

**Kaio Lourenço Ferreira**

*Faculdade Tecnológica de Assis*  
kaio.ferreira @fatec.sp.gov.br

**Rafael Augusto Oliva**

*Faculdade Tecnológica de Assis*  
rafael.oliva @fatec.sp.gov.br

---

### RESUMO

A inteligência artificial (IA) desempenha um papel fundamental na otimização dos processos logísticos, trazendo benefícios significativos para a indústria. O uso da IA na logística permite redução de custos, maior precisão e agilidade, escalabilidade e operações contínuas. O uso da IA na logística já apresenta resultados positivos, especialmente em termos de análise preditiva e otimização de rotas. No entanto, também existem desafios a considerar, incluindo: Elevados custos de implementação, potencial de substituição de emprego, criatividade e inovação limitadas e dependência de infraestruturas. A pandemia do coronavírus acelerou a transformação digital e avançou ainda mais o uso da IA na logística.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial. Logística. Otimização. Processos. Benefícios.

---

### ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) plays a fundamental role in optimizing logistics processes, bringing significant benefits to the industry. The use of AI in logistics allows for cost reduction, greater precision and agility, scalability, and continuous operations. The use of AI in logistics is already showing positive results, especially in terms of predictive analysis and route optimization. However, there are also challenges to consider, including: High implementation costs, job replacement potential, limited creativity and innovation, and dependence on infrastructure. The coronavirus pandemic has accelerated digital transformation and further advanced the use of AI in logistics.

**Keywords:** Artificial Intelligence. Logistics. Optimization. Lawsuit. Benefits.

# 1. INTRODUÇÃO

A logística desempenha um papel importante em diversos setores, garantindo o fluxo eficiente de mercadorias e materiais, e à medida que a sociedade evolui e a tecnologia avança, a inteligência artificial (IA) tornou-se uma ferramenta poderosa para otimizar os processos logísticos, trazendo grandes benefícios para as empresas.

A introdução da IA na logística auxilia na redução de custos, melhoria na precisão e a agilidade dos processos, além de escalar e fornecer operações contínuas. Mas embora existam alguns desafios a considerar, o elevado custo da implementação da IA pode ser uma barreira para algumas empresas, especialmente as menores.

Tendo isso em mente, o objetivo geral deste artigo é explorar a utilização da inteligência artificial na logística, analisando os benefícios e desafios associados a essa implementação. De forma específica, os objetivos de baseiam em compreender como a IA pode contribuir para a análise preditiva e otimização de rotas, bem como discutir as implicações da pandemia da Covid-19 na aceleração dessa transformação digital. Além disso, abordaremos possíveis soluções para mitigar os desafios e maximizar os benefícios da IA na logística, visando o aprimoramento dos processos e resultados das empresas do setor.

Justifica-se esse estudo pois a chegada da pandemia causou uma grande revolução tecnológica, pois muitas empresas foram atingidas por conta que não estavam preparadas para a escassez de componentes e o aumento da demanda por produtos, e assim nós seres humanos não conseguimos recolher vastos conjuntos de dados e tomar decisões para olhar o que está impactando em seu portfólio de produtos especialmente em empresas que têm milhares de peças e fornecedores, As técnicas tradicionais de aquisição precisam de mudança e as organizações devem aproveitar as capacidades de IA para que possam detectar oportunidades de forma proativa e contínua.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Logística 4.0

Para que seja aplicado a inteligência artificial na logística, é preciso falar sobre a logística 4.0 e um pouco da sua evolução, o conceito da logística 4.0 ela é a automação e o uso da tecnologia dentro de todas as etapas que compõem a logística, ela consegue oferecer aos profissionais dessa área a chance de automatizar seus processos e assim economizando recursos e até ajudando financeiramente, a logística 4.0 aplica os princípios tecnológicos característicos da 4ª revolução industrial à estrutura da prestação de serviços logísticos, utilizando os seguintes princípios: operação em tempo real, virtualização, descentralização,

microserviços e modularidade que inclui: big data analytics / machine learning e segurança dos dados (Chiqueto, 2017).

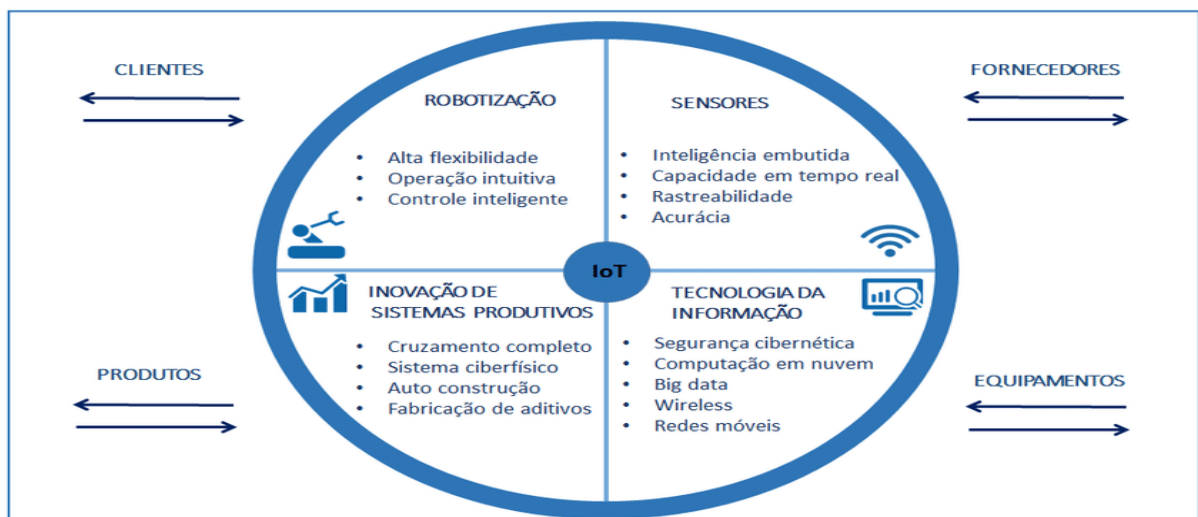
Afirmado por, Strandhagen (2017), relatando que os avanços recentes na tecnologia de informação e comunicação, combinados com a crescente pressão sobre a indústria de manufatura para digitalizar e automatizar, abrem caminho para várias oportunidades de melhoria logística por meio da Logística 4.0, a Logística 4.0 oferece oportunidades para mudar significativamente os modelos de negócios com os quais as empresas operam (Strandhagen, 2017).

Os conceitos da Logística 4.0 podem auxiliar os profissionais da cadeia de suprimentos das seguintes formas:

- Diminuição de perda de ativos – Conhecer os problemas dos produtos em tempo para encontrar uma solução.
- Economia de custos de combustível – Otimizar rotas de frota, monitorando as condições de tráfego.
- Garantia da estabilidade de temperatura – Monitorar resfriamento que, de acordo com o Ministério da Agricultura dos Estados Unidos, cerca de um terço dos alimentos perecem em trânsito a cada ano.
- Gerenciamento do estoque do armazém – Monitorar inventários em situações de peças fora do estoque.
- Identificação da visão do usuário – Sensores incorporados fornecem visibilidade sobre o comportamento do cliente e uso do produto.
- Criação da eficiência de frotas – Reduzir as redundâncias.

A FIG. 1 apresenta o conceito da Internet das coisas na logística, exemplificando toda a integração e flexibilidade citada acima como benefícios desse novo conceito.

**Figura 1 – Logística 4.0 e suas áreas de implementação**

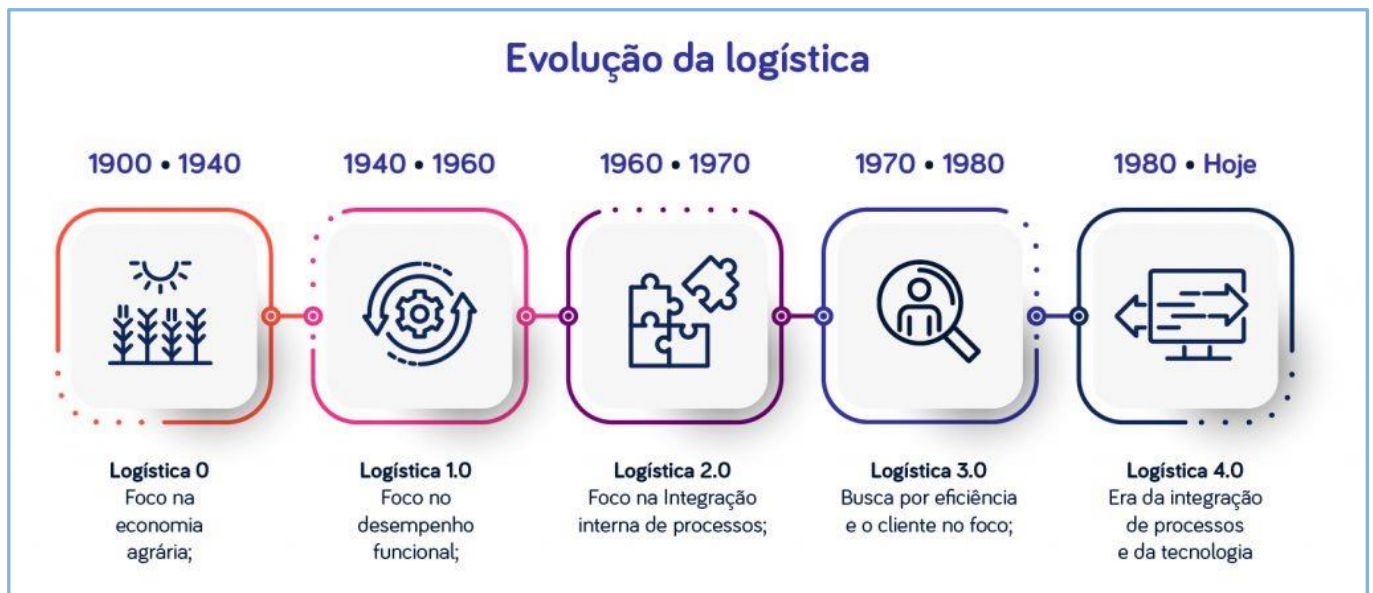


Fonte: Adaptado de Akinlar e Sevket (2014).

A FIG 2 apresentada abaixo, mostra a evolução da logística ao longo dos anos: 1900 a 1940 a logística 0 – que tinha como foco na economia agrária.

- 1940 a 1960 a logística 1.0 – que foi o fruto da primeira revolução industrial, que deu início na Inglaterra, e ela procurava atender ao primeiro movimento de produção em escala, assim o foco era no escoamento de grandes cargas de produtos, impulsionado principalmente pelas locomotivas.
- 1960 a 1970 a logística 2.0 – vem com foco na integração interna de processos, com a descoberta da energia elétrica que deu a permissão a introdução da produção em massa.
- 1970 e 1980 a logística 3.0 – houve uma grande melhora na comunicação organizacional internamente e externamente, o cliente se torna prioridade e as empresas passam a ter como objetivo a busca por eficiência.
- 1980 e acontece até hoje a logística 4.0 – ela é a automação e o uso da tecnologia dentro de todas as etapas que foi citado acima, a logística 4.0 oferece aos profissionais que pertence a área a possibilidade de automatizar seus processos e economizar desde recursos e até dinheiro.

**Figura 2 – Evolução da logística**



Fonte: Kestrea (2021).

### 2.1.1 Logística 4.0 e a Pandemia Coronavírus

A pandemia do coronavírus teve um impacto significativo na cadeia de suprimentos em todo o mundo. As restrições de viagem, as interrupções na produção e as mudanças nos padrões de demanda criaram desafios logísticos sem precedentes. No entanto, a Logística 4.0, impulsionada por tecnologias digitais e automação, tem desempenhado um papel fundamental na superação desses desafios.

## **Impacto da Pandemia na Cadeia de Suprimentos**

- **Disjunções na cadeia de suprimentos:** A pandemia causou interrupções na produção, escassez de matéria-prima e atrasos nas entregas, afetando a capacidade das empresas de atender à demanda do mercado.
- **Mudanças nos padrões de demanda:** As mudanças nos hábitos de consumo levaram a flutuações inesperadas na demanda por certos produtos, exigindo uma adaptação rápida e flexível da cadeia de suprimentos.

## **Benefícios das Tecnologias Logísticas 4.0**

- **Resiliência operacional:** A Logística 4.0 permitiu uma maior capacidade de adaptabilidade e resposta rápida a mudanças inesperadas, aumentando a resiliência da cadeia de suprimentos.
- **Eficiência aprimorada:** A automação e a análise de dados proporcionaram ganhos significativos de eficiência, reduzindo custos operacionais e melhorando a produtividade.

## **Desafios e Oportunidades**

- **Desafios de Implementação:** A adoção de tecnologias logísticas 4.0 pode representar desafios em termos de investimento, integração de sistemas e capacitação da equipe.
- **Oportunidades de Inovação:** A pandemia destacou a necessidade de inovação e modernização da cadeia de suprimentos, abrindo oportunidades para a implementação de tecnologias logísticas avançadas.

De acordo com Dossou, vários países do mundo enfrentaram problemas relacionados com a gestão da logística no período da pandemia do covid-19 em hospitais, após esses problemas foram estudados vários métodos que já existiam para a melhora do desempenho logístico, um desses métodos foi a IA, a inteligência artificial (IA) é uma tecnologia que se adapta muito bem aos novos desafios que surgem no desenvolvimento da quarta revolução industrial. Dentro da inteligência artificial, os sistemas cognitivos e a aprendizagem de máquinas desempenham um papel importante na realização da economia e da sociedade do presente e do futuro (Oleśków-Szłapka 2019).

## **2.2. O uso da IOT na Gestão Logística**

A IOT é um recurso tecnológico que tem como característica básica a combinação de sensor, conectividade e mobilidade, sendo importante para a digitalização da indústria. Atualmente, as aplicações de IOT são variadas, permeando quase todas as atividades, como transporte, construção, agricultura e saúde (**Patel & Patel, 2016**). A IOT, um "braço" dessa revolução, muda os arranjos globais da cadeia de valor, comunicação, planejamento, logística e produção (Porter & Heppelmann, 2015).

De acordo com uma pesquisa conduzida pela renomada Gartner Group em 2017, uma líder mundial em pesquisa e consultoria em tecnologia, foi constatado que o número de dispositivos conectados utilizados globalmente alcançou a marca de 8,4 bilhões, representando um aumento significativo de 31% em relação ao total de dispositivos conectados em 2016. Esses números destacam claramente o crescente impacto da conectividade e a rápida expansão do universo da Internet das Coisas (IOT).

Em um estudo conduzido por John Hopkins e Paul Hawking, eles chegaram a conclusão que com a implementação da IOT na logística poderia trazer muitas melhorias, como nas rotas podendo reduzir o congestionamento do tráfego, que é responsável por perdas de produtividade, aumentos no consumo de combustível, poluição atmosférica e sonora, e podem incitar stress, agressão, raiva e comportamentos inseguros nos condutores.

Com o uso da IoT na gestão logística ela oferece oportunidades significativas para melhorar a eficiência, segurança e visibilidade das operações. A capacidade de coletar e analisar dados em tempo real tem o potencial de transformar a maneira como as empresas gerenciam suas cadeias de suprimentos, proporcionando benefícios tangíveis em termos de redução de custos, melhoria da qualidade do serviço e vantagem competitiva.

### 2.3. Machine Learning na Logística

O Machine Learning na logística é aumentar a precisão de dados, principalmente os relacionados à previsão da demanda. (Giuli Romano, 2019). *O Machine Learning* é um termo em inglês que significa “aprendizado de máquina”. Esse conceito é baseado na tecnologia de inteligência artificial, que permite que as máquinas “aprendam” automaticamente, de forma que elas possam realizar processos de maneira autônoma, a ideia de inserir a transformação por meio da aprendizagem de máquina está influenciando diretamente as atividades mais complexas de logística e proporcionando maior precisão e clareza nos dados. Seleccionamos alguns pontos que foram afetados com a nova tecnologia (Giuli Romano, 2019).

Em uma empresa dos Estados Unidos chamada Itransition, eles desenvolveram tópicos de como o Machine Learning é importante para a logística:

- **Gerenciamento de armazenagem:** O Machine Learning pode ajudar a agilizar o gerenciamento de armazéns, fornecendo insights sobre níveis de estoque, disponibilidade de estoque, taxas de atendimento, prazos de remessa e outras métricas essenciais.
- **Otimização de rota:** As ferramentas de ML e IA para os transportes podem analisar dados como padrões de tráfego e distâncias entre locais e elaborar as rotas mais eficientes para entrega de carga em tempo real.

- **Gestão de relacionamento com fornecedores:** Soluções de Machine Learning podem ser usadas para melhorar o gerenciamento de relacionamento com fornecedores (SRM) no setor de logística, complementados com análises preditivas, os algoritmos de ML podem ajudar a identificar comportamentos e preferências dos clientes que podem ser valiosos para o SRM.

A aplicação do Machine Learning na logística oferece oportunidades significativas para aprimorar a eficiência e a confiabilidade das operações. A contínua evolução e adoção dessas tecnologias prometem transformar a maneira como as empresas gerenciam suas cadeias de suprimentos e distribuição, resultando em benefícios tangíveis para as organizações e seus clientes.

#### **2.4. Sistema SCM de Gestão**

O SCM em um nível mais básico, é o gerenciamento da cadeia de suprimentos é o gerenciamento do fluxo de mercadorias, dados e finanças relacionados a um produto ou serviço, desde a aquisição de matérias-primas até a entrega do produto em seu destino, em muitas empresas de grande porte usam o sistema SCM como a BIC, Coca-Cola, Pepsico, Gillette entre outros. O SCM possibilita a redução de custos, melhora o controle de todos os processos e contribui para a garantia de entregar o melhor resultado ao cliente.

De acordo com Habib M. (2014), a SCM tem sido gradualmente adaptada como uma abordagem de gestão comprovada para alcançar lucros e crescimento sustentáveis, ele afirma também que nos últimos tempos o SCM tem sido amplamente pesquisado em vários domínios de aplicação, mas apesar de popularidade de pesquisas e aplicações de SCM, ainda permanece uma confusão considerável quanto ao seu significado. Existem várias tentativas feitas por pesquisadores e profissionais para definir adequadamente o SCM.

### **3. METODOLOGIA**

Este estudo baseou-se em uma pesquisa bibliográfica, inicialmente, foram identificadas as fontes bibliográficas relevantes para o tema em questão. A pesquisa foi conduzida em bases de dados acadêmicas como PubMed, Scopus e Google Scholar, utilizando palavras-chave relacionadas ao assunto. Os dados relevantes foram extraídos dos estudos selecionados, incluindo informações sobre autores, ano de publicação, objetivo do estudo, metodologia utilizada, principais resultados e conclusões.

Esta metodologia oferece uma estrutura sólida para um estudo abrangente sobre o uso da inteligência artificial na logística, integrando revisão da literatura, análise de casos práticos,

desenvolvimento e implementação de soluções, bem como discussão crítica dos resultados e implicações.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A segurança cibernética é uma prioridade em toda organização, no entanto, isso não é tão evidente na administração pública brasileira, onde muitas vezes há apenas um departamento de Tecnologia da Informação (TI) com diversas responsabilidades, incluindo a segurança da informação. De acordo com a perspectiva da Kaspersky (2022), a segurança cibernética visa proteger computadores, servidores, dispositivos móveis, redes e dados, entre outros, que são alvos de ataques.

Para a implementação bem-sucedida da inteligência artificial (IA) na otimização dos processos logísticos pode resultar em uma série de benefícios e melhorias. alguns dos resultados esperados incluem, redução de custos, melhoria da eficiência operacional, melhoria na experiência do cliente e Sustentabilidade.

Em resumo, a implementação da inteligência artificial na otimização dos processos logísticos pode resultar em uma operação mais eficiente, econômica e adaptável, oferecendo benefícios tanto para as empresas quanto para os clientes.

Na tabela 1 abaixo mostra as três colunas com os resultados sobre as vantagens que a IA pode trazer para a logística, os custos que precisam para iniciar e manter a IA e os desafios para a implementação da IA na logística.

**Tabela 1** – Resultados da IA na logística

<b>Vantagens</b>	<b>Custos</b>	<b>Desafios</b>
<b>Otimização de Rotas</b>	<b>Investimento inicial significativo em tecnologia e infraestrutura.</b>	<b>Garantir dados de qualidade e precisão para alimentar os sistemas de IA na logística.</b>
<b>Previsão da Demanda</b>	<b>Custos de treinamento e educação para capacitar os funcionários no uso da IA.</b>	<b>Integração de sistemas de IA com os sistemas existentes na logística.</b>
<b>Manutenção Preditiva</b>	<b>Custos contínuos de manutenção e atualização dos sistemas de IA.</b>	<b>Proteção da segurança e privacidade dos dados utilizados pela IA na logística.</b>



<b>Gestão de Estoque Automatizada</b>	<b>Custos associados à aquisição e implementação de tecnologias de IA.</b>	<b>Promover a aceitação e adoção da IA entre os colaboradores e stakeholders.</b>
<b>Roteirização Dinâmica</b>	<b>Custos de suporte técnico e atualizações de software para manter os sistemas de IA funcionando.</b>	<b>Lidar com desafios de segurança cibernética ao utilizar sistemas de IA na logística.</b>

*Fonte: Kestraa (2021).*

Enquanto a inteligência artificial oferece muitas vantagens significativas para a logística, é importante estar ciente dos custos associados e dos desafios que podem surgir durante a implementação e operação desses sistemas. Investir em dados de qualidade, treinamento adequado, manutenção regular e segurança cibernética são aspectos essenciais para garantir o sucesso da IA na logística.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial continua a ser de grande valor para os processos logísticos, melhorando a eficiência, reduzindo custos, melhorando a qualidade do serviço e a capacidade de adaptação às novas exigências do mercado. A utilização eficaz da inteligência artificial exige investimento contínuo em tecnologia, formação de funcionários e integração inteligente com sistemas existentes, mas os benefícios potenciais justificam estes esforços. Durante a pandemia da COVID-19, a indústria da logística enfrentou uma série de desafios e demonstrou resiliência e adaptação em diversos aspectos, hoje a inteligência artificial (IA) está desempenhando um papel cada vez mais importante na logística atualmente, transformando a maneira como as empresas gerenciam suas operações e cadeias de suprimentos, isso com ajuda do Machine learning e a IOT.

O objetivo geral deste artigo é estudar a utilização da inteligência artificial na logística e analisar as vantagens e desafios associados a esta aplicação. Mais especificamente, estes objetivos baseiam-se na compreensão de como a inteligência artificial pode contribuir para a análise preditiva e otimização de rotas, bem como o impacto da pandemia de Covid-19 na aceleração da transformação digital. Além disso, proporemos possíveis soluções para reduzir os desafios logísticos e maximizar os benefícios da inteligência artificial, melhorando assim os processos e resultados das empresas deste setor.

Por meio dessa pesquisa e aplicação da inteligência artificial na área de logística, podem contribuir sobremaneira para o avanço do conhecimento acadêmico, aumentar a inovação tecnológica e promover melhorias significativas nos processos e serviços relacionados à cadeia de

suprimentos. Estas contribuições tiveram um impacto positivo tanto na academia como no setor de TI, mudando a forma como o setor logístico opera e adaptando-se às necessidades atuais do mercado. Além disso, considerando o impacto potencial de tecnologias emergentes, como aprendizado de máquina, IoT e robótica, no desenvolvimento da indústria, este trabalho pode explorar tendências futuras na aplicação de inteligência artificial à logística.

## 6. REFERÊNCIAS

- CHIQUETO, Gilson. TMS aplicado à Logística 4.0. (2017). Disponível em: <<http://www.transpobrasil.com.br/2017/09/12/tms-aplicado-a-logistica-4-0/>>. Acesso em: 25 set. 2023.
- Esther Shein, The power of intelligence in solving supply chain challenges. (2022) Disponível em: <<https://www.techrepublic.com/article/the-power-of-intelligence-in-solving-supply-chain-challenges/>>. Acesso em: 25 set. 2023.
- STRANDHAGEN, Jan Ola et al. Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. *Advances in Manufacturing*, v. 5, n. 4, p. 359-369, 2017.
- OJEDA LARROSA, Natalia Maria. LogTechs in Brazil: how logistics start-ups are applying Industry 4.0 technologies: a multi-case study. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 104f, 2021.
- Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). Internet of Things - IoT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(5), 6122-6131.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 96-112. Recuperado de <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies> <> <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies>>. Acesso em: 27 set. 2023.
- InteliPost, Giuli Romano, Como o Machine Learning na logística está revolucionando o setor? (2019) Disponível em: <<https://www.intelipost.com.br/blog/como-o-machine-learning-na-logistica-esta-revolucionando-o-setor/>> Acesso em: 28 set. 2023.
- Dossou, P., Foreste, L. e Misumi, E. (2021) Sistema de Apoio Inteligente para Otimização de Logística de Saúde 4.0 no Contexto da Pandemia de Covid. *Jornal de Engenharia de Software e Aplicações*, 14, 233-256. Disponível em: <[10.4236/jsea.2021.146014](https://doi.org/10.4236/jsea.2021.146014)> Acesso em: 16 nov. 2023.
- Oleśków-Szłapka, J., Wojciechowski, H., Domański, R. and Pawłowski, G. (2019) Logistics 4.0 Maturity Levels Assessed Based on GDM (Grey Decision Model) and Artificial Intelligence in Logistics 4.0—Trends and Future Perspective. *Procedia Manufacturing*, 39, 1734-1742. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.266>> Acesso em: 16 nov. 2023.
- Hopkins, J. e Hawking, P. (2018), "Big Data Analytics e IoT em logística: um estudo de caso", Disponível em: <*The International Journal of Logistics Management*, Vol. 29 Nº 2, pp. <https://doi.org/10.1108/IJLM-05-2017-0109>> Acesso em: 16 nov. 2023
- Os 10 melhores casos de uso de ML na logística. Disponível em: <<https://www.itransition.com/machine-learning/logistics>> Acesso em: 16 nov. 2023
- Habib, M. (2014) Supply Chain Management (SCM): suas implicações futuras. *Revista Aberta de Ciências Sociais*, 2, 238-246. Disponível em <[10.4236/jss.2014.29040](https://doi.org/10.4236/jss.2014.29040)>. Acesso em: 16 nov. 2023.