do estoque com a implantação dessa tecnologia. Além de aumentar a acurácia dos estoques em 64%. |
| Burger King® – fast food | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Machine Learning</i> • Precisão do estoque • Pedido de insumos • Eficiência e agilidade na cadeia logística | Segundo Freitas (2023), o cliente também se beneficia com o <i>Machine Learning</i> do sistema Sentinella (usado pela Burger King®), devido à eficiência operacional utilizada na checagem de estoque, que analisa com agilidade as tomadas de decisões e, principalmente, evita o desperdício de itens sob uma ótica de gestão de estoque otimizada por IA. |

| | | |
|--|---|---|
| Amazon – ecommerce | <ul style="list-style-type: none"> - RFID - <i>Machine Learning</i> - Gêmeo Digital • Precisão do estoque • Tempo e mobilidade | <p>Neri (2023), afirma que além de agilizar e facilitar o processo de estocagem, o <i>Machine Learning</i> (aprendizado de máquina) também contribui para que a mercadoria presente no centro de distribuição seja correspondente ao produto inscrito no sistema.</p> |
| Coca-cola Andina Brasil - Bebidas | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Machine Learning</i> - <i>Deep Learning</i> | <p>Segundo Parra (2021), a fábrica da Coca-cola Andina, é uma referência para a indústria de bebidas, uma vez que utilizou o que existe de mais moderno em conceitos de fabricação, totalmente ligados aos pilares da indústria 4.0.</p> |

Segundo o site da Lojas Renner, a empresa é a maior varejista de moda no Brasil, seu ecossistema conta com 412 lojas Renner (incluindo 8 lojas no Uruguai, 4 na Argentina e 9 Ashua), 119 Camicado e 104 Youcom, além das suas plataformas online. De acordo com Faccio (2022), diretor presidente da empresa, a implementação do RFID é estratégica para a evolução dos negócios e para aprimorar cada vez mais a experiência de compra. Com esta inovação, melhorou a acuracidade dos nossos estoques, a disponibilidade das mercadorias à venda e a produtividade das operações, com aprimoramento contínuo da gestão e foco no encantamento dos clientes. Em 2023, a empresa ganhou um prêmio internacional da área de RFID, reconhecida pela implementação de um projeto pioneiro de gestão, controle, reposição e segurança de estoques usando RFID. A inovação automatiza a

leitura de tudo o que está disponível, deixando claro em tempo real o volume de cada peça em cada loja.

De acordo com o site da Burger King®, a empresa é a segunda maior rede de fast food do mundo. A empresa usa IA para otimizar o pedido de insumos das lojas, apoiando o gerente com sugestões de reposição de estoque conforme o comportamento de vendas e os possíveis eventos sazonais. O Vice-presidente de tecnologia da Zamp que detém a marca Burger King® Igor Freitas afirma que a nova tecnologia do sistema de pedidos dos restaurantes contribui para a política de zero desperdício da empresa, fazendo com que toda a cadeia de suprimentos se beneficie, reduzindo custos da operação.

Para Neri (2023), uma das responsáveis pela agilidade do sistema da Amazon gigante do e-commerce, é a tecnologia *Machine Learning*, o recurso é capaz de analisar padrões e, a partir deles, ganhar experiência para fazer previsões. Graças à tecnologia, já se sabe exatamente onde os produtos serão estocados no momento em que são bipados isto é, quando são registrados. A empresa usa ainda a tecnologia de gêmeo digital que faz com que os produtos sejam armazenados de maneira curiosa. O mais comum seria que itens de um mesmo nicho fossem agrupados em um local específico, mas não é isso que acontece. Segundo Neto (2023), os produtos iguais não são armazenados no mesmo lugar. Eles são bagunçados para otimizar. Assim, caso todas as unidades da mercadoria estejam armazenadas no mesmo lugar, haverá um "engarrafamento de funcionários" nessa parte do depósito, o que também iria atrapalhar a logística para com outros produtos. No entanto, como as mercadorias estão dispostas em locais diferentes, o trânsito fica livre. Por isso, o que aparenta estar "bagunçado" a olho nu, na verdade, está minuciosamente calculado pela inteligência artificial da Amazon.

Na Coca-cola Andina , localizada no Rio de Janeiro, segundo Parra (2021), a produção da fábrica, segue os pilares da Indústria 4.0 com processos digitalizados e tecnologias de ponta que posicionam essa fábrica como uma das mais modernas e inovadoras do mundo. Esta base de informação é o fundamento de todas as tecnologias envolvidas com o conceito da indústria 4.0. Sistemas *Machine learning* e *Deep learning*, por exemplo, só têm sua aplicação possível pela geração de dados completos que estão constantemente orientando os esforços de desenvolvimento.

4.2 Desafios e potencialidades

Como todo processo de implantação a IA, também apresenta desafios a ser superados, tanto de ordem interna, como externa. A CNI (2022) destacou em sua pesquisa um comparativo entre os anos de 2016 e 2021, relacionados aos desafios e barreiras enfrentados para a implantação dessas tecnologias. A Figura 17 a seguir, apresenta às barreiras internas, dando destaque a questão do alto custo de implantação que totalizou 66% nos anos avaliados, o que mostra que mesmo após 5 anos da primeira avaliação, os números se repetem e confirmam que de fato as empresas esbarram na questão financeira. Vale destacar ainda, que seguidos do alto custo de implantação, a estrutura e cultura da empresa, falta de clareza na definição do retorno sobre o investimento e falta de conhecimento técnico sobre as tecnologias digitais foram os pontos mais citados.

Figura 17 – Barreiras internas que dificultam a adoção da IA



Fonte: CNI (2022).

Sobre as barreiras externas, a CNI (2022), apresenta os números ilustrados na Figura 18::

Figura 18 – Barreiras externas que dificultam a adoção da IA

Fonte: CNI (2022).

É observado como principal barreira a falta de mão de obra qualificada. Percebeu-se ainda, que em comparação a 2016 houve uma queda de 7%, acredita-se que há uma especialização na área. Outro ponto que apresentou uma queda de 8% é sobre a identificação de tecnologia, nota-se que há mais discussões sobre o assunto. É oportuno destacar ainda, sobre a questão da infraestrutura de telecomunicações do país considerada como insuficiente, mesmo com a queda comparativa de 7% apresentada na figura acima, ainda há um grande desafio relacionado a conexão brasileira, como citado por Amante (2023), que aponta a conectividade brasileira como um ponto de atenção na implementação da IA, segundo o autor relatórios recentes demonstram que a qualidade da conexão de internet no Brasil é insuficiente se comparada com outros países desenvolvidos.

De acordo com a CNI (2022), independentemente do porte ou do setor analisado, os principais benefícios obtidos com o uso das tecnologias digitais são relacionados com as tecnologias mais adotadas pela indústria, ou seja, as que têm foco em processo produtivo. Segundo a pesquisa realizada 7 a cada 10 empresas (72%) apontaram o aumento da produtividade como um dos cinco principais benefícios obtidos pela empresa com o uso de tecnologias digitais, tornando esse benefício o mais assinalado, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Benefícios obtidos ao adotar tecnologias digitais



Fonte: CNI (2022).

A figura aponta ainda, a melhora da qualidade dos produtos ou serviços, e a redução de custos operacionais como benefícios que merecem destaque.

4.3 Análise comparativa

Em comparação ao modelo tradicional de gestão de materiais, a IA apresenta diferenças relacionadas aos métodos usados, na Figura 20 a seguir, pode se analisar alguns processos.

Figura 20 – Quadro comparativo do uso da IA

| PROCESSO | GESTÃO IA | GESTÃO TRADICIONAL | AUTORES |
|---------------------|--|--|---|
| INVENTÁRIO | Rapidez, economia de tempo, diminuição de erros de contagem. O resultado do inventário em algumas horas. | Contagem de itens realizado por pessoas sujeito a erros, em alguns casos tem duração de dias. | Com o volume logístico aumentando, erros de verificação podem ser mais constantes e a inspeção visual baseada em inteligência artificial pode detectar avarias. Capaz de reduzir o tempo de inspeção e indicar a avaria específica (GESING, et al., 2018). |
| NIVEL DE ESTOQUE | Precisão, facilidade com o uso do RFID, a radiofrequência transmite os dados, transformando em informações em tempo real. | Funcionários conferem os itens e dão entradas e saídas dos mesmos, em alguns casos há erros de produtos tidos como em estoque, mas estão zerados. | Um das tarefas que ocupam mais tempo no estoque é a separação de pedidos, afetando a produtividade diretamente. Para melhorar este processo é possível criar um agente especializado para direcionar os estoquistas para zonas específicas para separação de pedidos, contribuindo para redução de fila de pedidos e gap entre a separação dos itens (MIN, 2010). |
| PEDIDO DE INSUMOS | Rapidez, assertividade, ao cruzar os dados com as saídas, o sistema sinaliza os insumos que devem ser adquiridos, considerando a inclusive a sazonalidade. | Funcionários controlam as saídas e entradas para verificar os produtos que devem ser adquiridos, podendo solicitar itens desnecessários ou em quantidade inferior a demanda. | Segundo Aires, Almeida e Silveira (2019), muitas variáveis interferem no processamento de estoque logístico e avaliá-las com precisão e em tempo real torna-se humanamente impossível, para isso aplica-se a IA nestas situações onde volume de dados e dinâmismos são intrínsecos. |
| PREVISÃO DE DEMANDA | Rapidez nas respostas, interpretação adequada de dados. | Disperdicio, ociosidade no estoque | De acordo com Min (2010) um procedimento de correlação de padrões e um agente especializado podem combinar a experiência humana e mineração de dados para prever a demanda de novos produtos permitindo precisão se comparado com métodos tradicionais. |

Fonte: Autoria própria (2023).

4.4 Recomendações de uso da IA

Entende-se que a Inteligência Artificial pode ser aplicada em diversas áreas. No que diz respeito à gestão de materiais, cabe listar algumas recomendações de uso que possam agregar valor aos processos. Na otimização do estoque e na previsão de demanda dará auxílio no que diz respeito à estimativa da quantidade de produtos que serão vendidos em um determinado período, assim essas informações podem ser usada para otimizar o estoque, evitando que as empresas tenham um estoque excessivo ou insuficiente.

Para Marques (2023), a previsão de demanda e a otimização de estoques baseadas em IA são processos que ajudam as empresas a prever com precisão as

demandas dos clientes por produtos e serviços. Os algoritmos da IA coletam dados de fontes como sazonalidade, feedback do cliente, taxas de pedidos anteriores, fatores ambientais e mudanças econômicas para criar previsões. A IA ainda é recomendada na análise de grandes conjuntos de dados dando precisão e rapidez nas respostas dos processos, auxiliando assim na tomada de decisões.

De acordo com Machado (2022), por conta de sua impressionante capacidade de processar e interpretar dados, sistemas de IA conseguem filtrar e trabalhar com uma quantidade inimaginável de informações, de uma forma que nenhum ser humano poderia fazer. Consequentemente, esses sistemas conseguem obter conhecimento, gerar insights, prever tendências e enxergar oportunidades e possibilidades que jamais conseguiríamos de outra maneira. Quanto mais conhecimento qualificado, maior embasamento uma pessoa tem para apoiar suas decisões.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou apresentar a IA como ferramenta na Gestão de Materiais, foi abordado o histórico da inteligência Artificial, bem como os tipos de IA existentes, e suas funcionalidades. Diante da pesquisa realizada, percebe-se que a Inteligência Artificial é uma grande aliada, podendo oferecer soluções para otimização de processos. Como demonstrado às empresas Amazon, Burger King®, Lojas Renner, e Coca-cola Andina obtêm resultados satisfatórios relacionados ao uso das ferramentas oferecidas pela IA, observa-se que processos que se realizados de forma convencional, não teriam uma rapidez, precisão e retorno maior do que utilizando-se da IA. Contudo devem-se levar em consideração algumas dificuldades que merecem ser trabalhadas para que de fato essa tecnologia possa render bem mais frutos. Tais como: Custos de implantação, falta de profissionais qualificados e principalmente infraestrutura (internet de qualidade). Porém observa-se que há uma mudança significativa principalmente relacionada a discussões sobre a IA, que há bem pouco tempo era um assunto pouco discutido. Sabe-se que a IA oferece uma gama de possibilidades que podem ser trabalhadas para oferecer cada vez mais retornos satisfatórios para todo o processo.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, F. et al. **Gestão de estoques**. Editora FGV, 2019. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Gest%C3%A3o_de_estoques/C39ZEAAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 17 Out 2023

A história da inteligência artificial – Instituto da Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2018/10/29/a-historia-da-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 20 Out 2023.

AIRES, C.S.F. et al. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE ESTOQUE**, 2019. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2019/INTELIG%C3%AANCIA%20ARTIFICIAL%20NA%20GEST%C3%83O%20DE%20ESTOQUE.pdf>. Acesso em: 15 Out 2023

AMANTE, C. **O potencial da Inteligência Artificial no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://inforchannel.com.br/2023/02/17/o-potencial-da-inteligencia-artificial-no-brasil/>. Acesso em: 18 Out 2023

BALDISSERA, O. **A diferença entre *machine learning* e *deep learning***, 2023. Disponível em: <https://posdigital.pucpr.br/blog/machine-learning-deep-learning>. Acesso em: 29 Nov 2023

BARROS NETO, J. P. **Impactos da Inteligência Artificial na Gestão de Pessoas**. São Paulo: Tikibooks, 2020. 186 pág. Acesso em: 18 Out 2023.

BEZERRA, S. **Como a Renner usa etiqueta inteligente para melhorar o estoque dos produtos**, 2022. Disponível em: <https://www.startse.com/artigos/como-a-renner-etiqueta-inteligente-melhorar-o-estoque/>. Acesso em: 29 Nov 2023

CHIAVENATO, I. **Gestão da Produção - Uma Abordagem Introdutória**. Editora Atlas, 2022.

COSSETTI, M.C. **O que é inteligência artificial?** 2018. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-inteligencia-artificial/>. Acesso em:

COSTA, M. **Quais são os tipos de Inteligência Artificial (IA)?** Alura, 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/tipos-inteligencia-artificial-ia>. Acesso em: 21 Out 2023

Estudo IBM: 41% das empresas no Brasil já implementaram ativamente Inteligência Artificial em seus negócios. IBM. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/estudo-ibm-41-das-empresas-no-brasil-ja-implementaram-ativamente-inteligencia-artificial-em-seus-negocios/>. Acesso em 18 Out 2023

Etiquetas RFID: Como funcionam e aplicações - CPCON 2023. Disponível em: <https://www.grupocpcon.com/etiquetas-rfid-como-funcionam-e-aplicacoes/>. Acesso em: 29 Nov 2023

FENILI, R.R. **Gestão de Materiais**, 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/eveli/Downloads/Apostila_Gest%C3%A3o%20de%20Materiais%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/eveli/Downloads/Apostila_Gest%C3%A3o%20de%20Materiais%20(3).pdf). Acesso em: 04 Out 2023.

FERREIRA, L.H.A. **A indústria 4.0**, 2018. Disponível em: <https://robohelpmakers.blogspot.com/2018/03/a-industria-40.html>. Acesso em: 21 Out 2023.

FLORES, D. **Inteligência Artificial x Machine Learning: Quais as diferenças?** Disponível em: <https://quikdev.com.br/inteligencia-artificial-machine-learning/>. Acesso em: 29 Nov 2023

Gestão de Estoque. PUC-RIO Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/24604/24604_3.PDF. Acesso em: 20 Out 2023

Gestão de Materiais: o que é e como fazer?. Ewerflow Tecnologia, 2023. Disponível em: <https://everflow.com.br/blog/estoque/gestao-de-materiais/>. Acesso em: 15 Out 2023.

História da Inteligência Artificial – X2 Inteligência Digital, 2020. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2018/10/29/a-historia-da-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 21 Out 2023

INDÚSTRIA 4.0 CINCO ANOS DEPOIS. CNI.2022. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/7d/d9/7dd92b31-8860-4ca7-b921-b28fec0a68bc/sondespecial_industria40_cincoanosdepois_abril2022.pdf. Acesso em: 30 Nov 2023

Inteligência artificial controla estoque e evita desperdícios no Burger King®. Tiinside, Disponível em: <https://tiinside.com.br/03/07/2023/inteligencia-artificial-controla-estoque-e-evita-desperdicios-no-burger-king/>. Acesso em: 30 Nov 2023

Inteligência Artificial na otimização da gestão de estoque. Intermodal Digital, 2021. Disponível em: <https://digital.intermodal.com.br/tecnologia/inteligencia-artificial-na-otimizacao-da-gestao-de-estoque>. Acesso em: 13 Out 2023

KOVACS, L. **Quais são os tipos de Inteligência Artificial?**. 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/quais-sao-os-tipos-de-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 20 Out 2023.

LEÃO, T. **Gestão de materiais: o que é, como funciona e como melhorar**. 2023. Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/gestao-de-materiais/>. Acesso em: 17 Out 2023

MACHADO, P. **Como a Inteligência Artificial influencia na tomada de decisão** – LEEGA, 2022. Disponível em: <https://leega.com.br/artificial-intelligence/2022/07/25/tomada-de-decisao/>. Acesso em: 25 Out 2023

MAESTRELLI, M. **METODOLOGIA PARA GESTÃO DE ESTOQUES APLICADA A MANUTENÇÃO.** 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19302/1/CT_CEGEM_XII_2018_11.pdf>. Acesso em: 18 Out 2023

MARQUES, J.F. **Rumo à Inteligência Geral Artificial Aprendizado Profundo, Redes Neurais, IA Gerativa.** 2023. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=RurnEAAAQBAJ&newbks=0&dq=intelig%C3%Aancia+artificial+gest%C3%A3o+de+estoque&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s. Acesso em: 28 Out 2023

MARTINS, U. **Introdução à Gestão de Materiais.** 2019. Disponível em: <<https://ursulinomartins.com.br/2019/12/12/introducao-gestao-de-materiais/>>. Acesso em: 17 Out 2023

MORENTE, I. **Amazon Echo com Alexa ou Google Nest? Qual é o melhor para você.** Olhar Digital, 2023. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2023/05/18/dicas-e-tutoriais/amazon-echo-alexa-ou-google-nest/>>. Acesso em: 19 Out 2023

NASCIMENTO, A. **A inteligência Artificial se tornou tão importante quanto à eletricidade.** Estadão, 2021. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/link/alexandre-nascimento/a-inteligencia-artificial-se-tornou-tao-importante-quanto-a-eletricidade/>. Acesso em: 06 Out 2023.

NERI, Y. **Do clique à entrega: como os produtos da Amazon chegam à sua casa.** Techtudo, 2023. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2023/02/do-clique-a-entrega-como-os-produtos-da-amazon-chegam-a-sua-casa-edsoftwares.ghtml>>. Acesso em: 30 Out 2023

OLIVEIRA, M.A.M.L. **Gestão estratégica de materiais planejamento compras e estoque.** 2022. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Gest%C3%A3o_estrat%C3%A9gica_de_materiais/mgWKEAAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 03 Out 2023.

O que é *machine learning*? | IBM. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/machine-learning>>. Acesso em: 28 Nov 2023

O que é um gêmeo digital? | IBM. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/what-is-a-digital-twin>>. Acesso em: 29 Nov 2023

PARRA, C.D. **Um modelo do mais puro conceito de fábrica 4.0 – Engarrafador Moderno,** 2023. Disponível em: <<https://engarrafadormoderno.com.br/mercado/um-modelo-do-mais-puro-conceito-de-fabrica-4-0>>. Acesso em: 01 Dez 2023

PASSOS, L.H.S. **A INDÚSTRIA 4.0: FUNDAMENTOS E PRINCIPAIS IMPACTOS NA ECONOMIA BRASILEIRA.** 2020. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/rara/article/view/4946/0>. Acesso em: 19 Out 2023.

Por que a lojas Renner S/A trata dados pessoais? Lojas Renner. Disponível em: <https://atendimento.lojasrenner.com.br/hc/pt-br/articles/360053757213-Por-que-a-lojas-Renner-S-A-trata-dados-pessoais-#:~:text=A%20Lojas%20Renner%20%C3%A9%20a,al%C3%A9m%20das%20suas%20plataformas%20online>. Acesso em: 27 Nov 2023

Renner vence nos EUA “Oscar” de RFID por projeto com etiquetas inteligentes | Revista LIDE - Reportagens, notícias, artigos, vídeos e podcasts, 2023. Disponível em: <https://revistalide.com.br/noticias/gestao-negocios/renner-vence-nos-eua-oscar-de-rfid-por-projeto-com-etiquetas-inteligentes>>. Acesso em: 28 Nov 2023

RIBEIRO, A. **Renner reduz 87% da ruptura de seus estoques com tecnologia RFID da Sensormatic Solutions.** Disponível em: https://cdn.bfldr.com/UP7OMIB6/as/p3t5qkf9gqsgf3n3853p9mr/Renner_Success_-_Case_Study_BR>. Acesso em: 28 Nov 2023

RODRIGUES, T. et al. **Abordagens conceituais da Indústria 4.0.** 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/10192020_141056_5f8dca8080e80.pdf>. Acesso em: 17 Out 2023

SACOMANO, J.B. *et al.* **Indústria 4.0.** Editora Blucher, 2018. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Ind%C3%BAstria_4_0/PNCuDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0 Acesso em: 25 Out 2023

SANTANDER, N. **A importância da Inteligência Artificial na gestão das empresas.**2023. Disponível em: <https://faculdadephorte.edu.br/a-importancia-da-inteligencia-artificial-na-gestao-das-empresas/#:~:text=A%20Intelig%C3%Aancia%20Artificial%20permite%20que,f%C3%A1brica%20at%C3%A9%20o%20gerenciamento%20centralizado>. Acesso em: 12 OUT 2023.

Science Photo Library Wall Art. Disponível em: <https://sciencephotogallery.com/featured/deep-blue-supercomputer-ibm-researchscience-photo-library.html>>. Acesso em: 21 Out 2023

SETUBAL, R.L. **Histórico da Administração de Materiais.** Administradores, 2011. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/historico-da-administracao-de-materiais>. Acesso em: 22 Out 2023

SILVA, B.W. **Gestão de Estoques: Planejamento, Execução e Controle.** BWS CONSULTORIA, 2020. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Gest%C3%A3o_de_Estoques/EUe_DwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 25 Out 2023.

SPADINI, A.S. **O que é Inteligência Artificial? Como funciona uma IA, quais os tipos e exemplos.** 2023. Disponível em: https://site.alura.com.br/artigos/inteligencia-artificial-ia?utm_term=&utm_campaign=%5BSearch%5D+%5BPerformance%5D+-+Dynamic+Search+Ads+-+Artigos+e+Conte%C3%BAdos&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=7964138385&hsa_cam=11384329873&hsa_grp=111087461203&hsa_ad=645853715422&hsa_src=g&hsa_tgt=aud-539280195004:dsa-843358956400&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjw4P6oBhBsEiwAKYVvkq1n4c4lpPs032oVRWVFpvpfu05BRiDshf6uHTk17kCPGGiaTjr595BoCp9wQAvD_BwE. Acesso em: 08 Out 2023.

VIEIRA, H.F. **Gestão de estoques e operações industriais.** Disponível em: https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/45098-maciel,-matheus-rech.-a-importancia-da-gestao-de-estoque-em-uma-confec%C7%A7%C3%A3o-de-uniformes-para-apicultura.-tcc-2,-2021_1.pdf

XAVIER, J. **Inteligência Artificial aplicada à Bioinformática – BIOINFO.** 2021. Disponível em: <https://bioinfo.com.br/inteligencia-artificial-aplicada-a-bioinformatica/>. Acesso em: 17 Out 2023.