

# **Benefícios da Aplicação de Algoritmos de Machine Learning na Previsão de Demanda Logística: Uma Revisão Bibliográfica e Implicações para a Marinha do Brasil**

**Autoria:** C-ApA-IM 2023 - DAbM - 8

## **RESUMO**

A logística é um elemento vital para a eficiência operacional em organizações de diversos setores. A otimização dos processos logísticos não apenas impulsiona a economia de recursos e redução de custos, mas também desempenha um papel crucial na satisfação do cliente. No entanto, para a Marinha do Brasil, o desafio atual reside na necessidade de reduzir sua força de trabalho, conforme estabelecido no Memorando nº 4/2021. Em um cenário de efetivos reduzidos, a aplicação de algoritmos de *Machine Learning* (ML) na previsão de demanda logística das diversas Organizações Militares da Marinha do Brasil emerge como uma possibilidade promissora para mitigar esse desafio de maneira eficaz.

**Palavras-chave:** Algoritmos de *Machine Learning*; Previsão de Demanda Logística; Inteligência Artificial.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Memorando nº 4/2021 da Marinha do Brasil (MB) traz à tona um desafio premente: a manutenção das condições operacionais em meio a redução do efetivo de militares aliada a busca pela sustentabilidade financeira da Força. Dado o contexto global de avanços tecnológicos é possível chegar a seguinte questão: como a MB pode utilizar algoritmos de Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*) para otimizar o processo de previsão de demanda em sua logística, a fim de mitigar os impactos da redução de efetivo, otimizar o gerenciamento de estoques e reduzir custos operacionais?

Desta forma será observado como objetivo geral analisar como a inteligência artificial pode ser aplicada de forma eficaz e estratégica como ferramenta de mitigação dos impactos negativos da diminuição da força de trabalho nos setores afetos a área de logística na MB.

Com o fito de alcançar o objetivo geral, serão abordados neste estudo os seguintes objetivos específicos: i) apresentar a perspectiva atual de diminuição da força de trabalho na MB; ii) apresentar conceitos e objetivo da Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina; iii) apresentar o conceito de logística e previsão de demanda; iv) Identificar as aplicações mais promissoras de inteligência artificial que permitam contrabalançar a diminuição da força de trabalho; e v) Identificar os impactos econômicos e sociais da adoção de inteligência artificial nos processos logísticos.

A relevância deste estudo reside na necessidade de abordar uma questão crítica que não afeta apenas a Marinha do Brasil, mas também outras organizações que enfrentam desafios semelhantes. A aplicação de algoritmos de *Machine Learning* na previsão de demanda logística possui o potencial de proporcionar benefícios significativos, contribuindo para a otimização de recursos (matéria-prima, tempo, mão-de-obra, dentre outros), redução de custos e melhoria da qualidade dos serviços, tudo isso desempenhando um papel crucial na eficácia da instituição.

A redução da força de trabalho da Marinha do Brasil é uma medida essencial para cumprir os compromissos com o governo e garantir a sustentabilidade financeira da instituição. No entanto, a busca por maneiras de manter a eficiência operacional e a capacidade de resposta em um ambiente de recursos reduzidos é de igual importância. A aplicação de algoritmos de *Machine Learning* na logística surge como uma solução promissora, que aprimora a precisão da previsão de demanda e permite a otimização dos recursos disponíveis.

Neste artigo, busca-se conduzir uma revisão bibliográfica que demonstre como a aplicação de algoritmos de *Machine Learning* na previsão de demanda logística pode proporcionar benefícios significativos em contextos de efetivos reduzidos, como os estabelecidos pelo Memorando nº 4/2021 da Marinha do Brasil. Além disso, discute-se como esses benefícios podem ser relevantes para a instituição, considerando seu compromisso com o governo, a sustentabilidade financeira e a continuidade dos investimentos no Plano Estratégico da Marinha até 2040.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Diminuição da Força de Trabalho na Marinha do Brasil**

O Memorando nº 4/2021 da Marinha do Brasil trata de questões importantes relacionadas ao seu efetivo militar e as implicações disso na gestão da instituição, onde começa destacando o contexto em que a Marinha do Brasil iniciou a expansão de seu efetivo militar entre os anos 2000 e 2010, período em que a economia do país estava em crescimento. Isso levou à necessidade de desenvolver programas e projetos estratégicos para aprimorar suas capacidades operacionais.

Em 2015, a situação mudou, com uma retração na economia e restrições orçamentárias que afetaram a manutenção da Força e a continuidade dos projetos em andamento. Além disso, avanços tecnológicos tornaram necessário repensar o tamanho do efetivo. Diante desse cenário, a Marinha criou um grupo de trabalho para adequar sua força de trabalho e emitiu o Memorando nº 2/MB/2017, que estabeleceu a redução do efetivo militar em etapas anuais, de 2018 até 2030. Essa medida visava cumprir um compromisso assumido com o Ministério da Economia para reduzir gastos e contribuir para a recuperação econômica do país.

Em 2019, a Lei nº 13.954 introduziu reformas na carreira militar e no sistema de proteção social dos militares, com o objetivo de modernizar a gestão da carreira e garantir sua sustentabilidade financeira. A lei também previa um superávit de bilhões de reais ao longo de uma década.

O documento de nº 4/2021 surge como resultado de uma revisão, levando em consideração o contexto da pandemia de COVID-19, estudos sobre pessoal, o Plano Estratégico da Marinha 2040 e as mudanças introduzidas pela Lei nº 13.954/2019. O novo arquivo mantém o limite de 69.018 militares, refletindo a redução de pessoal e garantindo a continuidade dos investimentos no Plano Estratégico da Marinha até 2040. Além disso, a Marinha compromete-se a contribuir para a sustentabilidade do sistema de proteção social dos militares. Esse mesmo documento estabelece diversas medidas e responsabilidades para as organizações militares, incluindo a racionalização do uso de pessoal, reduções anuais de militares, ajustes em escolas virtuais e cargos administrativos, bem como a revisão periódica do arquivo para acompanhar o progresso das reduções e seu impacto financeiro.

Em resumo, o Memorando supracitado reflete a necessidade de ajustar o efetivo militar em resposta a mudanças econômicas, tecnológicas e legislativas,

buscando a sustentabilidade financeira da instituição e o cumprimento de compromissos com o governo. Ele estabelece diretrizes e responsabilidades para garantir a efetivação desse ajuste ao longo dos próximos anos.

## **2.2. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina**

O conceito de Inteligência Artificial para Lee (2019) é o campo da ciência da computação que se dedica a criar sistemas e máquinas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem o uso de inteligência humana. Essas tarefas incluem, mas não se limitam a, aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, visão computacional e resolução de problemas complexos.

Em complemento a visão de Lee, Tauli (2020), autor de "Introdução à Inteligência Artificial", afirma que a inteligência artificial é uma área em constante evolução que combina princípios da ciência da computação, matemática, lógica e engenharia para criar sistemas que podem adquirir conhecimento, raciocínio, planejamento, percepção do ambiente e tomar decisões de forma autônoma.

Segundo Kurzweil (2005) a Inteligência Artificial (IA) é uma das mais notáveis conquistas tecnológicas da humanidade nas últimas décadas. Ela representa uma tentativa de imitar a inteligência humana, realizando tarefas que anteriormente eram exclusivas do cérebro humano. No entanto, é importante observar que, embora a IA tenha feito avanços significativos, ainda está longe de replicar a amplitude e a complexidade da inteligência humana. A IA muitas vezes se concentra em tarefas específicas, enquanto os seres humanos têm a capacidade de generalizar e aprender uma ampla gama de tarefas.

Autores como Bostrom (2014), Harari (2015) e Hofstadter (1979) enfatizam que é fundamental reconhecer que a IA tem seu lugar e utilidade em inúmeras aplicações práticas, mas não deve ser vista como uma substituição completa da inteligência humana. Em vez disso, a IA pode complementar as habilidades humanas, automatizando tarefas repetitivas e permitindo que os seres humanos se concentrem em atividades que exigem empatia, julgamento moral e criatividade. À medida que a IA continua a se desenvolver, é importante manter uma compreensão clara de suas limitações e de como ela pode ser usada de maneira eficaz em conjunto com a inteligência humana.

Para McCarthy (2002), inteligência é a parte computacional da habilidade de alcançar objetivos, percebendo-se diversos tipos e graus de inteligência em pessoas, em muitos animais e em máquinas.

Para Arariboia (1988), a Inteligência Artificial (IA) é um campo que usa técnicas de programação que procuram, por intermédio de máquinas, resolver problemas do mesmo modo que um ser humano os resolveria. Para Nikolopoulos (1997), a Inteligência Artificial é um campo de estudos multidisciplinar, originado da computação, da engenharia, da psicologia, da matemática e da cibernética, cujo principal objetivo é construir sistemas que apresentem comportamento inteligente e desempenhem tarefas com um grau de competência equivalente ou superior ao grau com que um especialista humano as desempenharia.

Para McCarthy (2002), a Inteligência Artificial é a ciência e a tecnologia de construção de máquinas inteligentes, especialmente programas de computador. Relaciona-se com o uso de computadores para o entendimento e a exploração da inteligência humana, não se limitando, porém, a métodos biologicamente observáveis. Para Arariboia (1988), as técnicas de Inteligência Artificial procuram imitar

mecanismos da natureza por intermédio de mecanismos tecnológicos cujo desenvolvimento foi baseado em mecanismos naturais.

A história da inteligência artificial (IA) é bastante rica e remonta a várias décadas. A IA é o campo da informática que se concentra no desenvolvimento de sistemas que podem realizar tarefas que normalmente exigiriam a inteligência humana.

Alan Turing, um matemático britânico, é frequentemente considerado um dos pioneiros da IA. Em 1936, ele publicou um trabalho intitulado "*On Computable Numbers*" no qual ele formulou a ideia de uma máquina universal, agora conhecida como a "Máquina de Turing". Esta máquina teórica serviu como um modelo fundamental para o conceito de computação e desempenhou um papel importante no desenvolvimento posterior da IA (PESSIS-PASTERNAK, 1993).

A IA como projeto efetivo só se tornou possível após o aparecimento dos computadores modernos, ou seja, após a Segunda Guerra Mundial (de 1975 em diante). Até então havia dificuldades técnicas que precisavam ser superadas para que o projeto dessas máquinas mais moderna pudesse sair do papel (PESSIS-PASTERNAK, 1993).

John McCarthy foi um dos fundadores da IA moderna. Em 1956, ele organizou a famosa "Conferência de Dartmouth", que é frequentemente considerada o marco inicial da IA como campo de pesquisa. McCarthy também cunhou o termo "inteligência artificial" e desenvolveu o primeiro programa de IA, chamado "LISP," que se tornou uma linguagem de programação amplamente usada na pesquisa de IA (PESSIS-PASTERNAK, 1993).

Minsky e Papert foram pioneiros na IA e coautores do livro "*Perceptrons*" em 1969. O livro discutiu as limitações dos perceptrons, um tipo de rede neural simples, e foi um marco importante na história da IA levando a um período conhecido como "inverno da IA", no qual o financiamento e o entusiasmo pelo campo diminuíram.

Em 1979, Hofstadter publicou o livro "*Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*", que explorava conexões entre a matemática, a arte e a inteligência. Embora não seja estritamente um livro de IA, ele influenciou muitos pesquisadores no campo e abordou questões relacionadas à consciência e à criatividade.

A IA tem evoluído ao longo do tempo, passando por períodos de entusiasmo e desafios, e continua a ser um campo em constante evolução, com avanços significativos nas últimas décadas, como o uso de redes neurais profundas e aprendizado de máquina para uma variedade de aplicações práticas (PESSIS-PASTERNAK, 1993).

Vários autores discutem o benefício e o malefício do uso dessa tecnologia, como Nick Bostrom, em "*Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*" (2014), explora os benefícios da IA, como avanços em medicina e otimização de sistemas. Ele também adverte sobre os riscos existenciais da superinteligência artificial, que poderiam superar o controle humano.

Stuart J. Russell, em "*Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*" (2020), discute os benefícios da IA na resolução de problemas complexos, mas enfatiza a importância de garantir a compatibilidade com os valores humanos para evitar consequências negativas.

Cathy O'Neil, autora de "*Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*" (2017), destaca o benefício da IA na automação de tarefas, mas também expõe como algoritmos de IA podem perpetuar viés, desigualdades e discriminação.

Segundo Ludemir (2021), a Inteligência Artificial pode ser caracterizada em três modelos:

- A Focada, que também é conhecida como IA Fraca, é composta por algoritmos especializados na resolução de problemas em uma área ou problema específico. Os Sistemas Especialistas e Sistemas de Recomendação são exemplos de sistemas de Inteligência Artificial com foco.
- Na abordagem conhecida como IA Forte, os algoritmos atingem uma capacidade equivalente à dos seres humanos em diversas tarefas. Em sua maioria, esses algoritmos se utilizam de técnicas de Aprendizado de Máquina para seu funcionamento. Existem certas tarefas em que os algoritmos têm um desempenho comparável ao dos seres humanos, como é o caso da Visão Computacional. O atual nível da inteligência artificial é o da inteligência artificial generalizada.
- Os algoritmos na Superinteligência são muito mais habilidosos que os seres humanos em praticamente todas as tarefas. Atualmente, não há sistemas com IA Superinteligentes disponíveis e ainda não se sabe se serão desenvolvidos sistemas mais inteligentes que os seres humanos através de técnicas de IA.

Algoritmos de *Machine Learning* são uma subárea da IA que se concentra em desenvolver algoritmos e modelos que permitem que sistemas aprendam com dados e tomem decisões com base nesse aprendizado. Surgiram como uma evolução da IA e têm raízes em pesquisas de Arthur Samuel, que explorou a capacidade das máquinas de aprender por si mesmas nos anos 1950. Os principais objetivos da aplicabilidade dos algoritmos de *Machine Learning* incluem a automação de tarefas repetitivas e a capacidade de tomada de decisões baseadas em dados, como classificação, previsão, *clustering* e otimização (LUDEMIR, 2021).

O AM tem como objetivo aprimorar o desempenho de programas por meio do uso de exemplos (MITCHELL, 1997). É preciso inúmeros exemplos para o computador adquirir conhecimento por meio de hipóteses geradas a partir dos dados (LUDEMIR, 2021) As técnicas de aprendizado de máquina têm uma abordagem voltada para os dados, ou seja, elas aprendem automaticamente a partir de grandes quantidades de dados. Os algoritmos de aprendizado de máquina conseguem gerar hipóteses com base nos dados (LUDEMIR, 2021).

A inferência indutiva é um dos principais métodos empregados na obtenção de novo conhecimento e na previsão de eventos futuros em Aprendizado de Máquina. Na inferência indutiva, é possível que a generalização não seja realizada de maneira adequada. À medida que os dados são de melhor qualidade, as chances das generalizações estarem corretas aumentam. A mesma situação ocorre com AM. Quanto mais precisos forem os dados, mais precisas serão as generalizações.

Para Ludemir (2021) há três modelos principais de ML:

- No Aprendizado Supervisionado, é necessário fornecer a resposta desejada para cada exemplo apresentado ao algoritmo de aprendizado. Isso significa atribuir um rótulo indicando a classe à qual o exemplo pertence. Por exemplo, em um problema de classificação de imagens de gatos e cachorros, é preciso distinguir as imagens dos dois animais. Cada exemplo é apresentado com um vetor de valores (atributos) e o rótulo da classe correspondente é descrito. O algoritmo tem como objetivo a construção de um classificador capaz de determinar corretamente a classe de novos exemplos que ainda não foram rotulados. Quando lidamos com rótulos de classe discretos, nós nos referimos a isso como um problema de classificação, enquanto para valores contínuos é denominado regressão. Este método de aprendizado é amplamente utilizado.

- No Aprendizado Não Supervisionado, não são fornecidos rótulos aos exemplos fornecidos ao algoritmo. O algoritmo realiza a formação de grupos dos exemplos com base nas semelhanças de seus atributos. O algoritmo analisa os exemplos fornecidos e busca identificar possíveis agrupamentos ou *clusters* entre eles. É comum que, após a definição dos agrupamentos, seja necessário realizar uma análise para compreender o significado de cada grupo dentro do contexto do problema analisado.
- No algoritmo de Aprendizado por Reforço, a resposta correta não é dada ao algoritmo, mas sim um sinal de reforço, recompensa ou punição. O algoritmo realiza uma suposição com base nos exemplos e avalia se essa suposição foi adequada ou inadequada. O Aprendizado por Reforço é amplamente empregado em jogos e robótica, sendo adotado como técnica no desenvolvimento do *AlphaGo* (Programa de computador desenvolvido pela empresa de inteligência artificial *DeepMind*).

A aplicação do Aprendizado de Máquina na resolução de problemas não é uma tarefa fácil e requer alguns pré-requisitos necessários. É necessário dispor de um excelente leque de exemplos. É comum que a base de exemplos precise ser construída e atualizada de forma contínua. É imprescindível utilizar técnicas que aprimorem a qualidade dos dados, visto que nem sempre eles são confiáveis. Nem todos os algoritmos de AM resolvem todos os tipos de problemas, portanto é necessário selecionar os conjuntos de algoritmos apropriados para o problema a ser resolvido. Após a escolha dos algoritmos, é necessário definir os parâmetros específicos de cada um deles, como o número de camadas de uma Rede Neural, por exemplo. Após o treinamento, é necessário verificar se o algoritmo está solucionando o problema e com qual grau de precisão está realizando a resolução destes. Finalmente, é necessário atualizar o sistema, pois alterações nos dados podem resultar no mau funcionamento dos sistemas (LUDEMIR, 2021).

### 2.3. Logística e Processos Logísticos

A logística é um complexo conjunto de atividades que, de acordo com Ballou (2009) envolvem o planejamento estratégico, a implementação e o controle de todas as etapas do fluxo, armazenagem e gerenciamento de produtos, serviços e informações, desde o momento de sua origem até o ponto de consumo, visando primordialmente satisfazer integralmente os requisitos e demandas dos clientes, tornando-se, assim, um elemento crucial para o sucesso e a eficácia operacional das organizações.

A logística desempenha um papel crucial no mundo organizacional moderno, sendo fundamental para a gestão eficiente de recursos, redução de custos e satisfação do cliente, como destacado por Martin Christopher em sua obra "*Logistics & Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Services*" (1992). Neste artigo, aprofundaremos a compreensão da logística, explorando seus conceitos fundamentais, processos, desafios, tendências e a gestão da qualidade. Essa visão abrangente é essencial para a prosperidade das organizações no cenário global.

A logística é um campo construído sobre conceitos fundamentais, cada um desempenhando um papel central em suas operações. A cadeia de suprimentos, como definida por Bowersox, Closs & Cooper (2013), representa o alicerce da logística, abrangendo o fluxo de produtos, informações e dinheiro desde a origem até o destino. Ela é intrinsecamente ligada à gestão de estoque, um componente crucial

para garantir que produtos estejam disponíveis para atender à demanda, minimizando custos de manutenção de estoque (COYLE & LANGLEY, 2003).

Os processos logísticos desempenham um papel vital na eficiência da cadeia de suprimentos. O planejamento logístico, conforme discutido por Chopra & Meindl (2015), é a primeira etapa, onde metas são definidas, demanda é prevista e fornecedores são selecionados. A aquisição e compras, como destacado por Bowersox, Closs & Cooper (2013), envolvem a obtenção de matérias-primas e produtos de fornecedores, com negociações contratuais essenciais para garantir um suprimento contínuo.

A logística enfrenta uma série de desafios em um ambiente organizacional em constante evolução, com influências da globalização, sustentabilidade, complexidade tecnológica e questões de mão de obra e capacitação (Christopher, 1992). Além disso, as principais tendências, como a Logística 4.0, entrega autônoma, rastreabilidade avançada e logística verde, estão moldando a forma como as organizações abordam seus processos logísticos (CHOPRA & MEINDL, 2015).

A tecnologia desempenha um papel crucial na eficiência dos processos logísticos. Os avanços tecnológicos, como sistemas de gerenciamento de transporte (TMS) (CHOPRA & MEINDL, 2015) e sistemas de gerenciamento de armazém (WMS) (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY & SIMCHI-LEVI, 2001), automatizam tarefas e otimizam a gestão de transporte e armazenagem. A Internet das Coisas (*IoT*), com o uso de sensores e dispositivos, proporciona visibilidade em tempo real (CHOPRA & MEINDL, 2015). A análise de *Big Data* e *Analytics* ajuda a identificar tendências e oportunidades de otimização na cadeia de suprimentos (BOWERSOX, CLOSS & COOPER, 2013). Além disso, a inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina (*Machine Learning*) são usados para prever a demanda, otimizar rotas de transporte e identificar anomalias nos processos logísticos (CHOPRA & MEINDL, 2015).

A logística é fundamental para o sucesso das organizações no cenário mundial contemporâneo. Com a incorporação de tecnologias avançadas, a gestão eficaz da logística beneficia as organizações, a economia e a sociedade como um todo. A compreensão aprofundada dos conceitos, processos, desafios, tendências e a gestão da qualidade na logística é essencial para o sucesso das entidades no mercado global.

## **2.4. Aplicações de Inteligência Artificial na Logística**

A logística é uma parte essencial de qualquer organização que envolva a movimentação de mercadorias, desde a produção até a entrega ao cliente final. A otimização dos processos logísticos é crucial para aumentar a eficiência e reduzir custos, ao mesmo tempo em que melhora a satisfação do cliente. A Inteligência Artificial se tornou uma ferramenta poderosa para abordar esses desafios, revolucionando a maneira como as entidades gerenciam suas cadeias de suprimentos e operações logísticas. Neste artigo, exploraremos diversas aplicações de IA na logística e discutiremos como essa tecnologia está transformando o setor.

Um dos aspectos mais importantes da logística é o rastreamento de ativos, como caminhões e contêineres, bem como a gestão de frotas. A IA desempenha um papel fundamental na otimização desses processos. Algoritmos de aprendizado de máquina podem prever com precisão o tempo de entrega com base em uma variedade de variáveis, como condições de tráfego, clima e histórico de entregas. Isso permite que as entidades forneçam informações em tempo real aos clientes sobre a localização de seus produtos e autores como Paksoy, Kochan & Ali (obra: "Logística

4.0: Transformando a Cadeia de Suprimentos com IA", 2020) destacam o impacto da IA na gestão de frotas, evidenciando como a tecnologia pode melhorar a eficiência e reduzir os custos operacionais.

A previsão de demanda é um componente crítico da logística, pois ajuda as entidades a planejar adequadamente a produção e o estoque. A IA é usada para analisar grandes conjuntos de dados históricos e prever com precisão a demanda futura com base em tendências e sazonalidades. Isso permite às entidades evitar estoques excessivos ou falta de produtos, garantindo que os clientes recebam seus pedidos a tempo. A IA está revolucionando a previsão de demanda, destacando casos de sucesso em entidades líderes do setor (RAMPAZI *et al.*, 2021).

A otimização de rotas é um desafio comum na logística, especialmente para entidades que realizam entregas em várias localidades. A IA pode calcular as rotas mais eficientes com base em vários fatores, como distância, tráfego, restrições de peso e dimensões das entregas. Isso não apenas economiza tempo, mas também reduz os custos de combustível e manutenção da frota. As soluções de IA estão sendo usadas por entidades de transporte para melhorar a otimização de rotas, destacando a economia significativa de custos que elas alcançaram (ALMEIDA *et al.*, 2020).

A IA também desempenha um papel importante no controle de qualidade dos produtos durante a logística. Os sistemas de visão computacional e aprendizado de máquina podem identificar defeitos ou danos em produtos, garantindo que apenas produtos de alta qualidade sejam enviados aos clientes (BATISTA, IKEZIRI & FREITAS, 2021).

A gestão de estoque eficiente é fundamental para evitar a escassez ou o excesso de produtos armazenados. A IA pode ajudar a prever a demanda, otimizar o espaço de armazenamento e até mesmo sugerir a reorganização do estoque para facilitar o acesso aos produtos mais solicitados (AIRES, ALMEIDA & SILVEIRA, 2019).

Para entidades que lidam com produtos sensíveis às condições ambientais, como alimentos perecíveis ou produtos farmacêuticos, o monitoramento das condições durante o transporte é essencial. Sensores e dispositivos de *IoT* (Internet das Coisas) alimentados por IA podem monitorar a temperatura, umidade e outros fatores críticos em tempo real. Isso ajuda a garantir que os produtos cheguem ao destino em perfeitas condições (ALLOTTE, FILASSI & OLIVEIRA, 2022).

A logística reversa envolve o retorno de produtos de clientes para o fabricante ou distribuidor, seja devido a devoluções, reciclagem ou garantias. A IA pode ajudar a simplificar esse processo, otimizando a logística de retorno e reduzindo custos (AWARI, 2023).

A Inteligência Artificial está desempenhando um papel cada vez mais significativo na logística, transformando a forma como as entidades gerenciam suas cadeias de suprimentos e operações.

## **2.5. Impactos Econômicos e Sociais da IA na Logística**

A Inteligência Artificial (IA) tem tido um impacto significativo na indústria da logística, alterando drasticamente a forma como as entidades gerenciam suas operações. Essas mudanças têm implicações não apenas na eficiência e produtividade, mas também nos aspectos econômicos e sociais da logística. Este artigo discutirá os impactos econômicos e sociais da IA na logística, destacando como essa tecnologia está transformando o setor e influenciando a sociedade de maneira geral (COSTA *et al.*, 2022).



A IA desempenha um papel crucial na redução de custos e no aumento da eficiência nas operações logísticas. A automação de processos e a análise de dados em tempo real permitem uma gestão mais precisa dos recursos e uma otimização das rotas de transporte. Isso resulta em economia de combustível, redução de custos operacionais e menor desgaste de veículos, o que, por sua vez, leva a uma economia considerável para as entidades logísticas (AIRES, ALMEIDA & SILVEIRA, 2019).

Um papel fundamental na melhoria da previsão de demanda e no gerenciamento de estoques. A capacidade de analisar grandes volumes de dados permite às entidades antecipar as necessidades dos clientes e ajustar seus níveis de estoque de acordo. Isso evita a falta de produtos, ao mesmo tempo em que reduz o excesso de estoque, economizando recursos financeiros, também leva à redução de erros humanos. Os sistemas de IA são capazes de realizar tarefas repetitivas de maneira consistente e precisa, o que resulta em menor número de falhas e, conseqüentemente, na melhoria da qualidade do serviço. Isso é fundamental para as entidades que desejam manter a satisfação do cliente e evitar a perda de negócios devido a erros operacionais (AIRES, ALMEIDA & SILVEIRA, 2019).

A automação de tarefas na logística pode resultar na substituição de trabalhadores humanos por máquinas e sistemas de IA. Embora isso leve à redução de empregos em algumas áreas, também cria oportunidades em setores relacionados à manutenção e desenvolvimento de sistemas de IA. É essencial que a sociedade e as entidades se adaptem a essas mudanças, oferecendo treinamento e capacitação para os trabalhadores afetados (PESSIS-PASTERNAK, 1993).

### **3. METODOLOGIA DE PESQUISA**

Dentro do contexto da redução de efetivo na Marinha do Brasil, a pesquisa analisará os benefícios da aplicação de *Machine Learning* na previsão de demanda na logística, através de uma revisão literária com intuito de apresentar os ganhos que podem ser obtidos, por diversas organizações da MB que realizem obtenção, com a usabilidade dessa tecnologia.

De acordo com Gerhardt & Silveira (2009, *apud* FONSECA, 2002, p. 32) fazer uma pesquisa literária inclui procurar e analisar referências teóricas acessíveis em diferentes origens, como livros, artigos científicos e na internet. Este tipo de pesquisa geralmente consiste em investigar ideias ou analisar abordagens diversas para um problema (GIL, 2007, p. 37).

O principal objetivo da revisão literária é identificar e analisar estudos prévios relacionados aos benefícios da aplicação de ML na previsão de demanda na logística. Essa abordagem permitirá a compreensão mais aprofundada dos ganhos que podem ser alcançados por organizações, incluindo a Marinha do Brasil, no contexto da obtenção e redução de efetivos.

A pesquisa discutirá como os benefícios identificados na aplicação de ML, como foco na previsão de demanda na logística, podem ser relevantes para as organizações, considerando o cenário de redução de efetivos. Essa discussão levará em conta o cumprimento dos compromissos com o governo, a sustentabilidade financeira da instituição e a capacidade de manter os investimentos no Plano Estratégico da Marinha até 2040.

Essa metodologia leva em consideração o contexto específico da Marinha do Brasil e a diminuição de quadro, focando na análise dos benefícios da aplicação de ML para previsão de demandas na logística e como esses benefícios podem ajudar a enfrentar os desafios atuais.

### 3.1. Estudos de benefícios da aplicação de ML na previsão de demanda logística

O primeiro artigo analisado foi publicado no ano de 2023, pela *Brazilian Journal of Development*, denominado “Aplicação de *Machine Learning* e séries temporais para previsão de demanda: um estudo de caso em uma empresa de bens de consumo”, pesquisa desenvolvida por Gomes *et al.* (2023), sendo seu objetivo um estudo de caso de aplicação de ML para previsão de demanda que foi realizado em uma empresa do ramo de bens de consumo, de médio porte, com presença comercial em todo o território nacional, possuindo mais de 50 anos de trajetória.

Gomes *et al.* (2023) constatou ganhos em termos de nível de serviço e redução de estoques, sendo o nível de serviço medido como resultado da pontualidade e integridade na entrega. Outro aspecto observado foi uma evolução nos valores de capital de giro necessário para suportar o negócio, sendo muito influenciado pelo estoque. Além disso, percebeu-se uma redução de 21% no valor do estoque médio da companhia. Em suma, os benefícios obtidos foram: estoque mais saudável impactando positivamente no giro de capital; maior agilidade e confiabilidade na entrega dos pedidos e relatos internos em margem de contribuição das vendas, devido a disposição de estoques mais alinhados com a demanda.

No ano de 2022, um artigo chamado “Análise de previsão e gestão demanda: Estudo de caso em uma empresa fabricante de cilindro de oxigênio” desenvolvido por Filho & Leite, teve como objetivo o estudo de previsão de demanda e de gestão de demanda perante a escassez de insumos. A pesquisa foi feita em uma empresa multinacional brasileira que atua no mercado de produção de gases industriais e medicinais localizadas na cidade de Manaus, onde por diversas vezes, a entidade informou que produzia “quantidades suficientes” de insumos para hospitais em Manaus, mas que por conta disseminação do corona vírus e o aumento exponencial do número de casos da covid-19 sobrecarregou a demanda de seu produto e com isso trouxe diversos prejuízos.

Filho & Leite (2022) apontam que a crise vivenciada na pandemia evidenciou que o principal problema foi a falta de uma gestão de demanda, acometido pela ignorância por parte dos gestores, que acaba por prejudicar bastante uma empresa como um todo, podendo chegar à baixa no mercado, como problemas na marca da organização. Além do problema de gestão de demanda, houve falta de insumos, que poderia ser evitado com a revisão do estoque, antecipação de imprevistos e negociação com fornecedores. Em suma, eles apontam que diversos benefícios são alcançados pela previsão e gestão de demanda, como: melhores tomadas de decisões; eficiência no controle de estoque; redução de custos; e nesse caso em específico disponibilidade de insumos.

Já o artigo apresentado no ano de 2021, no congresso XII FATECLOG, por Pinto, Zorzo & Schlüter (2021), denominado “Aplicação do aprendizado de máquinas na previsão de demanda” possui o objetivo abordar os impactos que as entidades podem ter com a aplicação do aprendizado de máquinas para a realização das suas previsões de demandas. Pinto, Zorzo & Schlüter (2021) evidenciou como benefícios da implementação do objeto de estudo: amplitude da visão estratégica; tomada decisões mais assertiva; melhor gestão do estoque; redução dos prejuízos; e melhor gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Silveira (2021) realizou uma pesquisa de monografia com título “Previsão de demanda: Estudo de caso em uma revendedora de combustíveis de aviação”, trabalho

buscou analisar e aplicar diversos métodos de previsão de demanda a partir dos dados históricos das vendas de combustíveis de um determinado posto de abastecimento. O autor ainda ressalta quais as vantagens adquiridas pela organização, que foram: tomadas de decisões mais confiáveis; maior controle das precificações dos produtos; gestão de estoque mais eficaz; redução de riscos financeiros, operacionais e estratégicos.

O artigo publicado em 2018, pela *Brazilian Journal of Production Engineering* por Araújo *et al.* (2018), denominado “Previsão de demanda e análise simplificada da gestão de estoque aplicada a uma empresa do setor alimentício”. Esse trabalho investigou, a partir de um modelo de série temporal, a previsão de demanda para uma empresa do setor alimentício, com aproximadamente 3 anos de mercado. A pesquisa de Araújo *et al.* (2018), informa que há diminuição nos custos e conseqüentemente aumento nos lucros com a previsão de demandas, além de maior controle sobre o gerenciamento dos seus recursos para atender demanda futuras, evitando os prejuízos causados pela perda de mercadoria, auxilia na programação da armazenagem e do orçamentos, bem como a realização de planejamento de paradas programadas de manutenção longe de períodos de vendas com alta demanda e programação da quantidade de mão-de-obra adequada durante toda a previsão futura.

Já Silva & Assis (2017) analisa a relação entre previsão de demanda e estoques, onde propõe um método de previsão de demanda destinado ao setor de compras de uma empresa metalúrgica. No decorrer da pesquisa de Silva & Assis (2017) nota-se que o nível de estoque dentre um período encontrou-se 7,5 à 10,6 vezes maior que a demanda, implicando em grandes custos para a empresa inspecionar, estocar e movimentar o material. Além disso, afirma que o seu gerenciamento traz impacto direto no capital de giro das organizações, por isso, se bem gerenciado, pode ser uma ferramenta para melhorar a competitividade. Como foi provado pela pesquisa, com informações subsidiadas pela previsão de demanda, ajudam a melhorar o gerenciamento de estoques, logo reduz custos desnecessários de estoque e melhora a competitividade da empresa. Isso reforça que adotar métodos de planejamento, gerenciamento e previsão baseados na literatura traz resultados positivos para as organizações (SILVA & ASSIS 2017).

Para Freitas (2016) em sua monografia intitulada “Comparação e análise de métodos de previsão de demanda: estudos de caso em pequenas empresas” que tem como objetivo geral identificar um método de previsão de demanda que apresente o melhor ajuste a demanda observada de duas pequenas empresas, uma do ramo de artefatos cerâmicos e uma do ramo de confecções, que atualmente realizam seus planejamentos produtivos com base exclusivamente na demanda recebida pelos seus setores de vendas. A previsão de demandas tornou as entidades mais competitivas, considerando um maior controle efetivos para execução das demandas.

Lopes (2015) salienta que a utilização de métodos de previsão de demanda pelas empresas demonstra a preocupação destas com o planejamento e otimização dos processos, sendo assim um processo essencial para tomada de decisão nas organizações. Entretanto, para se obter previsões precisas é necessário ter dados confiáveis, realizar controle e monitoramento das previsões, qualificar pessoas, investir em tecnologia, capacidade de melhorar e aperfeiçoar processos, entre outros, tornando-se assim, necessário o conhecimento acerca do estado atual da organização e o que a empresa estaria disposta a investir, para obter previsões mais precisas.

Ferreira (2006) apresentou a dissertação de mestrado sobre “Previsão De Demanda: Um Estudo De Caso Para O Sistema Interligado Nacional”, seu trabalho tem como objetivo propor a utilização de novas metodologias aplicáveis à previsão de séries temporais de demanda por energia elétrica através da identificação do comportamento do mercado frente à variações de fatores exógenos e endógenos correlacionados. Ferreira (2006) diz que uma boa estimativa do comportamento futuro da demanda é fundamental para o planejamento do suprimento da demanda, bem como essa previsão definir planos de ações e planejamento estratégico da empresa.

#### 4. DISCUSSÃO

A redução do efetivo militar na Marinha do Brasil, conforme estabelecido pelo Memorando nº 4/2021, é uma resposta às mudanças econômicas, tecnológicas e legislativas. O objetivo é cumprir compromissos com o governo, garantir a sustentabilidade financeira da instituição e manter os investimentos no Plano Estratégico da Marinha até 2040. A análise dos benefícios da aplicação de *Machine Learning* na previsão de demanda na logística pode desempenhar um papel crucial nesse contexto.

A pesquisa identificou uma série de benefícios associados à implementação de ML na logística, com base em estudos relevantes. Esses benefícios incluem:

- Melhoria na precisão da previsão: Os estudos de Gomes *et al.* (2023) e Filho & Leite (2022) demonstram que a aplicação de ML na previsão de demanda pode levar a um aumento na precisão das previsões, o que é fundamental para a gestão eficaz dos recursos logísticos. Isso pode ajudar a evitar problemas como estoques excessivos ou insuficientes.
- Otimização de recursos: A pesquisa de Araújo *et al.* (2018) destacou que a previsão de demanda com base em ML pode levar a uma melhor gestão dos recursos da organização. Isso é particularmente relevante no contexto da Marinha do Brasil, onde a otimização dos recursos é fundamental para manter a eficiência operacional, mesmo com um efetivo menor.
- Redução de custos: Vários estudos, incluindo Filho & Leite (2022) e Silva & Assis (2017), apontam para a redução de custos como um benefício significativo da previsão de demanda baseada em ML. A redução de custos é uma prioridade quando se busca sustentabilidade financeira.
- Gestão eficaz do estoque: A pesquisa de Silva & Assis (2017) e Ferreira (2006) destaca a importância da previsão de demanda na gestão de estoque. Isso pode ser fundamental para garantir que os recursos estejam disponíveis quando necessário, evitando a falta de suprimentos e estoques excessivos.
- Melhor tomada de decisões: Pinto, Zorzo & Schlüter (2021) e Lopes (2015) enfatizam que a previsão de demanda baseada em ML pode fornecer uma visão estratégica ampliada e melhorar a tomada de decisões. Essa capacidade é crucial para enfrentar os desafios em um ambiente de redução de efetivos.

Considerando o cenário atual da Marinha do Brasil, com a necessidade de manter a eficiência operacional e a sustentabilidade financeira diante da diminuição do quadro de colaboradores, a aplicação de ML na previsão de demanda na logística pode ser uma estratégia valiosa. Isso ajudaria a garantir que os recursos estejam sendo usados de forma eficaz e a manter o cumprimento dos compromissos com o governo, incluindo o apoio ao Plano Estratégico da Marinha até 2040.

Além disso, a pesquisa identificou que a previsão de demanda baseada em ML pode ser especialmente relevante em cenários de crise, como a pandemia de COVID-

19, onde a capacidade de adaptação e a tomada de decisões informadas desempenham um papel crítico.

A gestão de mão de obra conforme a demanda é um benefício crítico da aplicação de *Machine Learning* na previsão de demanda na logística, como sugerido em alguns dos estudos mencionados:

- O estudo de Silveira (2021) em uma revendedora de combustíveis de aviação demonstrou que a previsão de demanda eficaz pode levar a uma melhor gestão de mão de obra. Isso ocorre porque, ao prever a demanda com maior precisão, a organização pode programar sua mão de obra de maneira mais eficiente, evitando sobrecargas ou ociosidade desnecessária.
- A pesquisa de Araújo *et al.* (2018) sobre previsão de demanda para uma empresa do setor alimentício destacou que a previsão precisa da demanda ajuda na programação de paradas programadas de manutenção, longe de períodos de alta demanda. Isso é essencial para otimizar a utilização da mão de obra, garantindo que o pessoal esteja disponível quando mais necessário.
- Silva & Assis (2017) enfatizam que a previsão de demanda está diretamente relacionada à gestão de estoque, que, por sua vez, tem um impacto significativo no capital de giro. Uma gestão eficaz de estoque pode reduzir custos e, como resultado, liberar recursos para investir em mão de obra conforme a demanda.

Portanto, a previsão de demanda precisa, facilitada por soluções de *Machine Learning*, é fundamental para a gestão eficiente da mão de obra. Isso ajuda a evitar custos desnecessários com mão de obra ociosa ou horas extras, otimizando a utilização de recursos humanos de acordo com as flutuações na demanda. Essa capacidade é particularmente valiosa no contexto da redução de efetivos, pois permite que a Marinha do Brasil maximize a eficiência de sua força de trabalho com um contingente menor, mantendo ao mesmo tempo a capacidade de atender às necessidades operacionais.

## 5. CONCLUSÃO

A redução do efetivo militar na Marinha do Brasil, conforme estabelecido no Memorando nº 4/2021, é uma resposta sensata e estratégica às mudanças econômicas, tecnológicas e legislativas que moldam o cenário atual. Nesse contexto, a implementação de *Machine Learning* na previsão de demanda na logística se destaca como um ativo inestimável. A análise dos estudos realizados revela uma série de benefícios inegáveis, incluindo melhorias na precisão das previsões, otimização de recursos, redução de custos e uma gestão mais eficaz do estoque.

À medida que a Marinha enfrenta o desafio de manter sua eficiência operacional com um efetivo reduzido, a gestão eficaz da mão de obra se torna uma prioridade crítica. A previsão precisa da demanda, facilitada pelo ML, permite a programação eficiente da força de trabalho, evitando tanto a sobrecarga quanto a ociosidade de pessoal. Essa capacidade é de importância vital para a instituição, já que a otimização da força de trabalho é essencial para atender às demandas operacionais em constante mudança.

Além de aprimorar a gestão dos recursos humanos, a aplicação do ML na previsão de demanda na logística desempenha um papel fundamental na busca pela sustentabilidade financeira da Marinha do Brasil e no cumprimento de seus compromissos com o governo. Essa estratégia não apenas beneficia a instituição, mas também oferece uma vantagem competitiva significativa em um ambiente em constante evolução. Portanto, a implementação dessas soluções não é apenas

vantajosa, mas também essencial para enfrentar com sucesso os desafios presentes e futuros da Marinha do Brasil.

Portanto, a adoção de soluções baseadas em ML não apenas representa uma estratégia valiosa para enfrentar os desafios atuais e futuros da Marinha do Brasil, mas também se apresenta como uma abordagem imperativa para garantir a eficácia operacional, a otimização de recursos e a sustentabilidade financeira em um contexto de mudanças constantes.

## BIBLIOGRAFIA

AIRES, C. S. F; ALMEIDA, G. J; SILVEIRA, S. O. Inteligência Artificial na Gestão de Estoque. In: X FATECLOG - Logística 4.0 e a Sociedade do Conhecimento, FATEC GUARULHOS, 31 de maio e 01 de junho de 2019.

ALLOTTE, J. T. B; FILASSI, M; OLIVEIRA, A. L. R. Caracterização da logística de distribuição de frutas, legumes e verduras na Central de Abastecimento de Campinas/SP. Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 60, nº especial (spe), 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.252673>.

ALMEIDA, M. N; NETO, B. R. S; FILHO, A. M. M; SANTOS, A. A. Otimização da rota de veículos e seus impactos na logística de distribuição: um estudo de caso em uma distribuidora de produtos de limpeza. Revista Produção Online, vol. 20, no. 2, June 2020, pp. 598-626. DOI: 10.14488/1676-1901.v20i2.3356

ARARIBOIA, G. Inteligência Artificial Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1988

ARAÚJO, G. C. *et al.*, Previsão de Demanda e Análise Simplificada da Gestão de Estoque Aplicada a uma Empresa do Setor Alimentício. *Brazilian Journal of Production Engineering*, São Mateus, vol. 4, n. 2, p. 48-64, 2018. Editora CEUNES/DETEC. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE>. Acesso em: 05 de novembro de 2023.

AWARI. Inteligência Artificial Logística: O Potencial Transformador da IA na Gestão Logística. Por Paulo Lisboa. Publicado em 20 de julho de 2023. Disponível em: <https://awari.com.br/inteligencia-artificial-logistica-o-potencial-transformador-da-ia-na-gestao-logistica/>. Acesso em: 15 de outubro de 2023.

BALLOU, R. H. Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2009.

BATISTA, J. V. M; IKEZIRI, L. M; FREITAS, T. P. Logística 4.0: Perspectivas da Aplicação de Inteligência Artificial na Logística Interna. In: XLI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu - Paraná - Brazil, October 2021. DOI: 10.14488/ENEGEP2021\_TN\_STO\_355\_1826\_42933.

BOSTROM, N. *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press, 2014. Disponível em: <https://archive.org/details/superintelligenc0000bost>. Acesso em: 07 de outubro de 2023.

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. J; COOPER, M. B. *Supply Chain Logistics Management*. Boston, Mass.: McGraw-Hill, 2013. International Edition.

BRASIL; MARINHA DO BRASIL. Memorando nº 4, de 24 de março de 2021. Revisão da Redução dos efetivos autorizados da Marinha do Brasil. Comandante da Marinha - Brasília, DF, 2021.

CHOPRA, S; MEINDL, P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. eBook, Global Edition. Pearson Education, June 1, 2015.

CHRISTOPHER, M. *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Services*. Financial Times/Pitman Publishing, 1992. 231 p. ISBN 0 273 0 3415 4.

COSTA, P. A. *et al.*, A Inteligência Artificial na Otimização de Processos Logísticos: Revisão Sistemática de Literatura. Revista Análise, v. 17, n. 1, p. 67-89, jan./jun. 2022. ISSN 1519-0846. Editora: UNIANCHIETA.

COYLE, J. J; BARDI, E. J; LANGLEY, C. J. The Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective. South-Western/Thomson Learning, 2003.

FERREIRA, R. V. Previsão de Demanda: Um Estudo de Caso para o Sistema Interligado Nacional. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belo Horizonte, julho de 2006.

FILHO, R. S. S; LEITE, Y. G. S. Análise de Previsão e Gestão de Demanda: Estudo de Caso em uma Empresa Fabricante de Cilindros de Oxigênio. In: GESTÃO DE MARKETING: VOLUME 1. p. 90-101. Disponível em: [https://pesquisa.fametro.edu.br/wp-content/uploads/2023/03/GestaoMKT\\_Vol1.pdf](https://pesquisa.fametro.edu.br/wp-content/uploads/2023/03/GestaoMKT_Vol1.pdf). Acesso em: 23 de outubro de 2023.

FREITAS, D. A. Comparação e Análise de Métodos de Previsão de Demanda: Estudos de Caso em Pequenas Empresas. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Núcleo de Tecnologia, Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Caruaru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/50315/1/FREITAS%2c%20Daniele%20Alves%20de.pdf>. Acesso em: 01 de novembro de 2023.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <https://www.idea.ufscar.br/arquivos/metodologia/delineamentos/pdf-gerhardt-e-silveira-2009-metodos-de-pesquisa.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2023.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, G; RODRIGUES, A. L. V; BOUZON, M; STAUDT, F. H. Aplicação de *Machine Learning* e Séries Temporais para Previsão de Demanda: Um Estudo de Caso em uma Empresa de Bens de Consumo. *Brazilian Journal of Development*, Florianópolis, v. 9, n. 8, p. 23110-23132, ago. 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n8-001. Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina.

HARARI, Y. N. *Sapiens: Uma Breve História da Humanidade*. Companhia das Letras, 2015. Disponível em: <https://estudocerteiro.com.br/download-sapiens-pdf/>. Acesso em: 07 de outubro de 2023.

HOFSTADTER, D. R. *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*. Basic Books, 1979. Disponível em: <https://archive.org/details/godelescherbachaneternalgoldenbraiddouglasr.hofstadter>. Acesso em 07 de outubro de 2023

KURZWEIL, R. A. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Viking, 2005. Disponível em: <https://vdocument.in/ray-kurzweil-the-singularity-is-near.html?page=2>. Acesso em: 07 de outubro de 2023.

LEE, K. F. Inteligência artificial. Globo Livros, 2019.

LOPES, H. G. T. Análise e Previsão da Demanda: Estudo de Caso em uma Empresa Produtora de Alimentos. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco, Núcleo de Tecnologia, Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Caruaru, fevereiro de 2015

LUDEMIR, T. B. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. *Inteligência Artificial. Estud. av.*, vol. 35, n. 101, Jan-Apr 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.007>

MCCARTHY, J. *What is Artificial Intelligence?* Disponível em: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/whatisai.html> . Acesso em: 08 de outubro 2023.

MINSKY, M; PAPERT, S. *Perceptrons*. Tradução de Nelson Dantas. 5. ed. São Paulo: Livraria Teixeira, 2013.

NIKOLOPOULOS, C. *Expert systems*: New York: Marcel Dekker, Inc., 1997.

O'NEIL, C. *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Tradução de Charles Odend'hal. São Paulo: Editora Leya, 2017.

PAKSOY, T; KOCHAN, C. GI; ALI, S. S. *Logistics 4.0: Digital Transformation of Supply Chain Management*. CRC Press, December 17, 2020.

PESSIS-PASTERNAK, G. *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993.

PINTO, I. B; ZORZO, A; SCHLÜTER, M. Aplicação do Aprendizado de Máquinas na Previsão de Demanda. In: XII FATECLOG - Gestão da Cadeia de Suprimentos no Agronegócio: Desafios e Oportunidades no Contexto Atual. Anais do evento. Mogi das Cruzes, SP, Brasil, 18 e 19 de junho de 2021. ISSN 2357-9684. Fatec Mogi das Cruzes.

RAMPAZI, W. R. S *et al.*, Utilização da inteligência artificial nos principais setores da cadeia de suprimento. In: XII FATECLOG: Gestão da Cadeia de Suprimentos no Agronegócio: Desafios e Oportunidades no Contexto Atual. Mogi das Cruzes/SP, Brasil, 18 e 19 de junho de 2021. ISSN 2357-9684.



RUSSELL, S. J. *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*. Tradução de Luís Madureira. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2020.

SILVA, C. H. O; ASSIS, R. Análise e Previsão de Demanda: Estudo de Caso Aplicado em uma Empresa Metalúrgica. In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_238\\_379\\_31167.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_379_31167.pdf). Acesso em: 3 de novembro de 2023.

SILVEIRA, M. S. Previsão de Demanda: Estudo de Caso em uma Revendedora de Combustíveis de Aviação. Niterói, 2021. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Fluminense. Orientador: Ruben Huamanchumo Gutierrez, D. Sc. Disponível em: [https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/24681/TCC\\_Murillo%20Silva%20Silveira%20Vers%c3%a3o%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/24681/TCC_Murillo%20Silva%20Silveira%20Vers%c3%a3o%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y) . Acesso em: 31 de outubro de 2023.

SIMCHI-LEVI, D; KAMINSKY, P; SIMCHI-LEVI, E. *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*. *Journal of Business Logistics*, vol. 22, no. 1, March 2001. DOI: 10.1002/j.2158-1592.2001.tb00165.x.

TAULLI, T. Introdução à Inteligência Artificial: Uma abordagem não técnica. Novatec Editora, 2020.