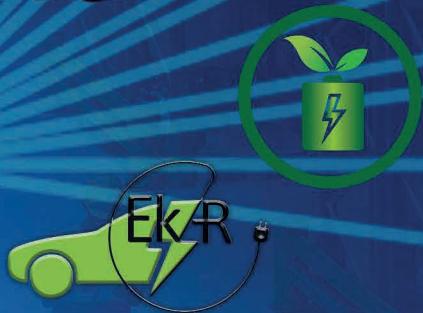
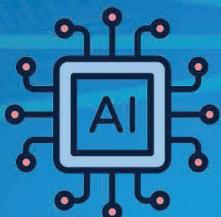


Moacir de Freitas Junior  
Célia de Lima Pizolato  
ORGANIZADORES

# LOGÍSTICA APLICADA AOS PROCESSOS DE GESTÃO



AHP



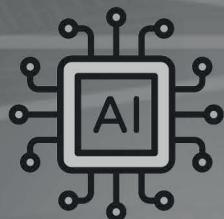
Atena  
Editora  
Ano 2025

Moacir de Freitas Junior  
Célia de Lima Pizolato  
ORGANIZADORES

# LOGÍSTICA APLICADA AOS PROCESSOS DE GESTÃO



AHP



Atena  
Editora  
Ano 2025

2025 by Atena Editora

Copyright © 2025 Atena Editora

Copyright do texto © 2025, o autor

Copyright da edição © 2025, Atena Editora

Os direitos desta edição foram cedidos à Atena Editora pelo autor.

*Open access publication by Atena Editora*

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira Scheffer

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Yago Raphael Massuqueto Rocha



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo desta obra, em sua forma, correção e confiabilidade, é de responsabilidade exclusiva dos autores. As opiniões e ideias aqui expressas não refletem, necessariamente, a posição da Atena Editora, que atua apenas como mediadora no processo de publicação. Dessa forma, a responsabilidade pelas informações apresentadas e pelas interpretações decorrentes de sua leitura cabe integralmente aos autores.

A Atena Editora atua com transparência, ética e responsabilidade em todas as etapas do processo editorial. Nosso objetivo é garantir a qualidade da produção e o respeito à autoria, assegurando que cada obra seja entregue ao público com cuidado e profissionalismo.

Para cumprir esse papel, adotamos práticas editoriais que visam assegurar a integridade das obras, prevenindo irregularidades e conduzindo o processo de forma justa e transparente. Nosso compromisso vai além da publicação, buscamos apoiar a difusão do conhecimento, da literatura e da cultura em suas diversas expressões, sempre preservando a autonomia intelectual dos autores e promovendo o acesso a diferentes formas de pensamento e criação.

# Logística aplicada aos processos de gestão

## | Organizadores:

Moacir de Freitas Júnior  
Célia de Lima Pizolato

## | Revisão:

Os autores

## | Diagramação:

Thamires Gayde

## | Capa:

Yago Raphael Massuqueto Rocha

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L832 Logística aplicada aos processos de gestão /  
Organizadores Moacir de Freitas Júnior, Célia de  
Lima Pizolato. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2025.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-258-3880-9  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.809250311>

1. Gestão da produção. 2. Processos industriais. 3.  
Logística. I. Freitas Júnior, Moacir de (Organizador). II.  
Pizolato, Célia de Lima (Organizadora). III. Título.

CDD 658.5

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

## Atena Editora

📞 +55 (42) 3323-5493

📞 +55 (42) 99955-2866

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto: contato@atenaeditora.com.br)

# CONSELHO EDITORIAL

## CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Elio Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Dr. Joachin de Melo Azevedo Sobrinho Neto – Universidade de Pernambuco  
Prof. Dr. João Paulo Roberti Junior – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso  
Prof. Dr. Julio Cândido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

# PREFÁCIO

## PREFÁCIO

A logística, mais do que um campo técnico, é hoje uma força estratégica que conecta pessoas, mercados e ideias; é o elo invisível que sustenta o funcionamento das cidades, das indústrias e das relações humanas em um mundo globalizado e interdependente. Esta coletânea traduz essa amplitude: da inovação tecnológica à sustentabilidade, da liderança à formação profissional, da logística humanitária à competitividade internacional. Cada texto reflete o compromisso de pesquisadores e profissionais que compreendem a logística como instrumento de desenvolvimento econômico e social.

Os trabalhos reunidos conduzem o leitor por um panorama multifacetado. Mobilidade aérea urbana e vertiportos projetam o futuro da infraestrutura e do transporte inteligente; gestão aeroportuária e portuária evidencia o valor do planejamento integrado e da eficiência operacional nas cadeias de suprimentos; liderança feminina e governança ética ampliam o olhar sobre o fator humano, reconhecendo diversidade e integridade como vetores de desempenho organizacional; e a logística humanitária na pandemia de COVID-19 nos recorda que a essência da área é servir à vida, garantindo que bens, insumos e esperanças cheguem onde são mais necessários.

Ao lado disso, a logística ESG demonstra como sustentabilidade, responsabilidade social e governança corporativa se tornam diferenciais competitivos e redefinem o próprio conceito de sucesso empresarial.

A esta base já sólida somam-se agora três contribuições que reforçam a centralidade da decisão baseada em evidências, da tecnologia e da sustentabilidade:

1. Modelagem multicritério *AHP-COPRAS* na gestão da cadeia de suprimentos: ao avaliar riscos de interrupção sob diferentes critérios (probabilidade, impacto financeiro, tempo de recuperação e abrangência), o estudo demonstra como a ciência da decisão fortalece a resiliência das cadeias em contextos de crise econômica. O rigor metodológico se converte em ferramenta prática para gestores que precisam equilibrar eficiência, responsividade e sustentabilidade.

2. Inteligência Artificial no setor público dos BRICS: a análise comparativa das estratégias nacionais de IA ilumina dilemas entre competitividade global e

# PREFÁCIO

## PREFÁCIO

autonomia local, destacando a importância de governança ética, soberania digital e cooperação multiatores (Estado, academia e mercado). Ao articular dados, serviços e infraestrutura, a obra sugere que a logística pública do século XXI é também logística da informação.

3. Eficiência operacional e clima na aviação (RRSM em Guarulhos): a investigação sobre *Reduced Runway Separation Minima* evidencia como ajustes operacionais podem reduzir consumo de combustível e emissões de CO<sub>2</sub> sem comprometer a segurança, conectando engenharia, gestão do tráfego aéreo e metas climáticas do setor. É um exemplo eloquente de inovação orientada a impacto.

Lidos em conjunto, os capítulos revelam uma logística científica, ética e humana. Não se trata apenas de mover cargas, mas de movimentar saberes, decisões e valores. É nesse entrelaçamento — entre técnica e sentido, entre dados e pessoas — que a área se renova e amplia sua potência formativa. Como educadora e gestora, reconheço aqui uma pedagogia da logística: aprender continuamente com a prática, com a diversidade de contextos e com a responsabilidade de gerar valor econômico, social e ambiental.

Que esta obra inspire gestores, pesquisadores e estudantes a compreenderem a logística como uma ciência de integração — de sistemas, de pessoas e de propósitos — e como um campo fértil para a construção de um futuro mais inteligente, colaborativo e sustentável.

Boa leitura!

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Mariluci Alves Martino

Diretora da Fatec Atibaia – SP

# SUMÁRIO

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 .....** **11**

LEVANTAMENTO DE INFORMATIVOS SOBRE VERTIPORTOS PARA ATENDIMENTO À MOBILIDADE URBANA AÉREA (MUA) COM VEÍCULOS EVTOL

**Celia de Lima Pizolato**

**Carlos Alberto Diniz Grotta**

**Marco Antonio Souto Pasta Teberges**

**Edna Araújo Santos da Silva**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503111>

### **CAPÍTULO 2 .....** **29**

IMPACTO DA OTIMIZAÇÃO DO CARREGAMENTO DE BAGAGENS NA EFICIÊNCIA DA RESTITUIÇÃO

**Jacy Ferreira Braga**

**Alexsandro Diniz**

**Felipe Brown Araujo Souza**

**Andreza Santos Feitoza**

**Edson Demétrio Leal**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503112>

### **CAPÍTULO 3 .....** **45**

A ESCOLHA DO PORTO PARA O EMBARQUE DE VEÍCULOS

**Dulcinéia Souza Mathias**

**Amanda Soares Machado**

**Vanderlei Tallach**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503113>

### **CAPÍTULO 4 .....** **58**

LIDERANÇA FEMININA: UM DESAFIO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA  
ESG. ESTUDO DE CASO: MULHER EM CARGO DE GESTÃO

**Wanny Arantes Bongiovanni Di Giorgi**

**Celia de Lima Pizolato**

**Cristiane Santos Silva**

**Márcia Ariana Kirkoviskus dos Santos**

**Mariana Alves Ozéas**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503114>

# SUMÁRIO

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 5..... 70**

LOGÍSTICA HUMANITÁRIA E A DISTRIBUIÇÃO DA VACINA COVID-19 NO MODAL AÉREO

**Moacir de Freitas Junior**

**Carlos Eduardo Soares Gomes**

**José Cicero Mendes da Silva**

**Sandra Regina Milano**

**Célia de Lima Pizolato**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503115>

### **CAPÍTULO 6 ..... 86**

A LOGISTICA ESG COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO NO MERCADO INTERNACIONAL

**Milton Francisco de Brito**

**Elisangela Santos Teixeira**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503116>

### **CAPÍTULO 7..... 100**

REDUÇÃO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO E DAS EMISSÕES DE CO2 COM A MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL NAS MOVIMENTAÇÕES DAS AERONAVES NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE GUARULHOS/ SÃO PAULO

**Daniel Nery dos Santos**

**Mário Camarotto Junior**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503117>

### **CAPÍTULO 8..... 116**

APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UMA ABORDAGEM HÍBRIDA AHP-COPRAS

**José Martino Neto**

**Osmildo Sobral dos Santos**

**Euclides Reami Junior**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503118>

# SUMÁRIO

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 9 ..... 133**

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SETOR PÚBLICO DOS BRICS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DAS ESTRATÉGIAS NACIONAIS PARA A INOVAÇÃO E GOVERNANÇA

**Thiago Bergoci**

**Alexandre Castanheira Lucas de Oliveira**

**José Carlos Vaz**

**Regiane de Fátima Bigaran Malta**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8092503119>

### **CAPÍTULO 10 ..... 147**

METODOLOGIAS ATIVAS NA FORMAÇÃO EM LOGÍSTICA: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO E-KAR (STEAM-PBL)

**Leônidas Alvarez Neto**

**Alex Macedo de Araujo**

**Manoel Luís Freire Belém**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.80925031110>

### **CAPÍTULO 11 ..... 156**

INTEGRAÇÃO ENTRE BIG DATA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E BLOCKCHAIN NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: CAMINHOS PARA A EFICIÊNCIA, RASTREABILIDADE E RESILIÊNCIA LOGÍSTICA

**Davi de Albuquerque Gomes**

**Elzo Brito dos Santos**

**Gleidmilson de Azevedo**

**Thiago Bergoci**

**Marcos Donizete de Sousa**

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.80925031111>

### **SOBRE OS AUTORES ..... 184**



## CAPÍTULO 1

# LEVANTAMENTO DE INFORMATIVOS SOBRE VERTIPORTOS PARA ATENDIMENTO À MOBILIDADE URBANA AÉREA (MUA) COM VEÍCULOS EVTOL

**Celia de Lima Pizolato**  
Fatec Guarulhos

**Carlos Alberto Diniz Grotta**  
"In Memoriam"  
Fatec Guarulhos

**Marco Antonio Souto Pasta Teberges**  
Fatec Guarulhos

**Edna Araújo Santos da Silva**  
Fatec Guarulhos

**RESUMO:** Em virtude dos graves problemas enfrentados pela mobilidade urbana, principalmente de grandes cidades ao redor do mundo, como em virtude das grandes distâncias e dos constantes congestionamentos, surge um novo modal de transporte urbano, neste caso o aéreo, utilizando para isto veículos de pouso e decolagem vertical, conhecidos pela sigla EVTOL. Estes veículos, por serem elétricos, funcionando com bateria, tem ainda o benefício de não serem poluentes, o que é ainda mais propício para as áreas urbanas. Porém, sendo aéreo, estes veículos EVTOL vão precisar de terminais para realizarem, além de pouso e decolagem, o processamento de passageiros e carga, além do tratamento para os veículos. Tudo isto com máxima segurança, como é usual no padrão do modal aéreo. O intuito deste trabalho é levantar informativos de como estes vertiportos estão sendo estudados e testados no mundo. Para isto, esta pesquisa, de cunho exploratório, utilizou 20 informes de empresas conceituadas na área, a fim analisarmos se pode haver alguma previsibilidade de tendência a uma generalização de tipos de vertiportos ou se, no momento presente, ainda não há uma definição clara do modelo a seguir.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vertiporto; Mobilidade Urbana Aérea (MUA); EVTOL.

# Survey of information on Vertiports to serve Urban Air Mobility (MUA) with EVTOL vehicles

**ABSTRACT:** Due to the serious problems faced by urban mobility, especially in large cities around the world, such as long distances and constant traffic jams, a new mode of urban transportation has emerged, in this case air transportation, using vertical takeoff and landing vehicles, known by the acronym EVTOL. These vehicles, being electric and battery-powered, also have the benefit of being non-polluting, which is even more suitable for urban areas. However, being air transportation, these EVTOL vehicles will need terminals to perform, in addition to landing and takeoff, the processing of passengers and cargo, as well as the treatment of vehicles. All of this with maximum safety, as is usual in the air transportation standard. The purpose of this work is to gather information on how these vertiports are being studied and tested around the world. To this end, this exploratory research used 20 reports from reputable companies in the area, in order to analyze whether there may be any predictability of a trend towards a generalization of types of vertiports or whether, at the present time, there is still no clear definition of the model to follow.

**KEYWORDS:** Vertiport; Urban Air Mobility (MUA); EVTOL.

## INTRODUÇÃO

Vertiporto é a denominação dos terminais que servirão para atender, ao menos, o embarque e desembarque de passageiros que utilizarão os veículos que operam como EVTOLs (Eletric Vertical Take-Off and Landing) - veículos elétricos de Pouso e Decolagem Vertical. Estes veículos, por suas características, estão sendo desenvolvidos com o objetivo de se inserirem na modalidade de Mobilidade Urbana Aérea – MUA (UAM – Urban Air Mobility), ou seja, atenderão as viagens inseridas no contexto das áreas urbanas (TANG et al., 2021), apesar de também se vislumbrar um atendimento para a MAA – Mobilidade Avançada Aérea (Advanced Air Mobility - AAM), ou seja, extrapolando áreas urbanas, de alcance relativamente maior, mas ainda, assim, limitado.

Estes veículos voadores elétricos ainda estão em fase de desenvolvimento, apesar de alguns modelos já estarem operando, ainda que ainda de forma praticamente experimental, sob controle bastante rígido e de operação limitada. O desenvolvimento atual prevê uma capacidade restrita a menos de 10 passageiros, autonomia em torno de 100km e dirigibilidade automática (telecomando). O tipo de serviço que o veículo EVTOL atenderá poderá ser privado, público ou uma forma híbrida, como o serviço hoje realizado por plataformas como a UBER (Rothfeld et al., 2021).

Para a bem-sucedida atuação do EVTOL (Zhang et al., 2024), porém, há a necessidade de uma estrutura de apoio em terra, representada por terminais que deverão atender, pelo menos, as condições necessárias de pouso/decolagem, com embarque e desembarque de passageiros. A depender, também, da estrutura exigida para serviços de suporte à aeronave, pode-se acrescentar instalação para carregamento para as baterias elétricas, serviços associados ao procedimento aeroportuário de passageiros, manutenção de aeronaves, estacionamentos, gerenciamento de tráfego aéreo, etc.

Desta forma, a complexidade das instalações pode variar das mais básicas e simples (apenas atender pouso/decolagem), às mais complexas e diversas (mais variados serviços às aeronaves, passageiros e/ou carga), sendo no primeiro caso representado por pontos de apoio, os denominados Vertipontos (em geral atendendo a poucos isolados e não-regulares), e nos casos mais complexos, os Vertiportos (Unverricht et al., 2020), que podem atuar com mais de um procedimento de pouso e decolagem simultâneos de forma regular, constante, ininterrupta.

## OBJETIVOS

Em vista ainda do incipiente processo de operação destes veículos, o objetivo principal deste trabalho é analisar, através dos informativos disponíveis sobre o tema, quais concepções de Vertiportos estão sendo projetadas. A partir disto, como objetivos secundários, buscaremos levantar quais características podem servir de base para uma definição ou generalização, ainda que em base embrionária, destes terminais aeroportuários. Ou seja, como poderemos categorizar os Vertiportos com base nos estudos hoje em evidência, e de sua fase ainda evolutiva de operação, para atuarem na MUA, de forma a melhor atender a demanda por este modo de transporte.

Assim, utilizaremos cinco categorias de análise para podermos traçar um panorama mais conciso sobre a concepção dos Vertiportos na atualidade. Estas categorias versam sobre: 1. Localização dos Vertiportos; 2. Data da Publicação dos informativos; 3. Natureza do Vertiporto e do serviço de voo; 4. Infraestrutura e Sustentabilidade em Vertiportos; 5. Início da Operação das Atividades. Sobre estes aspectos, tentaremos direcionar nossa análise para uma determinação mais concisa sobre o cenário atual da MUA.

## IMPORTÂNCIA

A operação de veículos EVTOL para atendimento das demandas de MUA são amplamente aguardadas, considerando que os problemas de mobilidade urbana têm se agravado continuamente, com demandas cada vez maiores, repercutindo

custos maiores e perda da qualidade de atendimento, principalmente no tocante ao tempo dispendido nos deslocamentos.

Por ser a Mobilidade Urbana (UM) uma condicionante e determinante da economia e do desenvolvimento social de uma cidade, ou de uma determinada região, problemas referentes aos deslocamentos internos podem causar perdas na qualidade de vida, com impactos ambientais severos, extrapolando para a vida econômica e degradação do espaço construído (United Nation Economic Comission for Europe, 2020).

Para que o desenvolvimento econômico e social urbano seja mantido, o sistema de circulação urbana precisa se manter em bom nível de desempenho, sob pena de impactar severamente seu ambiente, com custos sociais e econômicos que podem extrapolar os ganhos da própria atividade, inviabilizando, desta forma, a própria prestação do serviço. Mas, para que o sistema de circulação possa continuar a funcionar em proveito da sociedade, é preciso desafogar os pontos críticos do sistema, os gargalos, que podem prejudicar ou mesmo paralisar todo o sistema de circulação urbano.

Assim, a MUA (Cohen et al., 2021) é uma oportunidade altamente positiva, se bem regulada, para trazer benefícios ainda maiores para a cidade, além de, a priori, evitar a piora (até o ponto de colapso, de total estagnação) do sistema de circulação, cuja tendência de agravamento vem se mostrando de forma contínua e ininterrupta.

Portanto, aliviar o sistema de circulação urbana, aumentando a sua fluidez, vazão, atuando tanto sobre a capacidade quanto sobre a velocidade, melhorando de forma contumaz a qualidade do transporte, é a grande vantagem a ser propiciada pelo sistema de MUA, a ser promovido pelos veículos EVTOL e pelos Vertiportos (Murça, 2021).

Assim, o objetivo principal deste trabalho, é o de buscar estudar e analisar os modelos e iniciativas atualmente espalhadas pelo mundo de Vertiporto para melhor entender o seu funcionamento, e o que se projeta em termos de sua operação para operação com os veículos EVTOL.

## METODOLOGIA

A metodologia aqui empregada se trata de pesquisa exploratória sobre o tema. Com base no levantamento de 20 informes de fontes especializadas em questões aeroportuárias, buscamos compilar as principais características projetadas, instaladas, ou em instalação, deste modelo de aeroporto para atendimento à UAM ou AAM.

Tabulou-se as principais características destes vertiportos, com o intuito de buscar salientar quais são os aspectos que mais coincidem, mas igualmente aqueles que mais

divergem em relação a suas configurações básicas e necessidades de infraestrutura e de apoio para o funcionamento dos veículos EVTOL.

De todos os informes pesquisados, foram descartados os que tratavam apenas de aspectos básicos sobre o que se trata conceitos como UAM, AAM, Vertiporto e EVTOL, tratando apenas de características gerais, sem aplicação que envolva aspectos de projeto, seja em estudo, em execução ou experimentação. Ao todo, pesquisamos em 27 informes sobre Vertiportos. Porém, para efeito de estudo e tabulação neste trabalho, só selecionamos 20, pois os demais apresentavam informações básicas sobre o Sistema de EVTOL-Vertiporto, ao passo que, para este estudo, desejamos avaliar aplicações ou projetos de instalação de vertiportos, considerando suas características de operação, configuração e princípios envolvidos no projeto. Além disto, preferimos os informes que constem, ao menos, com serviço de UAM, e não somente com AAM como ocorreu em 2 informes.

Os informes aqui utilizados foram obtidos através de *newsletters* recebidas pelos autores deste trabalho a partir de 2023 até o momento, principalmente dos sites de informativos. Para efeito de estudo, dividimos o tema em 6 tópicos a serem avaliados pelas características encontradas. São eles: Sustentabilidade; Tipo de serviço prestado; Aeronave; Aeronave atuante; Infraestrutura existente; Início de Operação.

O tema dos trabalhos referenciados foram:

TÍTULO DO INFORME	Autor/Fonte/Data de Publicação
1. Como a VertiMob planeja implantar vertiportos em São Paulo	Gustavo Ribeiro/ MundoGeo/ 29 Julho de 2024
2. Vertiportos: os novos hubs para mobilidade aérea	incide engineering / incide engineering/ sine data
3. Vertiportos e sustentabilidade	Tom Batchelor/ Airports Internacional/ 22 Março de 2024
4. AECOM e Ferrovial Vertiports avançam na infraestrutura de vertiportos de carbono zero na Flórida por meio da estrutura de seleção de locais.	AECOM/ AECOM/ 20 Setembro de 2022
5. Primeiro táxi Aéreo em Escala Completa do Mundo VoloPort Revelado em Singapura	Volocopter/ Volocopter/ 21 OUTUBRO DE 2019
6. Air One: The world's first Urban-Air Port for Advanced Air Mobility	Urban-Air Port/ Urban-Air Port/ 29 ABRIL de 2022
7. Vertiportos, gerenciamento de tráfego aéreo e requisitos de infraestrutura para aeronaves eVTOL	Jessica Reed/ AVIONICS INTERNATIONAL/ sine data
8. Planos Avançados de Mobilidade Aérea para Vertiportos	Teresa Badejo/ NASA/ 25 ABRIL DE 2022

9. EUA publicam padrões de design de vertiportos para os eVTOLs	Marcel Cardoso/ Aero Magazine/ 28 Setembro de 2022
10. Skyports recebe sinal verde para o primeiro vertiporto do Reino Unido	Noé Bonevizer/ Airport Technology/ 21 Agosto de 2024
11. Heliporto / Vertiporto de Dallas CBD	Dallas Executive Airport/ Dallas Executive Airport/sine data
12. Construindo cidades Vertiport	CAT HOFACKER & ALYSSA TOMLINSON/ Agosto de 2021
13. Como serão os aeroportos do futuro?	Avantto/ Avantto/ 24 Agosto de 2022
14. França autoriza vertiporto no rio Sena para voos de eVTOL	MundoGEO/ MundoGEO/ 10 Julho de 2024
15. A FUTURA REDE DE VERTIPORTOS DE QUEBEC	Vertiko Mobilité/ Vertiko Mobilité/ sine data
16. EHang lança centro de experiência de mobilidade aérea inteligente 5 G como ponto de operação AAV em Guangzhou	Izan/ Ehang/
17. Dubai limpa Castelo Aéreo para desenvolver Vertiportos	CARLOS ALCOCK/ AIR ONLINE/ 25 Julho de 2024.
18. Wisk Aero e Houston Airports fazem parceria para trazer táxis aéreos autônomos para a região metropolitana de Houston.	Wisk Aero/Wisk Aero/ 17 junho de 2024
19. Conceitos Vertiport: sete abordagens diferentes para áreas de decolagem e pouso de mobilidade aérea urbana	Philip Butterworth-Hayes/ URBAN AIR MOBILITY/ 28 Abril de 2023
20. Archer divulga sua primeira rede de rotas eVTOL na Califórnia	Fernando Valduga/ CAVOK/ 21 Junho de 2024

## DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA – COMPILAÇÃO DOS INFORMATIVOS

Com base nos 20 registros processados, realizamos a seguinte tabulação de dados e sua respectiva análise.

**1. Localização dos Vertiportos:** Houve informes específicos sobre cada uma destas cidades/regiões: São José dos Campos (Brasil); Vale do Pó (Itália); Flórida (EUA); Singapura; Coventry (Reino Unido); Bicester (Reino Unido); Dallas (EUA); Miami-Orlando (EUA); Zhaoqing (China); Paris (França); Québec (Canadá); Guangzhou (China); Dubai (EAU); Houston (EUA); Hezhou (China); São Francisco (EUA). Porém, também houve menção a cidades com possibilidades de projetos de UAM, como: Roma (Itália), Los Angeles (EUA), Nova Iorque (EUA), Toronto (Canadá), Melbourne (Austrália).

Portanto, em relação aos países onde há menção nos informes/registros/publicações, específicas ou genéricas, se encontram:

EUA - 7	5. Canadá - 2	9. França - 1
China - 3	6. Austrália - 1	10. Singapura - 1
Reino Unido - 2	7. Brasil - 1	
Itália - 2	8. EAU - 1	

No total, são 19 regiões metropolitanas (com uso para UAM) e 2 áreas geográficas mais amplas (Caso do Vale do Pó – Itália, e Miami-Orlando, na Flórida) referenciadas com AAM. Dos grandes países, apenas a Alemanha não apresenta nenhum projeto focado na UAM, apesar da Lilium ser uma fabricante de EVTOL, mas voltada para rotas mais longas.

## DATA DA PUBLICAÇÃO:

As publicações foram levantadas para o período dos últimos 5 anos, a partir de 2019, com as seguintes datas: 2024-07; 2024-03; 2022-09; 2019-10; 2022-04; 2022-04; 2022-09; 2024-08; 2021-08; 2022-08; 2024-07; 2024-07; 2024-06; 2023-04; 2024-06; e 5 sem datas definidas. Semestralmente, tem-se a seguinte distribuição:

2019 2ºS - 1	2021 1ºS	2022 2ºS - 3	2024 1ºS - 3
2020 1ºS	2021 2ºS - 1	2023 1ºS - 1	2024 2ºS - 4
2020 2ºS	2022 1ºS - 2	2023 2ºS	

Assim, percebe-se que as publicações se concentram mais a partir de 2022 (período pós-covid), em particular no presente ano de 2024.

As publicações, por sua vez, foram tiradas de:

1. e 14. Mundogeo - fundada em 1998, com o propósito de promover e gerar negócios nos setores de drones, eVTOLs, robótica móvel autônoma, espacial e geotecnologias. Pertence à Italian Exhibition Group (IEG).

2. Incide Engineering – criada em 1998, com sede em Pádua (Itália) e com filiais em outros países, empresa voltada para desenvolvimento de projetos, design, principalmente de terminais aeroportuários.

3. Airports International – maior portal do mundo focado em informes aeroportuários, desde 1968, agora com uma sessão exclusiva voltada à temática Vertiportos, com mais de 100 informes.

4. AECOM – empresa focada em infraestrutura buscando melhorar o acesso e a sustentabilidade do planeta. Fundação oficial em 1990, sendo que muitas das empresas predecessoras datam de mais de 120 anos.

5. Volocopter - empresa pioneira da mobilidade aérea urbana (UAM), de aviação totalmente elétrica e com as demais tecnologias integradas necessárias para sua operação. Mais 500 funcionários, mais de 2.000 voos de testes. Início em 2011. A Volo-City Aircraft tem sede em Bruchsal (Alemanha).

6. Urban-Air Port – empresa britânica, de infraestrutura terrestre, aérea e digital para transporte aéreo urbano sustentável, com missão de remover a maior restrição à UAM – infraestrutura terrestre – para criar um ecossistema de mobilidade com emissão zero que reduzirá o congestionamento e a poluição.

7. Avionics International – localizado em Rockville, Maryland, é responsável pela divulgação e conectividade de alguns dos maiores participantes da indústria aviônica.

8. Nasa - Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço é uma agência independente do governo federal dos EUA responsável pelo programa espacial civil, pesquisa aeronáutica e pesquisa espacial. Estabelecida em 1958.

9. Aero magazine: revista brasileira, física e digital, especializada no setor aéreo.

10. Airport Technology: revista britânica especializada no setor aeroportuário.

11. Dallas Executive Airport: operador privado do aeroporto executivo de Dallas, Texas.

12. Aerospace America: revista americana especializada no setor aeroespacial.

13. Avantto: empresa líder em locação de jatos executivos no Brasil.

15. Vertiko Mobilité: empresa canadense interessada no atendimento da mobilidade aérea urbana.

16. Ehang: empresa chinesa fabricante de EVTOL.

17. AIN Media Group: criada em Cincinnati (1972) especializada em informativos impressos e digitais, webinars e eventos especiais, como fonte de notícias em aviação civil e empresarial.

18. Wisky Aero: fabricante de aeronaves EVTOL.

19. URBANAIR MOBILITY: site britânico especializado em Mobilidade Urbana Aérea.

20. O Cavok Brasil: site especializado no mundo da aviação mundial, seja civil, militar ou desportiva.

Pelo levantamento acima, todas as fontes possuem um espectro de presença já consolidada no setor aéreo, algumas com renomada experiência no setor.

## NATUREZA DO VERTIPORTO E DO SERVIÇO DE VOO

Aqui vamos apresentar, quando informado, qual a natureza do serviço prestado no vertiporto, se público ou privado. Também apresentaremos, quando possível, a natureza do serviço de operação do EVTOL (privado/ táxi aéreo (Táxi); público-regular). Em parênteses, a empresa dos Vertiports ou dos EVTOLs utilizados.

Tipo de Operação	Vertiporto	Voo (produtora do EVTOL)	Tipo de Operação	Vertiporto	Voo (produtora do EVTOL)
1.	Privado (Vertimob)	Privado/ Táxi (EVE - Embraer)	11.	Privado	Privado
2.	Não informado	Não informado (Volo City - até 35km; e Flight One - 65km)	12.	Privado	Táxi on demand – Uber Aéreo
3.	Privado (Urban-Air Port)	Táxi on demand	13.	Privado	Experimentação
4.	Privado (Ferrovial Airport)	Privado/Táxi	14.	Público (aeroportos de Paris)	Privado (Volocopter)
5.	Privado (Voloport)	Táxi (Volocopter)	15.	Privado	Privado (frota diversificada)
6.	Privado (Urban-Air Port – Air One)	Privado/Táxi	16.	Privado (experimentação)	Experimentação (Ehang)
7.	Privado (modelo de Heliportos)	Privado/Táxi (Volocopter, Lilium)	17.	Privados e Público (Aerop. de Dubai)	Privado/ Táxi (Archer - Modelo Midnight, mais helicópteros)
8.	Público e/ou Privado (usar aerop. e helip. existentes)	não informado	18.	Terminais Privados em Aerop. Públicos (Houston Airports)	Privado/Táxi (Wisk Aero)
9.	Não informado	Não informado	19.	Privado	Experimentação (Ehang - AA VS Autonomous Aerial Vehicles)
10.	Privado (Skyport)	Privado	20.	Terminais Privados em Aeroportos Públicos (Califórnia)	Privado/ Táxi (Archer Midnight)

Seguindo o padrão, quando o aeroporto é público, o serviço de transporte oferecido será público (regular ou não), privado ou táxi-aéreo. Já quando o aeroporto é privado, o serviço é privado e/ou táxi-aéreo somente, e não-regular. Assim, mesmo que alguns informes não tragam especificamente o tipo de serviço de transporte a ser realizado, seguimos o padrão acima, deduzindo o tipo de serviço de transporte. Ficam sem definição os serviços de transporte cujo vertiporto não possa ser definido como somente público ou somente privado e o informe não o identifique.

Muitos informes trazem a natureza do voo (como táxi-aéreo), porém, a maioria ainda se encontra em fase de testes.

Praticamente todos os vertiportos ainda estão em fase de testes, principalmente para desempenho do veículo, rota, operação do sistema. Porém, há vertiportos apenas de experimentação, ou seja, não há rotas para outro vertiporto, ficando o voo confinado neste vertiporto (origem e destino). Nos três casos chineses citados, todos os vertiportos servem de experimentação, se utilizando de topo de edifício para a localização dos vertiportos.

Ainda não há uma definição clara nos informes em relação à característica do serviço, se será de UAM, AAM ou ambos. Porém, observa-se que nas grandes regiões metropolitanas a UAM estará presente. Já a AAM, de maior alcance de voo, será dominante para áreas maiores e menos densamente povoadas, como a Flórida e o Vale do Pó (norte da Itália).

Verifica-se, principalmente nos EUA, mas também alhures (Dubai, Paris), uma tendência para interligar os aeroportos (instalando nestes terminais de vertiportos) com as áreas centrais da cidade, ou entre os aeroportos da mesma região via EVTOLs. Desta forma, tanto o acesso aeroportuário, quanto o voo, e o percurso final até o destino, tudo poderá ser realizado praticamente via modal aéreo.

Da Tabela acima, portanto, podemos resumir que:

A operação do Vertiporto usa instalação			O serviço de voo é de natureza			
Pública	Privada	Ambos	Público	Privado	Táxi-Aéreo	Experimentação
1	13	4	0	11	10	3

Assim, vê-se a predominância absoluta de interesse privado neste novo modo de transporte, sendo que as iniciativas públicas, provavelmente aguardam uma regulação definitiva, estipulando regras e condições claras para a operação do serviço. Sendo assim, pelo observado, as empresas privadas buscam criar, se antecipando a um ambiente regulatório a ser definido com base nos seus testes e experimentações. Vale lembrar que, no caso de serviço aéreo público regular de transporte, há a exigência

de uso de terminais e instalações públicas, caso regra vigente para heliportos for aplicada também para os vertiportos. Ou seja, somente vertiportos públicos poderão ser usados para serviço público regular de MUA/AAM.

Uma questão que se coloca é se os aeroportos poderão conter vertiportos como parte de suas instalações e operações, ou se eles devem ter personalidades aeroportuárias distintas, por não poderem atender voos municipais e intermunicipais (de curtíssima distância, com aeronaves EVTOL) juntamente ao atendimento de voos de maior distância (com aeronaves de asa fixa), considerando serem de diferentes categorias, na mesma estrutura operacional e organizacional.

## INFRAESTRUTURA E SUSTENTABILIDADE EM VERTIPORTOS

### Infraestrutura:

A infraestrutura para os 20 casos descritos, contemplam:

	Característica		Característica
1.	Usar helipontos privados, capacitando-os para heliportos para EVTOL	11.	Acomoda até 3 helicópteros e 2 evtol simultaneamente, em deck duplo. 5 Vagas de hangaragem, 2 FATO's, 2º Grupo-II da FAA.
2.	3 funções: 1. estações de conexão com os aeroportos, 2. hangares de carga e manutenção, 3. módulos urbanos para transporte urbano. Arquitetura futurista. Os terminais serão projetados como uma solução flexível e modular.	12.	Estrutura completa para pax e veículo.
3.	Conceito "Air One": Vertiportos em funil (até 8 posições), construção em poucos dias (estrutura móvel), zero emissão de carbono e integração com outros modos elétricos.	13.	Torres de 30m (paisagismo integrado), restaurante, áreas de lazer (parece para entretenimento). Capacidade ainda indefinida.
4.	Vertiportos (carbon zero), tecnologias de processamento touchless.	14.	Terminal temporário, com infra de segurança e recarga.
5.	Vertiportos modulares/adaptáveis; rapidez no processamento de pax	15.	Em solo ou cobertura de edifícios. Tamanho variável (a depender das necessidades). Rede móvel 5G, sistemas de controle e comando.
6.	De padrão global (para todos os tipos de equipamentos - pax, carga)	16.	Cobertura do Centro de Experiência da MA Inteligente. Com 2.000m <sup>2</sup> - vertiporto, hangar, estacionamento automático de evtol.

7.	Infraestrutura para gerenciamento de tráfego: Vigilância eletrônica (transponders), gerenciamento de tráfego UTM - unmanned traffic management, visibilidade ADS-B out	17.	Para operações de eVTOLs e helicópteros em grande escala, com equipamentos, além de segurança e operações (desenvolvidos pela Air Chateau DWC)
8.	Usa aeroportos e heliportos existentes, além de vertiportos automatizados (também denominados vertiplexes), para múltiplas posições, com sistema de tráfego aéreo e segurança.	18.	Completa, para atender operações autônomas de eVTOL, incluindo áreas de manutenção, treinamento, e instalação de suporte.
9.	Normas de segurança: equipamentos de proteção ao voo e processamento de pax/carga. Vertiportos com múltiplas posições	19.	Grande capacidade, topo de estrutura. TPS: E-port com 3 andares, salão de recepção, área de espera de 2.500m <sup>2</sup> : 4 plataformas de pouso na cobertura, suporte de carga
10.	TPS compacto, para múltiplas posições de EVTOL, para ganho de segurança e eficiência operacional, antes de operar comercialmente.	20.	Sem informações.

## SEGURANÇA

Observa-se que a infraestrutura se concentra, além de atender as necessidades operacionais de processamento de passageiros (e alguns também para carga), além de embarque e desembarque de passageiros, há grande preocupação com a segurança, crucial no transporte aéreo, principalmente neste caso com gerenciamento do tráfego de aeronaves não tripuladas. Considerando que os EVTOLs voarão sobre áreas urbanas densamente povoadas, o risco de queda, atingindo alvos em terra, deve ser minorado em proporções ainda maiores que os hoje alcançados pela aviação regular, que é a mais segura dentre todos os modais de transporte. Nada que aumente o risco de voo deve ser permitido, bem como tudo o que for necessário para aumentar a segurança deve ser considerado.

Além disto, há a necessidade de suporte às aeronaves, que no caso de EVTOL demandam estações de recarga, bem como hangares, pátios e locais de pouso. Também se observa a necessidade de estruturas de integração com outros modos de transporte, sejam eles privados (como táxi, carro privado – caso de estacionamentos) ou até mesmo público (ex: Roma).

Em muitos casos se adota a concepção modular destes vertiportos, que vão sendo acrescentados com a expansão da demanda. Também em alguns deles se inserem amenidades (“amenities) no saguão e salas de embarque, para atender comodidades dos passageiros (alimentação, sanitários, etc.) visando aumentar também as receitas não-aeronáuticas do vertiporto.

Apesar da maioria deles terem a previsibilidade de operarem em solo, no caso dos exemplos chineses, todos eles se localizam (apesar da fase ainda em experimentação), em topo de edifícios, possivelmente porque esta altura facilitaria a operação dos EVTOL por questões operacionais, e de disponibilidade de área para instalação do vertiporto, uma vez que em áreas urbanas valorizadas, o custo dos terrenos seja um fator extremamente impactante para a localização dos vertiportos. No informativo (13), por exemplo, serão construídas torres de 30m especificamente para este isto.

Pode-se ver que, como os aeródromos, os vertiportos poderão ter dimensões bem diversas, a considerar a importância daquele vertiporto, ou mesmo, se a malha/rede aérea adotará casos de Hub-vertiportos (aqui incidindo, por exemplo, a presença da integração entre UAM e AAM, ou no caso da tecnologia disponível para os EVTOLs justificar a eficiência destas aeronaves para passageiros realizarem poucos sucessivos).

## Em relação à sustentabilidade

Em virtude do veículo ser elétrico, há uma tendência a considerar todo o sistema de operação e apoio à UAM como naturalmente sustentável. Daí a sustentabilidade ser um conceito facilmente empregado, quando se trata de veículos EVTOL.

Contudo, os vertiportos não necessariamente devem se identificar tão naturalmente aos princípios da sustentabilidade. Dos 20 informes aqui apresentados, apenas três consideramos como aqueles que aludem a aspectos de sustentabilidade, como apresentado abaixo:

3.	Telhado calibrado para sombreamento, vidros de alto desempenho, janelas para ventilação natural, uso de painéis solares e resfriamento d'água via bombas de calor.
4.	Materiais sustentáveis (infraestrutura de carbono zero), tecnologias eficientes (touchless); mitigação de ruído. Seleção dos locais de vertiportos para total descarbonização.
13.	Baterias Solares no Vertiport para bateria do EVTOL.

Apenas estes fazem alusão a algum procedimento claro à infraestrutura sustentável. Nos demais casos, ficaria subentendido que haveria práticas sustentáveis nos vertiportos, sem necessidade de explicitá-las. De fato, em virtude dos informativos focarem mais nas características de operação destes vertiportos, e pelo caráter mais informativo do que crítico-analítico dos mesmos, além de ainda se encontrarem em estágio inicial de implantação, a questão da sustentabilidade, que atualmente precisa estar no foco de qualquer atividade, passa sem maior detalhamento. Neste aspecto, também vale inserir a questão da integração social, e da redução da sua desigualdade, fato nem de perto considerado em qualquer um destes informes, também explicado pelo seu caráter informativo.

Porém, deve-se considerar que as atuais legislações globais, que versam sobre os setores de aviação e aeroportuário, exigem um compromisso rigoroso com as iniciativas sustentáveis, a fim de atingirem zero emissão de carbono até (ano) (fonte bibliográfica). O mesmo, certamente, será aplicado aos Vertiportos, uma vez que estes serão green-vertiports (vertiportos totalmente novos, adaptados à atual legislação para obterem as licenças exigíveis de operação), devendo seguir todas as normas impostas ao setor pelas medidas ambientais e sustentáveis vigentes.

No entanto, o que se observa dos poucos informativos acima, é que a sustentabilidade vai focar sobretudo na economia de energia, seja para iluminação, ventilação, aquecimento/resfriamento, bem como na recarga das baterias do EVTOL. Há também o uso de materiais e métodos construtivos sustentáveis, que emitem muito menos carbono para suas instalações. Este é o caso dos vertiportos modulares e móveis, rapidamente montados "in loco", e que podem ir se expandindo à medida que vão crescendo. Estão neste tipo:

2.	Vertiporto com 3 funções: 1. estações de conexão com os aeroportos da cidade, 2. hangares de carga e manutenção, 3. módulos urbanos para transporte urbano. Arquitetura com estilo futurista, mais técnico para a infraestrutura de suporte. Os terminais serão projetados como uma solução flexível e modular.
3.	Conceito "Air One": Vertiportos em funil (até 8 posições), construção em poucos dias (estrutura móvel), zero emissão de carbono e integração com outros modos de veículos elétricos.
5.	Vertiportos modulares/adaptáveis; rapidez no processamento de pax.

Há casos de uso de infraestrutura já existente (aeroportos e heliportos), que são:

1.	Usar helipontos privados, capacitando-os para heliportos para EVTOL.
8.	Usa aeroportos e heliportos existentes, além de vertiportos automatizados (ou também denominados vertiplexes), para múltiplas posições, com sistema de tráfego aéreo e segurança.

Há, ainda, aeroportos serem citados como compactos (10), para ganho de segurança e eficiência operacional. Há o caso de deck duplo (11), ou no caso (19) o E-port de 3 pavimentos, onde as aeronaves pousam acima das instalações primárias do vertiporto (saguão dos passageiros), numa combinação de lado terra no pavimento inferior e lado ar no pavimento superior.

Em suma, podemos dizer que os vertiportos terão uma configuração mais enxuta, mais leve, provavelmente por comportar menor número de passageiros comparativamente a um aeroporto, bem como uma permanência menor desses passageiros em suas instalações. Isto permitirá estruturas relativamente mais compactas, que com o uso das atuais tecnologias, permitem maior agilidade e

produtividade nas operações aeroportuárias (no processamento de passageiros e carga, bem como, nas atividades de rampa, como pouso e decolagem, embarque e desembarque), exigirá, desta forma, menos espaço, menos equipamentos, menores áreas de apoio (estacionamento, serviços de processamento para as aeronaves), resultando custos menores e mais rapidez na construção, aqui limitada à montagem da estrutura.

## INÍCIO DAS OPERAÇÕES DAS ATIVIDADES

A Tabela abaixo apresenta a data e algumas características de funcionamento dos serviços nos vertiportos.

1.	Jan/2025 (2 anos de testes)	11.	Não cita
2.	Já em Fase de testes (sem apresentar início efetivo)	12.	2022 - Início das construções
3.	2024	13.	Não cita
4.	Desde 2019 "em testes"	14.	Autorização temporária de JUL a DEZ2024
5.	Desde 2022-Abr	15.	Não cita
6.	Não cita	16.	Desde 2021 - para rotas de voos de passageiros e passeios aéreos
7.	Não cita	17.	Desde 13Jun2024, para testes de vertiportos
8.	Não cita	18.	Deste Jun/2024 - 12 meses para avaliar parcerias
9.	Não cita	19.	Projeto desde Abr2020.
10.	2024 - para testes e demonstrações	20.	No final de 2024

Há 13 informativos que não definiram qualquer data para a operação dos vertiportos. Em resumo, o efetivo funcionamento dos vertiportos ainda são, no geral, uma incógnita, a depender se as condições futuras de inovação e investimento viabilizarão a implantação deste modo de transporte e, por conseguinte, do vertiporto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De toda a análise sobre vertiporto, deixa claro que ele é uma realidade nascente e ainda em construção, mas mundialmente disperso, e díspar em relação às formas ainda experimentais com que ele vem sendo tratado mundialmente.

Por ser um terminal aéreo inovador e ainda não legalmente regulado, este transporte já adere aos princípios de sustentabilidade que hoje norteia todos os projetos, principalmente no tocante à área de transportes, um setor marcadamente

reconhecido como poluidor, mas que os veículos EVTOL tem o diferencial de realizar uma total descarbonização.

Ainda sem um caráter definido em termos de regulação e operação, os diversos informativos aqui estudados mostraram que os vertiportos serão adaptados aos mais diferentes tipos de uso, serviço e natureza de atendimento. Isto porque a mobilidade urbana a qual se incluem são as mais variadas ao redor do mundo.

Carecendo de um modelo ainda reconhecidamente eficiente e sustentável, a variedade de vertiporto que pudemos levantar mostra que, sem a aplicação prática, a depender do avanço da própria tecnologia do EVTOL, ainda segue sem definição clara qual modelo será seguido. Isto significa dizer que, sem a entrada em operação definitiva em termos de atendimento e serviço, os vertiportos, como o próprio sistema de transporte por EVTOL, terão que aguardar mais tempo para a definição de uma concepção definitiva de vertiporto, como hoje ocorre com os aeroportos.

Em virtude deste sistema aéreo ter um atendimento local, diferentemente do modo aéreo tradicional, que tem na rede mundial de transporte sua espinha dorsal de atendimento (WELLS et al., 2003), é provável que a MUA se desenvolva dentro de uma multiplicidade de modelos, estes mais adaptados às necessidades locais, ao invés do modelo global adotado em larga escala pela aviação.

## REFERÊNCIAS

COHEN A. P., Shaheen S. A., Farrar E. M. Urban Air Mobility: History, Ecosystem, Market Potential, and Challenges. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, 2021.

MURÇA M. C. R. Identification and prediction of urban airspace availability for emerging air mobility operations. Transportation Research Part C, 2021.

ROTHFELD R., Fu M., Balac M., Antoniou C. Potential Urban Air Mobility Travel Time Savings: An Exploratory Analysis of Munich, Paris, and San Francisco Sustainability 2021, 13, 2217.

TANG H.; Zhang Y.; Mohmoodian V.; Charkhgard H. Automated flight planning of high-density urban air mobility. Transportation Research Part C 131, 2021.

UNITED NATIONS ECONOMIC Comission for Europe. A Handbook on Sustainable Urban Mobility and Spatial Planning: promoting active Mobility. 2020.

UNVERRICHT, James & Buck, Bill K. and Petty, Bryan and Chancey, Eric T. and Politowicz Michael S. and Glaab, Louis J. Vertiport Management from Simulation to Flight: Continued Human Factors Assessment of Vertiport Operations, 2024.

WELLS, Alexander T.; WENSVEEN, John G. Air Transportation: A Management Perspective. EUA: Broks Cole, 2003.

ZHANG, Jiechao - Liu, Yaolong - Zheng, Yao. Overall eVTOL aircraft design for urban air Mobility. 2024.

TÍTULO DO INFORME	REFERÊNCIAS TEXTUAIS - Site da publicação
1. Como a VertiMob planeja implantar vertiportos em São Paulo	<a href="https://mundogeo.com/2024/07/29/como-a-vertimob-planeja-implantar-vertiportos-em-sao-paulo/">https://mundogeo.com/2024/07/29/como-a-vertimob-planeja-implantar-vertiportos-em-sao-paulo/</a>
2. Vertiportos: os novos hubs para mobilidade aérea	<a href="https://www.incide.it/en/vertiports-the-new-hubs-for-air-mobility/">https://www.incide.it/en/vertiports-the-new-hubs-for-air-mobility/</a>
3. Vertiportos e sustentabilidade	<a href="https://www.airportsinternational.com/article/vertiports-and-sustainability">https://www.airportsinternational.com/article/vertiports-and-sustainability</a>
4. AECOM e Ferrovial Vertiports avançam na infraestrutura de vertiportos de carbono zero na Flórida por meio da estrutura de seleção de locais.	<a href="https://aecom.com/press-releases/aecom-and-ferrovial-vertiports-advance-zero-carbon-vertiport-infrastructure-in-florida-through-site-selection-framework/">https://aecom.com/press-releases/aecom-and-ferrovial-vertiports-advance-zero-carbon-vertiport-infrastructure-in-florida-through-site-selection-framework/</a>
5. Primeiro táxi Aéreo em Escala Completa do Mundo VoloPort Revelado em Singapura	<a href="https://www.volocopter.com/en/newsroom/worlds-first-full-scale-air-taxi-voloport-unveiled-in-singapore">https://www.volocopter.com/en/newsroom/worlds-first-full-scale-air-taxi-voloport-unveiled-in-singapore</a>
6. Air One: The world's first Urban-Air Port for Advanced Air Mobility	<a href="https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2022/04/primeiro-aeroporto-para-carros-voadores-e-inaugurado-no-reino-unido.html">https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2022/04/primeiro-aeroporto-para-carros-voadores-e-inaugurado-no-reino-unido.html</a>
7. Vertiportos, gerenciamento de tráfego aéreo e requisitos de infraestrutura para aeronaves eVTOL	<a href="https://interactive.aviationtoday.com/avionicsmagazine/november-december-2022/vertiports-air-traffic-management-and-infrastructure-requirements-for-evtol-aircraft/">https://interactive.aviationtoday.com/avionicsmagazine/november-december-2022/vertiports-air-traffic-management-and-infrastructure-requirements-for-evtol-aircraft/</a>
8. Planos Avançados de Mobilidade Aérea para Vertiportos	<a href="https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/armstrong/advanced-air-mobility-plans-for-vertiports/">https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/armstrong/advanced-air-mobility-plans-for-vertiports/</a>
9. EUA publicam padrões de design de vertiportos para os eVTOLs	<a href="https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/eua-publicam-padroes-de-design-de-vertiportos-para-os-evtols.html">https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/eua-publicam-padroes-de-design-de-vertiportos-para-os-evtols.html</a>
10. Skyports recebe sinal verde para o primeiro vertiporto do Reino Unido	<a href="https://www.airport-technology.com/news/skyports-go-ahead-first-uk-vertiport/?utm_source=Email%20Newslettersutm_medium=Airport%20Technology%20-%20Verdict%20Weekly%20-%202024-06-07&amp;utm_content=Latest%20news&amp;utm_campaign=GDM%20-%20Verdict%20-%20%20Airport%20Technology%20-%20Newsletter&amp;cf-view">https://www.airport-technology.com/news/skyports-go-ahead-first-uk-vertiport/?utm_source=Email%20Newslettersutm_medium=Airport%20Technology%20-%20Verdict%20Weekly%20-%202024-06-07&amp;utm_content=Latest%20news&amp;utm_campaign=GDM%20-%20Verdict%20-%20%20Airport%20Technology%20-%20Newsletter&amp;cf-view</a>

11. Heliporto / Vertiporto de Dallas CBD	<a href="https://www.dallasexecairport.com/vertiport/">https://www.dallasexecairport.com/vertiport/</a>
12. Construindo cidades Vertiport	<a href="https://aerospaceamerica.aiaa.org/features/building-vertiport-cities/">https://aerospaceamerica.aiaa.org/features/building-vertiport-cities/</a>
13. Como serão os aeroportos do futuro?	<a href="https://www.avantto.com.br/blog/aero/como-serao-os-aeroportos-do-futuro/">https://www.avantto.com.br/blog/aero/como-serao-os-aeroportos-do-futuro/</a>
14. França autoriza vertiporto no rio Sena para voos de eVTOL	<a href="https://mundogeo.com/2024/07/10/franca-autoriza-vertiporto-no-rio-sena-para-voos-de-evtol/">https://mundogeo.com/2024/07/10/franca-autoriza-vertiporto-no-rio-sena-para-voos-de-evtol/</a>
15. A FUTURA REDE DE VERTIPORTOS DE QUEBEC	<a href="https://www.vertikomobilite.ca/">https://www.vertikomobilite.ca/</a>
16. EHang lança centro de experiência de mobilidade aérea inteligente 5 G como ponto de operação AAV em Guangzhou	<a href="https://www.ehang.com/news/844.html">https://www.ehang.com/news/844.html</a>
17. Dubai limpa Castelo Aéreo para desenvolver Vertiportos	<a href="https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2024-07-25/dubai-clears-air-chateau-develop-vertiports">https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2024-07-25/dubai-clears-air-chateau-develop-vertiports</a>
18. Wisk Aero e Houston Airports fazem parceria para trazer táxis aéreos autônomos para a região metropolitana de Houston.	<a href="https://wisk.aero/news/press-release/wisk-aero-houston-airports-partner/">https://wisk.aero/news/press-release/wisk-aero-houston-airports-partner/</a>
19. Conceitos Vertiport: sete abordagens diferentes para áreas de decolagem e pouso de mobilidade aérea urbana	<a href="https://www.urbanairmobilitynews.com/vertiports/vertiports-concepts-six-different-approaches-to-urban-air-mobility-take-off-and-landing-areas/">https://www.urbanairmobilitynews.com/vertiports/vertiports-concepts-six-different-approaches-to-urban-air-mobility-take-off-and-landing-areas/</a>
20. Archer divulga sua primeira rede de rotas eVTOL na Califórnia	<a href="https://www.cavok.com.br/archer-divulga-sua-primeira-rede-de-rotas-evtol-na-california">https://www.cavok.com.br/archer-divulga-sua-primeira-rede-de-rotas-evtol-na-california</a>



## C A P Í T U L O 2

# IMPACTO DA OTIMIZAÇÃO DO CARREGAMENTO DE BAGAGENS NA EFICIÊNCIA DA RESTITUIÇÃO

**Jacy Ferreira Braga**  
Fatec Guarulhos

**Alexsandro Diniz**  
Fatec Guarulhos

**Felipe Brown Araujo Souza**  
Fatec Guarulhos

**Andreza Santos Feitoza**  
Fatec Guarulhos

**Edson Demétrio Leal**  
Fatec Guarulhos

**RESUMO:** Este estudo tem o objetivo de analisar o impacto da organização estratégica do carregamento de bagagens na eficiência do processo de restituição no Aeroporto Internacional de Guarulhos. A investigação surgiu da recorrente dificuldade em cumprir as metas operacionais de tempo para entrega da primeira (15 minutos) e última bagagem (25 minutos) aos passageiros. A análise de 863 voos, realizados entre 1º e 24 de julho de 2024 com aeronaves A319, A320 e A321, revelou que a alocação aleatória das bagagens, especialmente as locais (BB), compromete diretamente a agilidade da restituição. A pesquisa classificou os voos conforme o tipo de carregamento adotado (CC, SD, CT, GD e GSD) e demonstrou que o posicionamento correto das bagagens BB no porão traseiro local de início obrigatório do descarregamento por motivos de segurança contribui significativamente para a redução do tempo da primeira bagagem na esteira. Os resultados indicam que a padronização do carregamento, aliado ao uso de dados operacionais (CPM, BagManager e Amadeus), é uma medida eficaz para otimizar o processo, reduzir custos operacionais e melhorar a experiência do passageiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** restituição de bagagem 1; otimização logística 2; aeroporto de Guarulhos 3; carregamento estratégico 4.

# Impact of Baggage Loading Optimization on Refund Efficiency

**ABSTRACT:** This study analyzes the impact of strategic baggage loading on the efficiency of the baggage claim process at São Paulo/Guarulhos International Airport. The research was prompted by frequent failures to meet the operational targets for delivering the first bag (15 minutes) and the last bag (25 minutes) to passengers. Data from 863 flights operated between July 1st and 24th, 2024 using A319, A320, and A321 aircraft revealed that the random allocation of local baggage (BB) significantly compromises the agility of baggage delivery. Flights were categorized based on loading types (CC, SD, CT, GD, and GSD), showing that properly placing local baggage in the rear hold the mandatory starting point for unloading due to safety protocols substantially reduces the time for the first bag to appear on the carousel. The findings demonstrate that standardized loading procedures, supported by operational data (CPM, BagManager, and Amadeus), are effective in optimizing processes, lowering operational costs, and enhancing passenger experience.

**KEYWORDS:** baggage claim 1; logistical optimization 2; Guarulhos airport 3; strategic loading 4.

## INTRODUÇÃO

No contexto aeroportuário, a restituição de bagagens representa uma etapa fundamental na experiência do passageiro, sendo considerada um dos principais indicadores de qualidade no serviço prestado por companhias aéreas e operadores de solo. Diante desse indicador, investigaram-se as causas operacionais que comprometiam o cumprimento dos prazos estabelecidos para a entrega da primeira e da última bagagem.

Inicialmente, adotaram-se medidas de treinamento e orientação dos colaboradores diretamente envolvidos no processo de restituição. Apesar de haver melhora nos indicadores, o resultado ainda se mostrava insuficiente. Uma análise mais aprofundada revelou que o principal fator de impacto era o carregamento aleatório das bagagens nos voos, o que impedia que as bagagens locais (BB) fossem descarregadas com a prioridade necessária.

Este artigo demonstra, por meio de dados reais e de categorização técnica de voos, que a padronização e otimização do carregamento, priorizando a alocação estratégica das bagagens BB no porão traseiro pode influenciar significativamente o cumprimento de uma meta operacional do aeroporto de Guarulhos para disponibilização de bagagens que deve ficar entre 15 min para a primeira bagagem e 25 min para a última.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Revisão Literatura sobre Otimização do Manuseio de Bagagens

Diversos estudos demonstram que melhorias no processo de restituição de bagagens são essenciais em aeroportos de diferentes portes e ainda há ampla oportunidade de otimização, o que se reflete diretamente na satisfação dos clientes.

De acordo com **Correia e Wirasinghe (2010)**, a aplicação de um modelo de *Level of Service (LOS)* no *Calgary International Airport* revelou que diferentes configurações no sistema de esteiras e na alocação de recursos podem diminuir o tempo médio de espera dos passageiros em até 15 %. Além disso, esse estudo identificou gargalos críticos na área de restituição de bagagens, destacando como ajustes operacionais pontuais, como redistribuir esteiras ou realocar operadores em horários de pico, podem melhorar significativamente a velocidade de entrega. Essa abordagem reforça a importância de monitorar e otimizar continuamente o indicador de LOS, especialmente no que tange à alocação estratégica das bagagens BB, para garantir o cumprimento das metas de 15 min para a primeira bagagem e 25 min para a última.

De acordo com **Pagani, Abd El Halim, Hassan e Easa (2005)**, organizações como a *BAA*, a *IATA* e a *Aeroports de Paris* estipulam que o intervalo máximo entre a chegada do primeiro passageiro e da última mala na esteira seja de 25 minutos, além de preconizarem que 90 % dos usuários aguardem menos de 20 minutos pela bagagem. Em um estudo de campo que envolveu seis aeroportos de diferentes portes (*SMALL, MEDIUM1–4* e *LARGE*), constatou-se que três deles não alcançaram o padrão de 25 min em pelo menos uma das observações, com taxas de falha variando de 6,7 % a 33 % dos voos. Já o critério de 90 % dos passageiros aguardando menos de 20 min foi satisfeito apenas no menor aeroporto, enquanto os demais apresentaram taxas de não conformidade entre 10 % e 25 %. Esses achados revelam que, mesmo atendendo aos parâmetros de projeto, há uma lacuna entre o nível de serviço definido e a experiência real dos usuários, o que reforça a necessidade de procedimentos operacionais mais estritos como a alocação estratégica das BB para garantir o cumprimento das metas de restituição em GRU.

Aeroporto / Porte	Critério 1: Todos os voos devem ter última mala na esteira $\leq$ 25 min	% de voos em não conformidade Critério 1	Critério 2: 90% dos passageiros devem receber mala em $\leq$ 20 min	% de passageiros em não conformidade Critério 2
<b>SMALL</b>	Cumpre	~ 0 %	Cumpre	~ 0 %
<b>MEDIUM</b> (alguns aeroportos médios / grandes)	Em pelo menos uma observação falha	entre 6,7 % e 33 % dos voos	Não cumpre	entre 10 % e 25 % dos passageiros
<b>LARGE</b>	Também com falha em alguma(s) observação(ões)	dentro da faixa 6,7 %-33 %	Não cumpre	10 %-25 %

Tabela 1 – Tabela estimada de desempenho do estudo de Pagani et al. (2005).

Fonte: elaborado pelos autores

Segundo **Li et al. (2019)**, a satisfação do passageiro em áreas de restituição de bagagens está diretamente relacionada não apenas ao tempo de espera, mas à previsibilidade e transparência do processo. Em sua pesquisa com 367 passageiros em três aeroportos chineses de grande porte, constatou-se que tempos médios superiores a 20 minutos, mesmo quando previstos, ainda geravam sensações de ineficiência e frustração. O estudo também demonstrou que intervenções simples como sinalização clara sobre os tempos estimados de entrega e priorização de bagagens de conexão podem elevar em até 18 % os índices de satisfação percebida. Tais evidências reforçam que, além de cumprir metas objetivas como as definidas pela IATA, é imprescindível considerar a experiência subjetiva do passageiro no desenho dos processos logísticos, o que torna ainda mais relevante o posicionamento das bagagens BB para agilizar a entrega e evitar acúmulo nos picos operacionais.

Além das práticas de padronização no carregamento, diversas inovações tem se mostrado fundamentais para acelerar e tornar mais confiável a restituição de bagagens. **Kang & Lee (2018)** demonstraram que sistemas automatizados de triagem ao direcionar cada mala para o porão correto já na origem podem reduzir o tempo de processamento em 12 % e os erros de roteamento em 18 %. **Rahman & Sarker (2017)** mostraram que o uso de RFID para rastreio em tempo real diminui em 25 % os casos de extravio e aumenta a eficiência operacional em mais de 20 %. Por sua vez, **Jones, Smith & Patel (2016)** utilizaram simulação discreta para validar que buffers de 5 minutos e layouts otimizados na esteira de restituição podem elevar o *throughput* de malas em até 20 %. Finalmente, **Smith & Anderson (2015)** correlacionaram tempos médios de espera abaixo de 15 min com índices de satisfação

superiores a 85 %, reforçando que ganhos operacionais se traduzem em melhor percepção do passageiro. essas evidências complementam o achado de que o carregamento estratégico das bagagens BB, combinado a tecnologias de rastreio e triagem, potencializa a agilidade da estrega e experiência do usuário.

Referência	Inovação / Prática	Principais Resultados
Kang & Lee (2018)	Sistemas automatizados de triagem	Redução de <b>12 %</b> no tempo de processamento; diminuição de <b>18 %</b> nos erros de roteamento.
Rahman & Sarker (2017)	Uso de <b>RFID</b> para rastreio em tempo real	Redução de <b>25 %</b> nos casos de extravio; aumento de <b>20 %+</b> na eficiência operacional.
Jones, Smith & Patel (2016)	Simulação discreta com buffers de 5 min e layouts otimizados na esteira	Elevação do <b>throughput</b> de malas em até <b>20 %</b> .
Smith & Anderson (2015)	Análise de satisfação em função do tempo de espera	Tempos < <b>15 min</b> correlacionados a <b>85 %+</b> de satisfação dos passageiros.
<b>Integração com carregamento estratégico (BB)</b>	Combinação de padronização, rastreio e triagem	Potencializa agilidade da entrega e melhora a experiência do usuário.

**Tabela 2 – Inovações tecnológicas e práticas de otimização na restituição de bagagens.**

Fonte: elaborado pelos autores

### Compartimentos de carga por frota.

As aeronaves da família Airbus A319, A320 e A321 possuem dois porões principais de carga, dianteiro e traseiro, situados abaixo da cabine de passageiros. Esses porões são subdivididos em seções (ou *bins*), onde as bagagens são alocadas durante o carregamento. A distribuição adequada dessas cargas é fundamental não apenas para a eficiência logística, mas também para a segurança da operação.



Figura 1 – Exemplo de configuração de porões ou seções de aeronave e distribuição de bagagens.

Fonte: Latam (2021) vManual de Operações Terrestres – MOT LATAM, Edição 2021, p. 248.7

Um aspecto crítico é o centro de gravidade da aeronave, que precisa ser mantido dentro de limites seguros, tanto durante o voo, quanto no solo. Durante o processo de descarregamento, a retirada prematura de toda a carga do porão dianteiro, antes de esvaziar o porão traseiro, pode levar ao fenômeno conhecido como “*tip up*”, o levantamento involuntário do nariz da aeronave. Esse evento ocorre porque, sem o peso no porão dianteiro, a aeronave pode perder seu equilíbrio no trem de pouso dianteiro, colocando em risco tanto os equipamentos quanto os operadores de solo.

Por esse motivo, os procedimentos operacionais padronizados exigem que a equipe de rampa inicie o descarregamento pelo porão traseiro, esvaziando-o por completo antes de acessar o dianteiro. Essa prática mantém o centro de gravidade na posição correta durante toda a operação.

## Categorização de bagagens

Além da frota, também foram utilizados os sistemas *Amadeus Altea* e *BagManager* para extração, identificação e categorização dos dados de bagagem. As bagagens são classificadas conforme os rótulos (*labels*) gerados no check-in e processados no sistema:

Código	Descrição Técnica	Tipo
BB	BY / Local	Bagagem local (GRU)
BF	BP / BJ / Local-Prio	Bagagem de prioridade (clientes especiais)
BT	TB / BI / BD	Bagagem de conexão (com tempo de conexão maior que 1h30)

**Tabela 3 – Categoria de bagagens.**

Fonte: LATAM AIRLINES. Manual de Operações Terrestres – MOT. Edição 2021. São Paulo; Revisão 04; Efetividade 01 set. 2021; LATAM, 2021. p. 47.

Esses códigos são essenciais para o controle e organização do carregamento nos porões, impactando diretamente o tempo necessário para localizar e descarregar as bagagens no destino.

## Amadeus e BagManager

O *Amadeus Altea* é um sistema global de distribuição e plataforma de gestão de serviços ao passageiro, amplamente utilizado por companhias aéreas e aeroportos em todo o mundo. No contexto de restituição de bagagens, o módulo *Altea Departure Control System*, registra todos os check-ins e gera etiquetas contendo informações cruciais como tipo de bilhete, destino, classe e prioridade que são transmitidas aos sistemas de solo para controle de carga e descarga. Essas mensagens permitem mapear, em tempo real, as bagagens embarcadas em cada voo e seus respectivos códigos (BB, BF, BT), garantindo rastreabilidade e precisão nos processos operacionais.

Já o *BagManager*, é uma solução de gerenciamento de bagagem desenvolvida para operadores de solo e companhias aéreas, focada no monitoramento e na coordenação de todas as etapas do manuseio de malas. Ele agrupa dados de diferentes fontes (sistemas de check-in, leitores de código de barras e *scanners RFID*) e gera relatórios detalhados sobre volumes, tipos de bagagem e tempos de processamento. A plataforma também permite identificar ocorrências, como bagagens extraviadas, danificadas ou em conexão, e otimizar rotas internas de movimentação nos porões, contribuindo para a categorização e análise apresentada neste estudo.

## Interpretação da CPM (*Container and Pallet Message*)

A **CPM (Container and Pallet Message)** é o documento utilizado para comunicar a distribuição exata das bagagens e cargas nas seções da aeronave. Cada linha representa uma seção específica do porão, com informações detalhadas sobre o destino, tipo de bagagem e a quantidade de volumes. Veja-se abaixo como interpretar qualquer CPM apresentada:

## **Exemplo de CPM, e como interpretá-la.**

### **CPM.**

-11/GRU/236/BB. VR132

-12/GRU/522/BB. VR76

-21/GRU/2/C1. VR169

-22.NIL

-23.NIL

-31.NIL

-32/GRU/494/BT. VR79

-33/GRU/241/BT. VRI17

-41/GRU/56/BF. VR107

-42. NILL

-51.NIL

-52.NIL

### **Interpretação do exemplo**

-11/GRU/236/BB.VR132 → Seção 11, 236 kg de bagagem local para GRU, origem VR132. -12/GRU/522/BB.VR76 → Seção 12, 522 kg de bagagem local para GRU, origem VR76. -21/GRU/2/C1.VR169 → Seção 21, 2 kg de carga especial para GRU.

-22.NIL / → Seções vazias.

-23.NIL / → Seções vazias.

-31.NIL → Seções vazias.

-32/GRU/494/BT.VR79 → Seção 32, 494 kg de bagagem em trânsito

-33/GRU/241/BT.VRI17 → Seção 33, 241 kg de bagagem em trânsito para GRU, origem VRI17.

-41/GRU/56/BF.VR107 → Seção 41, 56 kg de bagagem prioritária para GRU, origem VR107.

Assim, o CPM mostra onde cada tipo de bagagem/carga está no avião, com peso, destino e voo de origem.

## Relação com a Eficiência da Restituição

Após entender a leitura da CPM, é possível analisar sua influência direta no desempenho da restituição de bagagens. No exemplo apresentado, todas as bagagens BB (locais) estão alocadas nas seções dianteiras da aeronave (11 e 12). Já as seções traseiras foram preenchidas com bagagens BT (de conexão) e BF (prioritárias).

Essa escolha de carregamento impacta negativamente o tempo de restituição local por dois motivos:

- Procedimento de Segurança:** Por padrão, o descarregamento deve começar pelas seções traseiras, evitando o risco de desbalanceamento da aeronave (*tip-up*).
- Fluxo Operacional:** Como as bagagens BB estão no porão dianteiro, elas só poderão ser acessadas após o completo esvaziamento da traseira o que atrasa significativamente a entrega da primeira bagagem local na esteira

Assim, mesmo estando fisicamente mais próximas da esteira, as bagagens BB acabam sendo descarregadas por último, comprometendo o cumprimento da meta de 15 minutos para a primeira bagagem.

Portanto, a análise da CPM revela que a posição estratégica das bagagens locais (BB) durante o carregamento é essencial para garantir a eficiência da restituição. Padronizar o carregamento, priorizando a alocação das BB na parte traseira da aeronave, pode melhorar substancialmente os indicadores de tempo.

## Impacto do Peso e Balanceamento

Em aeronaves, a distribuição de bagagens entre os porões dianteiro e traseiro é influenciada, entre outros fatores, pelo balanceamento de peso da aeronave. No entanto, no caso em questão, a diferença de peso entre os porões (11/12 para 32/33) é de apenas 20 kg, o que significa que, sob essa condição específica, a escolha de carregar as bagagens locais (BB) na traseira ou na dianteira não é determinada por questões de peso e balanceamento.

Isso implica que, mesmo que as bagagens BB não estejam na traseira, como seria ideal para otimizar a restituição, caso as BB fossem invertidas com as BT, não haveria necessidade de ajustes para manter o equilíbrio da aeronave. Portanto, a localização das bagagens não é uma consequência de restrições operacionais relacionadas ao balanceamento de peso da aeronave, mas sim de escolhas operacionais.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de pesquisa exploratória, com levantamento de referencial teórico e análise documental, com abordagem qualitativa.

A pesquisa foi conduzida no Aeroporto Internacional de Guarulhos (GRU), setor de restituição de bagagens de voos domésticos operados por aeronaves da família Airbus (A319, A320, A321). Foi considerado o período entre 1º e 24 de julho de 2024, nos horários de chegada entre 12h e 18h, analisando-se relatórios que registram o tempo de entrega de bagagem, ao passageiro, de 863 voos domésticos, de uma companhia aérea que opera no aeroporto internacional de Guarulhos.

Para extração e categorização dos dados de bagagem, utilizaram-se os sistemas **Amadeus Altea** e **BagManager**, bem como as mensagens do tipo **CPM**.

Foram extraídas todas as CPMs dos 863 voos, obtendo-se, para cada um, o tempo até a entrega da primeira e da última bagagem na esteira. Considerou-se dentro do prazo as entregas em até 15 min para a primeira BB e até 25 min para a última; qualquer entrega após 25':59" foi classificada como fora do prazo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Panorama Geral

De 863 voos analisados, 546 (63,27 %) cumpriram ambas as metas ( $\leq 15$  min para a 1<sup>a</sup> BB;  $\leq 25$  min para a última). Houve 317 atrasos (36,73 %): 45 só na 1<sup>a</sup>, 180 só na última e 92 em ambas. O tempo médio global foi 12'44" para a 1<sup>a</sup> bagagem e 23'27" para a última. Por faixa horária, a performance cai de 14 h em diante, atingindo pior índice de 68 % às 14 h no prazo da última. Por semana, manteve-se estável em 66–70 %.

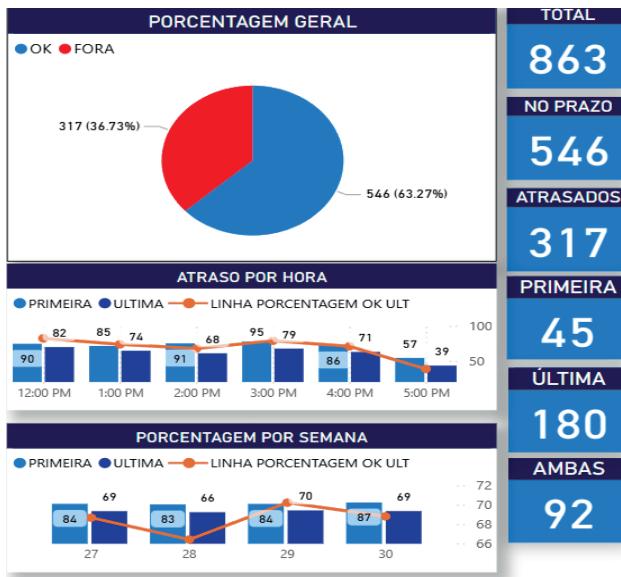


Figura 2 – Gráfico dos resultados gerais.

Fonte: – Desenvolvidos pelos autores.

Cada volume foi classificado pelo seu rótulo de *check-in*:

- **BB** (BY / Local): bagagem local (GRU)
- **BF** (BP / BJ / Local-Prio): bagagem prioritária
- **BT** (TB / BI / BD): bagagem de conexão

As categorias de carregamento, definidas com base na disposição das BB nos porões, foram:

### 1. CC (Carregamento Correto)

BB nas seções traseiras ou sendo as primeiras a descarregar, permitindo que a equipe inicie o processo pelo porão traseiro sem interferência de outros tipos de bagagem.

### 2. SD (Somente Dianteira)

Todos os volumes concentrados apenas nos porões dianteiros, agilizando o descarregamento sem necessidade de reconfigurar e remanejar equipamentos

### 3.

#### 4. CT (Carga na Traseira)

BB na dianteira, mas com carga pesada ou BT no porão traseiro, exigindo descarregamento prévio dessas cargas antes das BB.

#### 5. GD (BB na Dianteira com BT Antes)

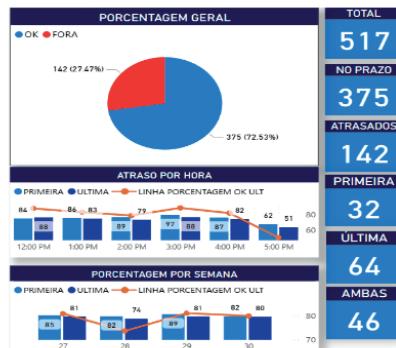
BB na dianteira, porém precedidas por bagagens de trânsito (BT) no porão traseiro, o que atrasa a retirada das BB.

#### 6. GSD (Somente Dianteira sem Suporte)

BB na dianteira, sem presença de BF ou BT nos porões traseiros que ajudem a "bater" a meta inicial, resultando em devolução mais lenta da primeira BB.

Em síntese, os resultados confirmam que a padronização do carregamento especialmente garantindo BB no porão traseiro (categoria CC), ou em situações excepcionais de baixa complexidade, no dianteiro (SD) — é decisiva para alcançar as metas operacionais. As categorias CT, GD e GSD, que misturam tipos de bagagem sem priorizar as BB no início do descarregamento, revelam-se insuficientes, sobretudo em períodos de pico. A adoção de procedimentos rígidos de carregamento, aliada a treinamentos e suporte de tecnologia, emerge como a principal recomendação para otimizar a restituição de bagagens em GRU.

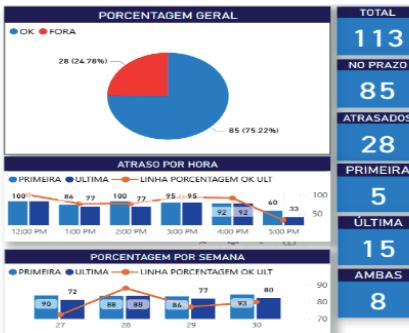
Figura 3 – Gráfico dos resultados CC, carregamento correto



Fonte: – Desenvolvidos pelos autores.

Figura 5 – Gráfico dos resultados GD, BB na dianteira

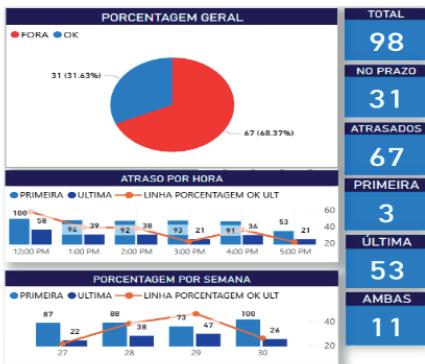
Figura 4 – Gráfico dos resultados SD, somente dianteiro



Fonte: – Desenvolvidos pelos autores.

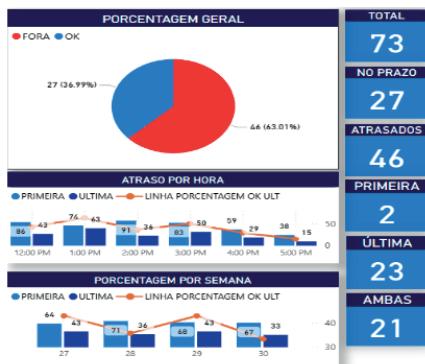
Figura 6 – Gráfico dos resultados GSD, somente dianteiro

**Figura 5 – Gráfico dos resultados GD, BB na dianteira**



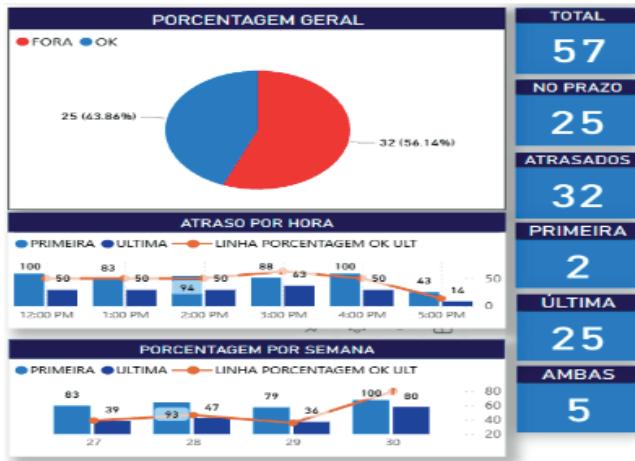
*Fonte: – Desenvolvidos pelos autores*

**Figura 6 – Gráfico dos resultados GSD, somente dianteiro**



*Fonte: – Desenvolvidos pelos autores*

**Figura 7 – Gráfico dos resultados CT, Carga na traseira.**



*Fonte: – Desenvolvidos pelos autores*

Base	Voos	% no prazo	Atrasos (Primeira / Última / Ambas)	Tempo médio 1ª BB	Tempo médio última
CC	517	72,5 %	32 / 64 / 46	12'31"	21'23"
SD	113	75,2 %	5 / 15 / 8	12'00"	21'00"
CT	57	~56 %	2 / 25 / 5	12'00"	28'00"
GD	98	31,6 %	3 / 53 / 11	12'00"	29'00"
GSD	73	37,0 %	2 / 23 / 21	19'00"	29'00"

**Tabela 4 – Comparativo integrado dos tempos médios de restituição por categoria de carregamento**

*Fonte: – Desenvolvidos pelos autores*

## Comparativo Integrado

Esses resultados comprovam que uma organização lógica e padronizada no carregamento com foco especial na disposição correta da bagagem BB exerce impacto direto no cumprimento das metas operacionais da companhia. O uso eficiente da posição traseira da aeronave para o embarque de bagagens BB, liberando a dianteira para a bagagem BT ou C, se mostrou um fator importante para a velocidade de restituição.

Dessa forma, o estudo reforça a importância da padronização rigorosa dos processos de carregamento, bem como da realização de treinamentos contínuos para as equipes envolvidas. Só assim será possível garantir o alinhamento pleno entre planejamento e execução, assegurando operações mais eficientes, seguras e pontuais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar a relação entre a performance da restituição de bagagens no Aeroporto de Guarulhos e o processo de carregamento das bagagens nos voos, com foco nas diferentes categorias de carregamento. A análise baseou-se em dados operacionais de 863 voos realizados entre 1º e 24 de julho de 2024, operados por aeronaves Airbus A319, A320 e A321 no período entre 12h e 18h.

Os resultados confirmaram a hipótese inicial, indicando que os carregamentos desorganizados ou com ausência de bagagens locais no início do descarregamento da aeronave impactam negativamente o cumprimento das metas operacionais de restituição, que visam a entrega de todas as bagagens em 25 minutos após a parada

da aeronave. Categorias como SD (somente dianteira), CT (carga na traseira) e GSD (BB somente na dianteira) apresentaram os piores índices de desempenho, enquanto o carregamento correto (CC) se mostrou mais eficaz.

A padronização e a otimização logística no carregamento de bagagens mostram-se relevantes, sendo observada a influência de práticas operacionais simples como a distribuição adequada da carga conforme o tipo de bagagem e o destino final na experiência dos passageiros e na eficiência das operações aeroportuárias. Verifica-se, ainda, que a incorporação de tecnologias voltadas ao apoio à decisão e à rastreabilidade, a exemplo de scanners inteligentes e sistemas de leitura em tempo real por RFID, pode representar um avanço expressivo no controle e na gestão dos processos logísticos.

Apesar das contribuições relevantes, este estudo apresenta limitações. A análise concentrou-se em um único aeroporto, durante um período específico e com foco restrito ao tipo de carregamento. Fatores operacionais no descarregamento, como o tempo médio de liberação do porão, número de colaboradores envolvidos, ordem e ritmo do descarregamento, e o tempo de acionamento das esteiras, não foram considerados, o que limita a compreensão total da cadeia de restituição.

Estudos futuros podem ampliar a amostra e incluir variáveis adicionais relacionadas ao processo de descarregamento, bem como realizar comparações entre diferentes aeroportos, horários de operação, companhias aéreas e tipos de aeronaves. A integração dessas variáveis poderá oferecer uma visão mais abrangente e precisa dos gargalos logísticos e permitir a formulação de estratégias mais eficazes para garantir o cumprimento das metas de restituição.

Em suma, este trabalho contribui para o entendimento técnico das causas da ineficiência na restituição de bagagens, destacando a importância da organização do carregamento como fator-chave. Além disso, oferece recomendações práticas e delineia caminhos promissores para novas investigações voltadas à melhoria contínua das operações aeroportuárias.

## REFERÊNCIAS

CORREIA, A. R.; WIRASINGHE, S. C. Level of service analysis for airport baggage claim: a case study of the Calgary International Airport. *Journal of Advanced Transportation*, v. 44, n. 2, p. 103–112, 2010.

JONES, D.; SMITH, L.; PATEL, R. Simulation based evaluation of buffer strategies in airport baggage reclaim. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 65, p. 1–15, 2016.

KANG, H.; LEE, J. Impact of automated baggage sorting on handling times: a case study. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 95, p. 345–360, 2018.

LATAM AIRLINES. Manual de Operações Terrestres – MOT. Edição 2021. São Paulo; Revisão 04; Efetividade 01 set. 2021; LATAM, 2021. p. 47.

LATAM AIRLINES. Manual de Operações Terrestres – MOT. Edição 2021. São Paulo; Revisão 04; Efetividade 01 set. 2021; LATAM, 2021. p. 248.

LI, C.; ZHANG, Y.; ZHAO, P. Passenger satisfaction analysis in baggage claim area: evidence from major airports in China. *Journal of Air Transport Management*, v. 79, p. 101688, 2019.

PAGANI, I.; ABD EL HALIM, M.; HASSAN, M.; EASA, E. Baggage reclaim level of service: time and space standards versus passenger perception. *Journal of Airport Management*, v. 5, n. 3, p. 45–59, 2005.

RAHMAN, M.; SARKER, B. RFID enabled baggage tracking: operational and customer service improvements. *International Journal of Logistics Research and Applications*, v. 20, n. 2, p. 156–172, 2017.

SMITH, A.; ANDERSON, K. Passenger perceptions of baggage claim performance: a multiairport survey. *Journal of Air Transport Studies*, v. 6, n. 2, p. 77–94, 2015.

“Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e adequação às normas ABNT são de inteira responsabilidade dos autores.”



## C A P Í T U L O 3

# A ESCOLHA DO PORTO PARA O EMBARQUE DE VEÍCULOS

**Dulcinéia Souza Mathias**  
FATEC Guarulhos

**Amanda Soares Machado**  
FATEC Guarulhos

**Vanderlei Tallach**  
FATEC Guarulhos

**RESUMO:** As exportações de veículos apresentam crescimento constante, pois um país não vive somente de seus recursos próprios, por isso sua importância na atualidade. O objetivo geral foi analisar como se dá a escolha do melhor Porto de São Paulo, com foco na viabilização de custos, armazenamento para embarque de veículos, que são produzidos/liberados em uma montadora de São Bernardo do Campo – SP, a Volkswagen Brasil, e porque na exportação essa utiliza de três destinos no embarque via marítimo, Porto de Santos, Porto de Guarujá e o Porto de São Sebastião/SP, através de um Operador Logístico (OTM). Quanto ao método utilizado para este estudo denota-se como qualitativa e descritiva. Como meios utilizados relacionam-se como pesquisa de campo, onde foi feito visitas e entrevistas. Foi realizada uma coleta de dados baseado em entrevistas semiestruturadas e pesquisas bibliográficas e *sites*. Para uma melhor compreensão do processo foram feitos diagramas e esquemas de análise.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística, Intermodalidade, Exportação de Veículo.

# THE CHOICE OF THE BEST PORT FOR SHIPPING AUTOS

**ABSTRACT:** Vehicle exports are constantly growing, as a country does not live on its own resources alone, so its importance today. The general objective was to analyze how to choose the best port of São Paulo, focusing on the feasibility of costs, storage for shipment of vehicles, which are produced / released in a carmaker of São Bernardo do Campo - SP, Volkswagen Brasil, and because in exportation it uses three destinations for shipment by sea, Port of Santos, Port of Guarujá and Port of São Sebastião / SP, through a Logistics Operator (OTM). As for the method used for this study is denoted as qualitative and descriptive. The means used are related to field research, where visits and interviews were made. Data were collected based on semi-structured interviews and bibliographic searches and websites. For a better understanding of the process were made diagrams and analysis schemes.

**KEYWORDS:** Logistics, Intermodality, Vehicle Exports.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo, analisar como se dá a escolha do melhor Porto de São Paulo, com foco na viabilização de custos, armazenamento para embarque de veículos, que são produzidos/liberados em uma montadora de São Bernardo do Campo – SP, a Volkswagen Brasil, e porque na exportação essa utiliza de três destinos no embarque via marítimo, Porto de Santos, Porto de Guarujá e o Porto de São Sebastião/SP, através de um Operador Logístico (OTM)..44 Planejar a movimentação de mercadorias pelos canais de distribuição não é tarefa fácil para o setor logístico, a considerar a complexidade nas políticas de preço, custo e desempenho que envolve o processo (WANKE, 2001). O principal motivo para abordar o assunto é demonstrar a importância da logística na escolha do meio de transporte mais adequado para conduzir o produto ao seu destino final torna-se o escopo da logística quando a busca é conciliar as necessidades das empresas - vantagem competitiva - com as dos clientes - produto certo na hora certa (entrega rápida, segura e eficiente dos produtos, com menor custo possível) (BALLOU, 2006). Entre os meios de transportes existentes no escoamento de cargas temos os modais rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e dutoviário, cada qual com características próprias e adequadas às determinadas situações estratégicas, contudo, a integração entre alguns modais tornou-se uma tendência na atualidade. (BALLOU, 2006).

O estudo foi desenvolvido com foco em uma empresa no ramo de fabricação de automotivos alemã, estabelecida em São Bernardo do Campo, São Paulo (SP). Esta empresa está no mercado há mais de 80 anos, pioneira no ramo automobilístico e na exportação de seus produtos. Isto posto, a logística passou a ser vista como o processo de integração entre empresas, clientes e fornecedores, assumindo posição

estratégica na cadeia produtiva, etapa está denominada por muitas especialidades da área como “logística integrada” (BALLOU, 2006).

E por questões de confidencialidade os números apresentados na pesquisa representam hipoteticamente a realidade.

## REVISÃO DE LITERATURA

A importação pode ser pertinente já que permite aos países compradores obter mercadorias de alta tecnologia, adquirido por meio de pesquisas, assim sendo, muitas vezes mais acessível comprar do que fabricar e atingir do mesmo jeito a meta de suprir uma utilidade da nação (MAIA, 1999).

São diversas as razões que podem beneficiar a exportação para a empresa é necessidade de bens fabricados com tecnologia mais avançada. Havendo menor custo e melhor qualidade, “design” mais moderno, produtos com maior desempenho e que atendam suas necessidades. Além de benefícios de redução de impostos concedidos através de acordos comerciais internacionais (CIESP, 2007).

## METODOLOGIA

As metodologias utilizadas são predominantemente o método de pesquisa bibliográfica quantitativa, qualitativa e exploratória, por meio de uma pesquisa de estudo de campo tendo como base livros conceituais sobre logística, modais e intermodais e contabilidade. Segundo Gil (2008) esta pesquisa classifica-se como uma pesquisa exploratória, pois seu objetivo é proporcionar maior conhecimento sobre o tema abordado, tornando-o mais explícito. E mencionado por Malhorta (2006) como o nome indica, o objetivo da pesquisa exploratória é explorar ou fazer uma busca em um problema ou em uma situação a fim de oferecer informações e maior compreensão.

Após leitura exploratória, analítica e interpretativa sobre logística, contabilidade e custos, elaborou-se a parte prática com pesquisa de campo e entrevistas focando o estudo em questão, a escolha do melhor porto para escoar o produto.

Analisou-se o resultado do trabalho e foram feitas considerações finais sobre a viabilidade nos resultados obtidos. Por questões de confidencialidade os números apresentados representam hipoteticamente a realidade.

## ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Dados Sobre a Carga

Abaixo será demonstrado um modelo de veículo fabricado e suas dimensões, para que com base nele possa ser analisado o tipo e quantidade de equipamentos que deverá transportá-lo.

Figura 1 - Modelo Gol 2018



Especificações:

#### Veículo Automotivo (Carro)

<b>Modelo</b>	Gol 2018
<b>Comprimento</b>	3,90m
<b>Largura</b>	1,66m
<b>Altura</b>	1,47m
<b>Peso</b>	919 Kg

### Região Produtora

A montadora pesquisada neste trabalho, esta situada em São Bernardo do Campo, um município brasileiro do estado de São Paulo, localizado na região sudeste de São Paulo, com área total do município 409,88km<sup>2</sup>. Desde a década de 1950 o município tem sua economia baseada na indústria automobilística, sede das principais montadoras de veículos do Brasil, tais como Volkswagen, Ford, Scania, Toyota, Mercedes-Benz, Karmann Ghia e Willys-Overland, além das indústrias de autopeças dentre outras economias.

O município é atendido pelas rodovias: Rodovia Anchieta, Rodovia dos Imigrantes, Rodovia Rio – Santos.

## Volume de Produção

A montadora a qual foi baseado o estudo tem por volume de fabricação de carros aproximadamente de 440 mil carros anualmente, sendo exportado aproximadamente 163 mil veículo por ano. As exportações são originadas através dos Portos de Santos, São Sebastião e Guarujá, iremos mais adiante explicar como se dá o escoamento até o Porto de Santos.

## Modos de Escoamento

Atualmente para que a carga composta por veículos seja retirada do pátio da montadora, na sua origem até o destino final, é preciso um Operador Logístico a fim de que essas movimentações ocorram. O modo inicial utilizado é o terrestre e com o modal rodoviário, fazendo-se necessário um equipamento como o caminhão cegonha, que comporta de 10 a 11 veículos por equipamento, que trafegue pelas rotas estipuladas de melhores custos e benefícios, e após sua chegada no Porto de Santos os carros são retirados da cegonheira e perfilados no pátio do porto para serem destinados ao embarque do respectivo navio que irá transportar a carga, neste caso ocorre o transbordo de carga e o modo a ser utilizado passa a ser o aquaviário de modal marítimo, utilizando de um equipamento como o navio *Roll-On/Roll-Off (RO/RO)*, modelo *Pure Car Carrier (PCC)*, destinado para transporte apenas de carros com capacidade para 7200 veículos, tornando-se este transbordo de carga em Intermodal.

Não há como estabelecer de forma genérica a escolha do melhor modal, contudo, deve-se identificar, dentre as características de cada um, os fatores críticos de sucesso. Pode-se dizer que a escolha ideal depende exclusivamente das condições e necessidades específicas sobre aquilo que será distribuído, o ritmo de distribuição e o custo logístico (VIEIRA, 2002). O modal rodoviário é um dos mais simples, eficiente e popular, dentre seus pares. Trata-se do modal mais utilizado em rotas curtas de produtos acabados ou semiacabados (POZO, 2007).

## Caminhões Cegonha e suas Dimensões

Foi criado um modelo de caminhão exclusivo para transportar carros e até mesmo caminhões, o caminhão cegonha, fazendo com que possuam uma relação direta com empresas de transportes e logística, sob uma visão estratégica de marketing, também podem ser vistos como *outdoors*<sup>1</sup> ambulantes, devido à exposição da marca.

1. *Outdoors* é uma expressão em inglês, que significa anúncio em forma de cartaz, painel múltiplo, de

De acordo com o CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), resolução nº35 de 06 de março de 2009, Art. 3º poderá ser admitida a altura de 4,95m, largura de 2,60m e comprimento 14m para veículos simples e 22,40m para veículos articulados ou com reboque, podendo ser de 02 eixos próximos ou 03 eixos afastados.

Constituída por dois pisos, sendo que o de cima é basculante por ação de um mecanismo de macacos hidráulicos, permitindo assim o carregamento e descarregamento dos automóveis. A quantidade transportada depende do tamanho dos veículos, mas, na maioria das vezes, de 10 a 11 veículos podem ocupar a mesma cegonha.

Figura 2: Caminhão Cegonha



**Fonte:** Nacional Transportes (2017).

Especificações:

<b>Caminhão Cegonha</b>	
<b>Modelo</b>	VW
<b>Comprimento</b>	14,00 m
<b>Largura</b>	2,60 m
<b>Altura</b>	4,95 m
<b>Peso</b>	30 Toneladas

---

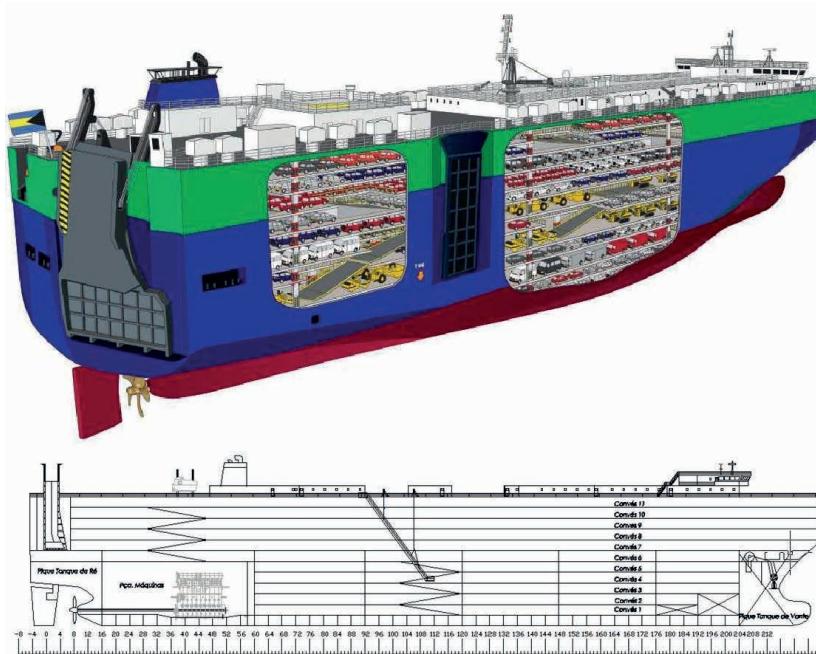
grande dimensão com exposição da marca.

## Navios e suas Dimensões

O navio utilizado para transporte de veículos é do tipo *Roll-On/Roll-Off (RO/RO)*, navios em que a carga é rodada ou é carregada/descarregada a bordo do veículo ou plataformas equipadas com rodas. Neste estudo foi avaliado o modelo o *Pure Car Carrier (PCC)*, destinado para transporte apenas de carros com capacidade para 7200 veículos.

Para a movimentação dos carros para a embarcação é efetuado uma logística para que sejam embarcados por meios locomotivos próprios e preenchendo cada convés por vez, pensando em um navio com 11 convéses o carregamento é efetuado da seguinte ordem: Convés 1 - Convés 2 - Convés 3 - Convés 4 – Convés 5 - Convés 6 - Convés 11- Convés 10 - Convés 9 - Convés 8 - Convés 7. O convés 1 será o primeiro a ser carregado para garantir que o centro de gravidade seja o menor possível nesta operação seguindo a sequência crescente até o convés 6, após começa a ser carregado o convés 11 seguindo a sequência decrescente até o convés 7, onde fica a rampa. O descarregamento é exatamente o inverso do carregamento. Conforme pode ser visualizado na figura abaixo:

Figura 4 - Navio *Roll-On/Roll-Off (RO/RO)*,



Fonte: Site *Pw Grafics* (2013)

## Infraestrutura

Foram abordados temas como, equipamentos, carregamento, portos, qualidade e os fatores que levam a escolha do melhor Porto.

O Complexo Portuário de Santos, o Porto de Santos, possui área de 7,8 milhões de m<sup>2</sup>, e dutos de 59 km, responde por mais de um quarto da movimentação da balança comercial brasileira e tem como principais cargas produtos do agronegócio, automóveis, dentre outros. O percentual dos custos logísticos em relação à Receita Líquida correspondeu em 2017 no setor de automotivos 11,7%.

O sistema de acessos terrestres é formado pelas rodovias Anchieta, Imigrantes e Rodovia Rio - Santos e pelas ferrovias Ferroban e MRS. E tem capacidade de receber navios com 9,600TEUs

Figura 5 – Porto de Santos



**Fonte:** Site do Porto de Santos (2012)

O Porto de São Sebastião, situado no canal entre a cidade e Ilhabela, Com aproximadamente 400 mil m<sup>2</sup>, 4 berços de atracação e instalações para armazenamento.

Figura 6 – Porto de São Sebastião



**Fonte:** Site do Porto de São Sebastião (2012)

O Porto de Guarujá, considerado como Margem Esquerda do Porto de Santos. Possui 4 milhões de m<sup>2</sup>.

Figura 7 – Porto de Guarujá



Fonte: Site do Porto de Guarujá (2012)

A montadora para efetuar a exportação de seus veículos efetua o deslocamento pelo modal rodoviário, sendo no momento o mais utilizado, as ferrovias que atendem os Portos, atualmente não atendem a movimentação deste tipo de produto, transporte de veículos. Dentre as vantagens temos: entregas rápidas e confiáveis de cargas parceladas; modal mais competitivo no mercado de pequenas cargas e serviço de entrega porta a porta; peça fundamental da Multimodalidade e da Intermodalidade; favorece os embarques de pequenos lotes; facilidade na substituição do veículo em caso de quebra ou acidente (RODRIGUES, 2003). Em contra teste como modal rodoviário, o modal ferroviário é basicamente um transportador de longo curso e de baixa velocidade. Muito utilizado no transporte de matérias-primas e produtos manufaturados de baixo custo, ele apresenta baixo índice de roubos e acidente, comparado ao modal rodoviário (BALLOU, 2006).

Há estudos e projetos para ampliação e desenvolvimento da malha ferroviária no Estado de São Paulo, que terá um dos trechos na região Sul, passando pela região do ABC Paulista, o Ferroanel Sul, mas a projeção para que seja implantado somente após o Ferroanel Norte ser concluída, escolha esta feita, pois o entendimento do Governo Federal a região norte seria a mais estratégica, pois o trecho prevê escoar 90% da demanda Ferroviária, para o Porto de Santos. Mas, pela Rodovia Anchieta – Caminho do Mar – Rodovia Índio - Tibiriçá – Rodovia Dep. Antonio Adib Chammas, com destino a Paranapiacaba, encontra-se em estudo a viabilidade de construir um Porto Seco na região, mas há levantamentos a serem analisadas na área relacionada a questões ambientais.

O tráfego de caminhões nas rodovias, hoje possui predominância absoluta na prestação de serviços, que atualmente abrange 80% desta movimentação de caminhões, sendo que nesta há grande volume de caminhões vazios, pois nem sempre as empresas conseguem prestar o serviço na ida e na volta, gerando saturação do trânsito. A ampliação da malha ferroviária para uso do transporte de cargas possui diversos benefícios, pois abre possibilidade de migração de transporte de cargas das rodovias para os trilhos, reduzindo consideravelmente a diminuição de acidentes, e também de impactos ambientais, pois reduz a emissão CO2 e demais fatores e certamente a diminuição do tráfego nas regiões urbanas e nas rodovias que atendem o escoamento até o Porto de Santos.

## Vantagens e Desvantagens

Modais	Vantagens	Desvantagens
<b>Rodoviário</b> 	Flexibilidade do serviço, capacidade de tráfego por qualquer rodovia. Flexibilidade no deslocamento de carga. Transporte dentro de centros urbanos. Entrega porta a porta. Agilidade no transporte. Amplamente disponível. Adaptação a outros modais. Fácil contratação e gerenciamento. Eficiência em curtas distâncias. Econômico e rápido em curtas e médias distâncias. Possibilidade de utilização de embalagens mais simples e de menor custo.	Limite do tamanho de carga/veículo. Alto custo de operação. Alto risco de roubo/acidentes. Vias com gargalos gerando gastos extras e aumento no tempo de entrega. Elevado grau de poluição ao meio ambiente. Alto valor de transporte. Elevado custo de Frete. Custo de Pedágio. Custo elevado para longas distâncias. Sujeito ao trânsito. Sujeito a regulamentação (circulação, horários). Menor capacidade de cargas diante os outros modais.
<b>Ferroviário</b> 	Menor custo de transporte para grandes distâncias. Sem problema de congestionamentos. Terminais de cargas próximos das fontes produtoras. Adequado para produto de baixo valor agregado e alta densidade. Adequado para grandes volumes. Transporte para vários tipos de produtos. Independente das condições atmosféricas. Menor grau de poluição ao meio ambiente. Eficaz em termos energéticos.	Não possui flexibilidade de percurso, mobilidade limitada. Necessita de maior transbordo. Elevada dependência de outros transportes. Pouca competitividade para longa distância. Limitações das redes. Horários pouco flexíveis. Elevado custo de manuseio e manutenção e construção dos equipamentos e de infra-estrutura. Mais lento. Horários restritos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área logística de transporte brasileira necessita de investimentos públicos como privados para reestruturar o sistema de transporte, nas integrações dos modais e intermodais, pois esses fazem parte do sistema da empresa e estão interligados para efetuar o escoamento dos produtos. Como os transportes representam grande parte dos custos das empresas, precisam ser estudados com cautela para que não ocorra perda de lucro no fim da cadeia.

A grande utilização da malha rodoviária prejudicou o desenvolvimento de outras malhas como a ferroviária, que após décadas de abandono começou a se reestruturar depois das concessões, mas mesmo assim ainda é pouco explorada. É de muita relevância buscar novas formas econômicas de transporte, pois estes custos geram impacto no valor do produto final. O uso da intermodalidade conforme observado na tabela 1 e na análise das vantagens e desvantagens de cada modal denota a versatilidade do uso do rodo-ferroviária pela grande capacidade de transporte com custo de frete inferior e menor impacto ambiental.

Entretanto, a falta de estrutura ferroviária adequada e as divergências jurídicas e fiscais impedem no momento o plano de desenvolvimento do transporte intermodal, já a malha rodoviária possui uma grande capacidade de atender a vários locais sem depender de outros modais, podendo circular em centros urbanos e tornando sua aquisição mais simples, o que torna imprescindível a sua utilização.

Portanto, é comprovado que é preciso sanar diversos problemas existentes em ambos modais como na própria intermodalidade, sanando e adequando estes problemas citados anteriormente pode-se explorar amplamente o melhor meio de transporte, gerando competitividade entre eles, possibilitando que as empresas e operadores logísticos possam estudar a melhor opção de equipamentos para suas atividades e recursos, de acordo com o produto, cliente, prazo, recursos financeiros, tendo cada um sua característica que levarão a melhor escolha sendo respeitadas as especificidades de cada um. Podendo integrar estes modais e suas Intermodalidade e a Multimodalidade, que são as estratégias para a conquista dos objetivos e de melhorias e das atividades logísticas e de transportes.

Através da entrevista foi constatado junto ao OTM, que para armazenamento de veículos o Porto de Santos é sobre carregado e com alto custo de armazenamento, o de São Sebastião é de difícil acesso, gerando o aumento do custo de transporte e possui alto custo de armazenamento e o Porto de Guarujá possui maior espaço para armazenamento de veículos e reduz o custo total em 10% por contrato, diante os outros.

O Porto de Guarujá, possui infraestrutura apropriada, para armazenagem de veículos, visto que, para carregar o navio desta capacidade, é necessário 16 caminhões executando 45 viagens por mês, cada caminhão.

Portanto ficou entendível na pesquisa que a escolha do Porto de Guarujá, torna-o mais apropriado e utilizado pela montadora, devido aos custos totais que engloba frete, armazenamento e trabalhos logísticos, somado ao apoio dos órgãos o torna um diferencial diante dos demais portos citados na pesquisa.

## REFERÊNCIAS

**ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários.** Disponível em: <<http://www.antf.org.br>>. Acesso em 20.Jul.2019.

**ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres.** Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em 06.Ago.2019.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2007.

CHADES, Carlos Eduardo Holmes; PAULO, Bruno Ávila. **Artigo - Projeto de Sistemas Oceânicos II. UFRJ.** Disponível em: <[http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2008/CarlosChads +BrunoAvila/relat1/index.htm](http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2008/CarlosChads +BrunoAvila/relat1/index.htm)>. Acesso em 17.Jul.2019.

CIESP. **Manual Básico de importação.** Disponível em: <[www.ciesp.com.br/arquivo-download/?id=5433](http://www.ciesp.com.br/arquivo-download/?id=5433)>. Acesso em: 27 Ago. 2019.

DERSA – **Desenvolvimento Rodoviário S/A.** Disponível em: <http://www.dersa.sp.gov.br> >. Acesso em 08.Set.2019.

GIL, A C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4º ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). **Estimativas de População 2017.** Disponível em: <<https://www2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017>>. Acesso em: 17.Ago.2019.

MAIA, J. M. **Economia Internacional e Comércio Exterior.** São Paulo: Atlas, 1999. MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada.** 4º ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MCGINNIS, Michael A; **The relative importance of cost and service in freight transportation choice: before and after deregulation.** Transportation Journal, vol. 30, nº 1, (fall 1990).

NACIONAL, **Transporte.** Disponível em: < <https://nacionaltransportes.com/blog/caminhoes/caminhao-cegonha-veiculo-de-transporte/> >. Acesso em: 01.Set.2019.

POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística.** - 4. ed. - 2. reimpr. - São Paulo: Atlas, 2007.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional.** 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Aduaneiras, 2003.

SANTOS, **Porto de. Porto de Santos.** Disponível em: < <http://www.portodesantos.com.br/> >. Acesso em 16.Set.2019.

SEBRAE – **Serviço Brasileiro às Micro e Pequenas Empresas.** Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/custos-e-preco-de-venda-na-prestacao-de-servicos,b6c6164ce51b9410VgnVCM1000003b74010aRCRD#this>>. Acesso em: 06.Ago.19.

TF – **Tabelas de Frete.** Disponível em: <<https://www.tabelasdefrete.com.br/?motivo=simulafrete>>. Acesso em: 16.Ago.19.

VIEIRA, Guilherme Bergamann Borges. **Transporte Internacional de cargas.** 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

WANKE, Peter. Artigos - **Estratégia de posicionamento logístico: conceitos, implicações e análise da realidade brasileira.** Rio de Janeiro, dez 2001. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/estrategia-de-posicionamento-logistico-conceitos-implicacoes-e-analise-da-realidade-brasileira/>>. Acesso em: 06 Jul. 2019.

WIKIPÉDIA (A Enciclopédia Livre). **São Bernardo do Campo.** Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o\\_Bernardo\\_do\\_Campo](https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Bernardo_do_Campo)>. Acesso em: 17.Jul.2019.



## CAPÍTULO 4

# LIDERANÇA FEMININA: UM DESAFIO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA ESG. ESTUDO DE CASO: MULHER EM CARGO DE GESTÃO

**Wanny Arantes Bongiovanni Di Giorgi**  
Fatec Guarulhos

**Celia de Lima Pizolato**  
Fatec Guarulhos

**Cristiane Santos Silva**  
Fatec Guarulhos

**Márcia Ariana Kirkoviskus dos Santos**  
Fatec Guarulhos

**Mariana Alves Ozéas**  
Fatec Guarulhos

**RESUMO:** Esta pesquisa tem por objetivo o estudo do papel das mulheres em cargos de liderança, com dados levantados de análise bibliográfica exploratória, entrevista e levantamento de opinião a respeito do assunto. O estudo revela uma série de desafios que as mulheres encontram no mundo profissional, como: desigualdades salariais, barreiras à progressão na carreira e um legado de diferenças de gênero. Apesar destes desafios, também se observa progressos significativos e oportunidades alcançadas pelas mulheres no mercado de trabalho. O nosso estudo foi limitado apenas ao exame um pequeno segmento da população e não serve de base para generalizações. Para resoluções definitivas, seria necessária uma amostragem ampliada de empresas para fornecer resultados mais abrangentes. Os resultados dos levantamentos efetuados evidenciam alguns avanços em questão da desigualdade de gênero no contexto corporativo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Governança Corporativa; ESG; Gênero.

# Female Leadership: An ESG Corporate Governance Challenge. Case Study: Women in Management Positions

**ABSTRACT:** This research aims to study the role of women in leadership positions, with data collected from exploratory bibliographic analysis, interviews and opinion surveys on the subject. The study reveals a series of challenges that women encounter in the professional world, such as: pay inequalities, barriers to career progression and a legacy of gender differences. Despite these challenges, there is also significant progress and opportunities achieved by women in the labor market. Our study was limited to only examining a small segment of the population and does not serve as a basis for generalizations. For definitive resolutions, an expanded sample of companies would be necessary to provide more comprehensive results. The results of the surveys carried out show some advances in the issue of gender inequality in the corporate context.

**KEYWORDS:** Corporate Governance; ESG; Gender.

## INTRODUÇÃO

O presente artigo tem por foco enfatizar a mulher em cargo de gestão, declarar sua evolução e desafios vividos historicamente. Foca-se na exigência das instituições no mercado de trabalho, por meio da dualidade de gênero em relação a inserção e permanência das mulheres em igualdade de condições em relação aos homens e sua conciliação da carreira e família. Para Bourdieu (1998), Como a autonomia está social e historicamente nas mãos dos homens, historicamente falando, esse poder seria mais difícil de ser alcançado pelas mulheres, e, ainda, esse privilégio foi definido por acreditarem que a mulher foi destinada somente para as atividades domésticas e a criação dos filhos.

Existem marcos diferenciais entre homens e mulheres, como diferenças salariais, oportunidades de crescimento e reconhecimento, pois, mesmo com maiores níveis de educação, as mulheres ainda não possuem os níveis de ocupação, rendimentos e receptividade no mercado de trabalho equivalentes aos obtidos pelos homens (Borges, 2009). De acordo com a pesquisa do IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2022, a população brasileira é composta por 48,9% de homens e 51,1% de mulheres, mesmo dados apontando as mulheres em sua grande maioria, ainda assim, sua representatividade no mercado é menor em relação ao homem, principalmente quando se fala em cargos de liderança. Em 2023 sobre a mesma perspectiva de gênero a nível salarial nota-se na pesquisa do IBGE que homens recebem 22% a mais que as mulheres, na teoria essa diferença é proibida pela CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), porém infelizmente faltam mecanismos que garantem que a lei seja cumprida.

Historicamente as mulheres são mais presentes nas áreas do ensino, o ato de cuidar, tidas como “femininas”, são áreas que tendem a ser menos valorizadas financeiramente, de acordo com a professora do Insper Ana Diniz, pesquisadora na área de diversidade e inclusão. Durante o século XX, períodos de conflitos mundiais e mudanças sociais obrigaram as mulheres a entrar no mercado de trabalho para sustentar suas famílias, enquanto seus parceiros estavam envolvidos em conflitos armados. No século XIX, com a consolidação do capitalismo, testemunhamos transformações significativas na dinâmica do trabalho feminino. O rápido crescimento da maquinaria e o avanço tecnológico acelerado resultaram na realocação de uma grande parcela da força de trabalho feminina para as fábricas. Essas mulheres frequentemente enfrentavam jornadas de trabalho exaustivas, que podiam chegar a até 18 horas por dia, e recebiam treinamento com benefícios inferiores aos homens (Kühner, 1977).

## EMBASAMENTO TEÓRICO

Partindo dos pressupostos teóricos tratados nesse trabalho, que se refere ao estudo da liderança feminina com base nas características encontradas, esta pesquisa propõe-se a estabelecer relações e padrões de semelhança que permitam alcançar um perfil de liderança e ir, ou não, ao encontro das construções teóricas que a literatura exibe quanto aos traços de liderança mais frequentes entre as mulheres. Focando nas dificuldades enfrentadas por mulheres a assumirem cargos de liderança, nota-se que elas ainda sofrem preconceito em vista de seu gênero, principalmente quando chegam a cargos mais altos dentro de uma empresa. Isso ocorre devido a inúmeros estereótipos associados a um estilo masculinizado de liderança, que demanda características como força, autoridade confiança por exemplo, ao contrário de características social e culturalmente associadas às mulheres como a delicadeza, empatia e maior capacidade para negociação e comunicação.

Para Munhoz (2000), as mulheres conquistaram o espaço que estava preenchido pelos homens, nas corporações, com três características fundamentais: poder de competição, habilidades de pensar analiticamente ou estrategicamente, e a positividade ou comportamento agressivo.

Frankel (2007), o sexo feminino é por natureza líder, e que certas qualidades são exclusivas do até então sexo frágil, mas é o que faz o diferencial no novo olhar da liderança e que as empresas mais tem buscado atualmente.

Segundo Kolb (1978 p.3), o líder encontra várias complexidades diárias na função, realçando seus principais obstáculos a responsabilidade, o controle, a delegação de função, objetivos, gestão, a avaliação de desempenho dos profissionais e administração de conflitos.

Caboclo (2024), considera que a governança corporativa se refere ao sistema pelo qual as empresas são dirigidas e controladas, abrangendo práticas e políticas que determinam a tomada de decisão, a supervisão e o controle. A inclusão da equidade de gênero como um pilar de governança corporativa reconhece que a diversidade de gênero, especialmente em posições de liderança, contribui para uma governança mais eficaz e equilibrada. A integração da igualdade de gênero nas práticas ESG reflete um reconhecimento da interconexão entre questões sociais e desempenho empresarial. A dimensão social do ESG – *Environmental and Social Governance*, que inclui a equidade de gênero, enfatiza a importância de práticas empresariais justas e inclusivas, que respeitem os direitos e promovam o bem-estar de todos os envolvidos. Empresas com fortes credenciais ESG, que promovem ativamente a igualdade de gênero, tendem a atrair e reter talentos, melhorar sua reputação e marca, e acessar novos mercados e oportunidades de investimento.

Dados a respeito da ODS 5 são apresentados pela Plataforma Esa (2024). ODS significa Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Estes objetivos fazem parte do Plano de Ação Universal, elaborada pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. A dotada em setembro de 2015 por 193 Estados Membros da ONU. A ODS 5 trata da igualdade de gênero. Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas é tratado dentro da ODS 5. O que inclui, dentre diversos aspectos acabar com todas as formas de discriminação contra todas as mulheres e meninas em todas as partes. E garantir a participação plena e efetiva das mulheres e a igualdade de oportunidades para a liderança em todos os níveis de tomada de decisão.

A legislação brasileira aborda a questão de gênero no ambiente do trabalho. A Lei N. 9.799 (1999) insere na Consolidação das Leis do Trabalho (1943), o Artigo 373A, que estabelece regras sobre o acesso da mulher ao mercado de trabalho. Trata da proibição da discriminação em razão de sexo, idade, cor ou situação familiar; no tocante a anúncio de emprego, acesso, promoção, remuneração, oportunidades de ascensão profissional, manutenção e rompimento do contrato individual de trabalho.

## Liderança Feminina

Segundo Kets de Vries (1977), as habilidades das mulheres começam muito cedo. A mulher vai analisando o comportamento da mãe, e começa a adquirir conceitos sobre a vida, modo de agir, pensar, e consequentemente desenvolve muito mais cedo um talento maior de relacionamento. Com o desenvolvimento interpessoal na infância, a sensibilidade, a empatia, o compartilhamento e a vontade de ajudar fazem com que a mulher assuma um papel central no mundo interior. Pode-se

observar que as mudanças causadas pela maior participação feminina vão além das questões relacionadas à liderança.

## Gestão de Pessoas

Para Chiavenato (2004), as organizações dependem de pessoas para poder funcionar. Por isso, não se pode considerar os trabalhadores somente do ponto de vista, da produtividade, mas também pela qualidade de vida no trabalho, que envolve a satisfação profissional e pessoal. O contexto da gestão de pessoas é formado por pessoas e organizações. Separar o trabalho da existência das pessoas é muito difícil, quase impossível, em face da importância e impacto que nelas provoca. As pessoas passam boa parte de suas vidas trabalhando dentro das organizações e elas dependem dos indivíduos para poderem funcionar e alcançar sucesso. De um lado, o trabalho toma considerável tempo de vida, do esforço das pessoas, que dele depende para a subsistência e o sucesso pessoal.

## Entrevista exclusiva com a profissional da empresa Air France

Dentre as entrevistadas, temos a Luiza Bezerra Fatarelli, atua numa posição CEO de liderança na empresa **Air France**, linha aérea francesa, seu perfil é de interesse da pesquisa, com isso a convidamos para fazer parte deste presente estudo, nos proporcionando uma clareza e dimensão maior sobre o que é ser uma mulher gestora num país onde os desafios são verdadeiros e as oportunidades em crescimento vem dando espaço para uma conquista de realizações. Através da entrevista dada pelo aplicativo WhatsApp, proposto pela Luíza no dia 27 de outubro de 2023 foi relatado os obstáculos enfrentados na evolução do processo da sua carreira, bem como um pouco da sua vida pessoal e inspirações para quem deseja galgar uma trajetória de sucesso.

Luiza começou sua carreira como recepcionista na VASP e depois no Hotel Pulmann. A atual empresa em que trabalha, AirFrance e KLM são duas empresas de aviação que operam como uma única entidade desde 2004, quando se uniram em uma parceria estratégica. A AirFrance é uma companhia aérea francesa, enquanto a KLM é uma companhia aérea holandesa. Juntas, elas formam um dos maiores grupos de aviação do mundo. A AirFrance e KLM oferecem uma ampla rede de destinos em todo o mundo, conectando passageiros a mais de 300 destinos em aproximadamente 100 países. Elas operam uma frota moderna e eficiente, com aeronaves de diversos tamanhos, incluindo aviões de curta e longa distância.

Ambas as empresas são reconhecidas por seu serviço de alta qualidade, comodidades a bordo e atendimento ao cliente. Além disso, elas são comprometidas

com a segurança e a sustentabilidade, buscando constantemente reduzir sua pegada ambiental e melhorar a eficiência de suas operações.

A parceria entre a AirFrance e KLM permite que os passageiros desfrutem de benefícios como compartilhamento de voos, programas de fidelidade e acesso a uma ampla gama de serviços e opções de viagem. Essa colaboração estratégica tem como objetivo oferecer uma experiência de viagem mais conveniente e abrangente para os clientes.

Para chegar à sua posição como líder, Luiza nos conta que fez uma especialização em Coaching e programação neuro linguística para ter mais conhecimento voltado a liderança, leu e participou de muitas mentorias, trabalhou muito para desenvolver técnicas de inteligência emocional, agora, dentro da sua área de atuação, foram vários cursos específicos.

Nos contou também sobre a importância familiar, com incentivo e apoio para manter o foco e não desistir.

Sua conquista mais significativa na carreira, até agora foi ter tido a oportunidade de trabalhar e morar fora do país, aprender novas culturas e com isso, adquirir mais experiência.

Para se manter centrada e com foco, costuma estabelecer metas objetivas e mensuráveis para o que deseja realizar, prioriza as tarefas, identifica as mais importantes e urgentes e concentra nelas primeiro, gosta de um ambiente organizado para minimizar distrações, desliga as notificações do celular e evita acessar redes sociais ou outros sites que possam desviar sua atenção.

Ela relata que a decisão mais difícil que já teve que tomar em sua carreira, sem dúvida, foi decidir sobre ser expatriada ou aceitar realocação da empresa. E em nenhum momento pensou em desistir! Perguntamos, seus principais desafios enfrentados na profissão como mulher, ela nos disse que sempre se posicionou e enfrentou muitos desafios para defender seus argumentos, tinha que mostrar e provar que o que falava tinha fundamento, enquanto outros (homens) não...relata que existem estereótipos e preconceitos arraigados em relação às capacidades das mulheres na aviação. Isso pode levar a uma falta de confiança e reconhecimento de suas habilidades, bem como a discriminação no ambiente de trabalho. No entanto, vale ressaltar que a indústria da aviação está trabalhando para superar esses desafios. Cada vez mais empresas estão implementando políticas de igualdade de gênero, programas de mentoria e esforços para atrair e reter mais mulheres na aviação.

Perguntamos a ela se já ouviu sobre o termo personal branding? Essa é uma maneira de fazer a gestão de sua imagem como se fosse uma marca, uma empresa. Desse modo, querendo ou não, todos nós temos uma marca pessoal. De forma

descontraída, porém intimista suspirou: “Puxa! Essa pergunta me fez olhar pra dentro de mim...” Continuou: “Olá! Sou uma leonina apaixonada por aviação e especializada em planejamento de rotas e comunicação ao cliente. Minha abordagem orientada para resultados e minha paixão por desafios me permitem encontrar soluções criativas e eficientes para garantir a excelência operacional e a satisfação do cliente. Estou pronta para enfrentar qualquer desafio que a aviação possa me oferecer e elevar a experiência do cliente a novos patamares!”

Para encerrar, pedimos um conselho que daria aos estudantes que pretendem começar sua carreira como Líder, ela, porém, citou a principais que considera muito relevantes para o início de uma liderança de sucesso:

“1. Dedique tempo para aprender e aprimorar suas habilidades de liderança. Isso pode ser feito por meio de cursos, livros ou participação em organizações estudantis.

2. Desenvolver habilidades como comunicação eficaz, resolução de problemas, trabalho em equipe e tomada de decisão irá prepará-lo para assumir posições de liderança.

3. Não espere até que você tenha uma posição formal de liderança para começar a desenvolver suas habilidades. Procure oportunidades dentro e fora da sala de aula para liderar projetos, equipes ou organizações estudantis.

4. Um líder eficaz não apenas dá ordens, mas também valoriza as opiniões e ideias dos membros da equipe. Pratique a escuta ativa, isso ajudará a construir relacionamentos sólidos e a tomar decisões mais informadas.

5. Esteja disposto a aprender com líderes experientes e colegas. Observe como eles lidam com situações desafiadoras, como se comunicam e como inspiram suas equipes. Aproveite a oportunidade para adotar estratégias eficazes e evitar erros comuns.”

“Lembre-se de que a liderança é um processo contínuo de aprendizado e crescimento, esteja aberto a desafios, seja resiliente e esteja disposto a se adaptar às mudanças. Com dedicação e comprometimento, você poderá construir uma carreira gratificante como líder.” (Fatarelli,2023).

## Pesquisa de Opinião

Com o objetivo identificar a opinião de mulheres trabalhadoras no tocante à questão de gênero no ambiente da gestão corporativa, elaborou-se um questionário a utilizar o aplicativo Forms da Microsoft, que foi disponibilizado por meio das redes sociais, no período de outubro de 2023 a março de 2024, momento em que foram apurados os resultados para fins de verificação intermediária, tendo em vista que a pesquisa terá continuidade futura.

**Tabela 1. Opinião das mulheres que participaram da coleta de dados ocorrida de outubro de 2023 a março de 2024**

<b>Itens Avaliados</b>	<b>Respostas</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1. Como você iniciou sua carreira no mercado de trabalho?	Ensino Superior 38%	Ensino Médio 31%	Curso Técnico 13%	Outras 19%
2. Você já enfrentou assédio Moral?	Sim 50%	Não 50%		
3. Você já enfrentou assédio sexual?	Sim 13%	Não 87%		
4. Ao se inserir no mercado de trabalho, você já almejou um cargo de liderança?	Sim 81%	Não 19%		
5. Quais as principais dificuldades que você acredita que tenha num cargo de liderança?	Tomar decisões 13%	Relacionamento com os liderados 63%	Mostrar resultados 24%	
6. Quais as características que predominam quanto a você ser líder?	Equilíbrio emocional 50%	Inovação 19%	Organização 31%	
7. Quais as principais conquistas que você teve ao liderar?	Bens materiais 7%	Reconhecimento Profissional 52%	Ocupar o cargo 7%	Realização profissional 34%
8. Quais foram suas maiores dificuldades em liderar?	Consiliar a vida profissional e pessoal 56%	Liderar 44%		
9. Quanto às mulheres que se dedicam ao lar e à família, você vê como:	Anuladas 0%	Admiradas 100%		
10. Você acredita que a sociedade tenha preconceito com relação quanto a uma mulher num cargo de gestão?	Sim 75%	Não 25%		
11. Na sua opinião é possível conciliar família e trabalho?	Sim 100%	Não 0%		
12. Pesquisas mostram que homens e mulheres ocupando o mesmo cargo/função na mesma empresa, há diferenças salariais onde os homens são favorecidos, você concorda?	Não, acredito na equiparação salarial 31%	Sim, acredito nessa possibilidade 69%		

Fonte: Autoria própria (2024)



QR Code demonstração de resultados

## DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

A coleta de dados realizado através de pesquisa de campo que é definida por Yin (2015,pag 226) como “um exame em profundidade [e detalhado] de um caso dentro de seu contexto de mercado real.” no mês de outubro de 2023 à março de 2024 foram entrevistadas 16 líderes feminino de diversas áreas de atuação na logística, como supervisora de embarque, supervisora de operações, gerente operacional,

analista de logística, coordenadora de logística e armazenagem e chefe de cabine, todas com idade entre 40 à 48 anos. E como complementação a entrevista é definida por Marconi e Lakatos (2009,p.80) como um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. A pesquisa se utilizou da amostragem por conveniência e intencional, considerando-se os seguintes critérios de inclusão: (1) ser do sexo feminino e (2) ocupar um cargo de tomada de decisão.

O estudo busca sistematizar as variáveis encontradas nas respostas dos sujeitos de acordo com as perguntas enunciadas, tendo como técnica a Análise de Conteúdo (Bardin, 2006), conforme apresentado na Tabela 1. Logo abaixo podemos observar o QR Code para fim de análise de dados da pesquisa feita pelo Microsoft Forms.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização desta pesquisa, foi utilizado um roteiro de entrevista semiestruturada, elaborado especificamente para este estudo, contendo 12 perguntas no total. Esse roteiro abordou cinco questões sobre temática da liderança feminina, estilos de liderança e percepções individuais das participantes, além de sete questões sócio profissionais para caracterização das participantes (formação acadêmica, grau de instrução, assédio moral e sexual, disparidade salarial e questão de gênero e vida pessoal). Foram utilizados também os seguintes materiais: (i) computador e/ ou celular com acesso à internet; e plataforma do Microsoft Teams., nota-se a dificuldade da demanda feminina ocupando essa posição, visto em relação ao homem, segundo o IBGE sobre estatística de gênero, as mulheres ocupam 37,4% de liderança no Brasil. Outro agravante observado foi quanto a disparidade salarial, 69% das entrevistadas acreditam que os homens são mais favorecidos quanto as mulheres, e dificuldades em serem levadas a sério pelos colegas com 65%, assim como 75% apontam sobre o preconceito existente na sociedade sobre uma mulher no poder. Complementa Frankel (2007) o sexo feminino é por natureza líder, e que certas qualidades são exclusivas do até então sexo frágil, mas é o que faz o diferencial no novo olhar da liderança e que as empresas mais tem buscado atualmente. Segundo Kolb (1978 p.3), o líder encontra várias complexidades diárias na função, realçando seus principais obstáculos a responsabilidade, o controle, a delegação de função, objetivos, gestão, a avaliação de desempenho dos profissionais e administração de conflitos.

Desafios diáridos vividos entre elas como ter dupla jornada, a conciliação de uma líder profissional e sua vida pessoal, muitas vezes sobre carregadas com as tarefas domésticas e o cuidado com a família, isso pode ser especialmente difícil para mulheres que trabalham em empresas que não oferecem políticas de licença-maternidade adequada ou flexibilidade no trabalho.

Embora seja identificado avanço no número total de mulheres na liderança, dados recentes (GRANT, 2023, s/p) apontam que “esse movimento é relativamente lento em nível global, 32,4% dos cargos de alta gerência nas empresas do mid-market são ocupados por mulheres, um aumento de apenas 0,5 ponto percentual (pp) em relação à 2022 e apenas 13pp desde que nossa pesquisa foi realizada pela primeira vez em 2004. Nesse ritmo, apenas 34% dos cargos de liderança serão ocupados por mulheres em 2025”.

Nesta edição, identificamos uma série de fatores que podem apoiar esse movimento. Em primeiro lugar, as mulheres têm ocupado cada vez mais os cargos de liderança – 28% das empresas de médio porte agora têm uma diretora executiva (CEO), acima dos 15% em 2019. Essa tendência provavelmente levará a novas estratégias, focadas em aumentar a diversidade em nível de gestão sênior e levar mais empresas à paridade de gênero. (GRANT, 2023, s/p)

Para que ocorra uma mudança nesse sentido, é necessária a criação de um novo paradigma organizacional, baseado em um estilo de maior humanização das estruturas organizacionais, aliados a flexibilidade, sensibilidade, intuição, capacidade para trabalhar em equipe e administrar a diversidade entre outras, qualidades tradicionalmente atribuídas às mulheres (BOTELHO et al. 2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O escopo deste estudo foi limitado em termos de quantidade de mulheres em nível gerencial, é necessária uma investigação mais ampliada, abrangendo um maior número de empresas para obter resultados mais ampliados, pode-se observar a ascensão ao cargo de gestão na faixa dos 40 anos de idade e que através de estudos é possível chegar à carreira dos sonhos. Portanto, quando as mulheres são valorizadas e recebem oportunidades iguais de carreira, elas contribuem com suas habilidades e conhecimentos únicos para a empresa. Além disso, a diversidade de gênero no local de trabalho aumenta a criatividade e a inovação, proporcionando diferentes perspectivas e abordagens. Também ajuda a melhorar a reputação de uma empresa, atraindo talentos diversos e socialmente conscientes. Garantir a igualdade de oportunidades e condições de trabalho para as mulheres é um investimento estratégico no sucesso a longo prazo das empresas e da sociedade como um todo.

Entretanto, apesar das inúmeras conquistas ainda existe um grande caminho de luta histórica em sua ascensão profissional.

Nessa pesquisa foi possível identificar que as mulheres estão rompendo cada vez mais os paradigmas de uma sociedade de uma crença a uma superioridade masculina e com determinação através dos estudos, força e posicionamento elas podem chegar a qualquer lugar que almejarem pois o sucesso não tem gênero, apenas coragem e determinação para conquistá-lo.

Esta pesquisa terá continuidade em estudos futuros de forma a identificar a realidade dos fatos em outras faixas etárias além da que foi adotada no presente levantamento.

## REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. (2006). **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70.
- BORGES, N. (2009). **A Evolução Recente da Mulher no Mercado de Trabalho Brasileiro: perspectiva social e econômica**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- BOTELHO, L. et al. **Desafios gerenciais das mulheres empreendedoras: como exercer a liderança em espaços de identidade masculina? O caso da Alpha Tecnologia**. 2008, p.8. Disponível em: Acesso em: 22 out. 2023.
- BOURDIEU, P. **A dominação masculina**. (2007, 5. ed.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho**: aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del5452.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm)>. Acesso em: 20 de mar. 2024.
- BRASIL. Lei 9.799, de 26 de Maio de 1999. **O Acesso da Mulher no Mercado de Trabalho**. Disponível em: <<https://www.pge.sp.gov.br/centrodeestudos/bibliotecavirtual/dh/volume%20i/mulei9799.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- CABOCLO, Adeildo. **Equidade de Gênero: Um Pilar de Governança Corporativa e ESG**. (14/03/2024). Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/equidade-de-g%C3%A3Anero-um-pilar-governan%C3%A7a-corporativa-e-esg-adeildo-ddb3f/>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- FRANKEL, Lois P. **Mulheres lideram melhor que homens**. São Paulo: Gente, 2007.
- GRANT, Thornton. **Women in Business 2023**. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/women-in-business-2023/download-da-pesquisa/> Acesso em: 10 mar. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Estatística de gênero:**[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101784\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101784_informativo.pdf). Acesso em 24 out. 2023.

KETS DE VRIES, Manfred F. R. **Liderança na Empresa- Como o Comportamento do Líderes Afeta a Cultura Interna.** São Paulo: Atlas, 1997.

KOLB, D. A; RUBIN, I. R.: McINTYRE, J. M. **Psicologia organizacional: uma abordagem vivencial.** São Paulo: Atlas, 1978 p.76 .

KUHNER,M.H. **O Desafio atual da mulher**, Rio de Janeiro 1977. Acesso em 20 out. 2023.

MUNHOZ, Gláucia de Souza. **Quais as contribuições que o estilo feminino de liderança traz para as organizações Empreendedoras?** Anais do I EGEPE, p. 164-176, out./2000.

PLATAFORMA ESA. **ESG e ODS 5 Igualdade de Gênero.** Disponível em: <https://plataformaesa.com/esg-ods-5-igualdade-de-genero/>. Acesso em: 8 abr. 2024.

“Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e das normas ABNT são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).”



## C A P Í T U L O 5

# LOGÍSTICA HUMANITÁRIA E A DISTRIBUIÇÃO DA VACINA COVID-19 NO MODAL AÉREO

**Moacir de Freitas Junior**

Fatec Guarulhos

**Carlos Eduardo Soares Gomes**

Fatec Guarulhos

**José Cicero Mendes da Silva**

Fatec Guarulhos

**Sandra Regina Milano**

Fatec Guarulhos

**Célia de Lima Pizolato**

Fatec Guarulhos

**RESUMO:** A pandemia de COVID-19 desencadeou uma corrida global para a vacinação em massa da população mundial, assim como a logística humanitária foi vital nesse processo, assegurando que todo tipo de socorro, vacinas, insumos e equipamentos alcançassem as populações vulneráveis, com rapidez e segurança. A atuação da empresa, fruto desse estudo, através da utilização de sua infraestrutura logística, contribuiu significativamente nesse momento crítico junto a população brasileira. O presente trabalho, buscou apresentar os resultados obtidos, na distribuição dos imunizantes, desde a sua chegada ao Brasil, como eram partilhados e mantidos refrigerados e da importância de uma boa gerência nos procedimentos logísticos. A utilização desse modal foi uma solução estratégica, permitindo uma rápida mobilização e acesso a regiões remotas ou de difícil alcance. Para atingir esse objetivo, utilizou-se o levantamento de dados sobre a distribuição desses termolábeis através da empresa pesquisada. A colaboração da logística humanitária dentro desse processo, demonstrou a importância da cooperação entre diferentes setores para o enfrentamento de crises globais. Em função da eficaz implementação dessa gerência, milhões de pessoas puderam ter acesso à vacinação em tempo hábil,

contribuindo significativamente para o controle desse contágio mundial, em todas as regiões do território nacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística humanitária, Vacinas, Modal aéreo.

## HUMANITARIAN LOGISTICS AND THE DISTRIBUTION OF THE COVID-19 VACCINE BY AIR

**ABSTRACT:** The COVID-19 pandemic triggered a global race for mass vaccination of the world's population, and humanitarian logistics were vital in this process, ensuring that all types of aid, vaccines, supplies, and equipment reached vulnerable populations quickly and safely. The company's performance, as a result of this study, through the use of its logistics infrastructure, contributed significantly to this critical moment with the Brazilian population. The present study sought to present the results obtained in the distribution of immunizers since their arrival in Brazil, how they were shared and kept refrigerated and the importance of good management in logistical procedures. The use of this modal was a strategic solution, allowing rapid mobilization and access to remote or hard-to-reach regions. To achieve this objective, we used the survey of data on the distribution of these thermolabile through the researched company. The collaboration of humanitarian logistics within this process has demonstrated the importance of cooperation between different sectors to face global crises. As a result of the effective implementation of this management, millions of people were able to access vaccination in a timely manner, contributing significantly to the control of this global contagion, in all regions of the national territory.

**KEYWORDS:** Humanitarian logistics, Vaccines, Air transport.

### INTRODUÇÃO

Desde sua origem o homem sofre com pandemias. Ao longo dos séculos, surtos de doenças infecciosas causaram a morte de milhões, impactando a sociedade de diversas maneiras como na peste de Justiniano (541-542 d.C.) que foi considerada a primeira da história. A segunda ficou conhecida como Peste Negra (1347-1351) que dizimou cerca de um terço da população europeia. Nas duas, a transmissão ocorreu por meio de pulgas infectadas, tendo como seus vetores biológicos os roedores.

Já a Gripe Espanhola (1918-1919), uma das mais mortais da história moderna, ceifou mais de 25 milhões de vidas. Também na década de 1950, começando na China, a Gripe Asiática (1957-1958) e a de Hong Kong (1968-1970), transmitida pelo vírus H2N2, afetou principalmente a população mais vulneráveis, como idosos e pessoas

com comorbidades e ambas têm sua propagação comparada a do vírus H1N1, essa de fácil difusão entre as pessoas e que continua a circular até os dias de hoje.

A pandemia de Covid-19, causada pelo Coronavírus SARS-CoV-2, teve um impacto avassalador em todo o mundo causando a morte de mais de 6 milhões de pessoas e conforme Gates (2022) ela permanece, apesar dos esforços para superar essa situação difícil.

Oliveira e Soares (2019) afirmam que tal cenário, independente da época, denota a criação de procedimentos na movimentação de pessoas e recursos necessários ao amparo às vítimas atingidas e ao seu controle, quando do aumento na demanda por suprimentos médicos, insumos, equipamentos, etc.

Cristopher (2016), enfatiza a importância da logística no contexto de situações emergenciais, onde o objetivo principal é fornecer assistência humanitária eficiente e eficaz aos afetados por desastres naturais, conflitos e crises.

No Brasil e no mundo as estruturas operacionais existentes tornaram-se deficientes diante do novo e desconhecido Coronavírus, devido às restrições mundialmente impostas por órgãos e governos, que criaram limitações necessárias para a contenção da doença e consequentemente a diminuição do número de vítimas. Assertivas dentro da sua proposta inicial, fizeram com que tal ciência tivesse que adaptar- se à essa nova realidade.

Trazendo uma série de mudanças significativas em nossa rotina como por exemplo o uso de máscaras que se tornou essencial para a proteção da saúde, assim como a prática do distanciamento social, a utilização de álcool em gel se tornou um hábito comum, reforçando a importância da higiene das mãos, que ajudou a reduzir a propagação do vírus.

Algumas atividades se tornaram uma nova realidade, quando observou-se um aumento no volume dos negócios, especialmente no e-commerce, que se tornou uma alternativa viável para compras e serviços. Nas empresas também tivemos adaptações para o home office quanto para a área da educação com o uso das plataformas de ensino a distância, permitindo que as pessoas continuassem suas rotinas de trabalho e aprendizado de forma segura. Essas mudanças não apenas atenderam às necessidades imediatas da pandemia, mas também transformaram a maneira como interagimos e conduzimos nossas vidas.

A vacinação emergiu como uma ferramenta fundamental para o controle do surto, permitindo que as pessoas retornassem gradualmente às suas atividades normais. Com o surgimento das vacinas surge um grande desafio logístico, por se tratar de produtos termossensíveis, medicamentos que necessitam de rigorosos controles de temperatura em todo processo, desde a armazenagem até o dia da

aplicação, neste contexto, para atingir o maior número de pessoas e percorrer grandes distâncias em um curto espaço de tempo, o modal aéreo passa a ter um importante papel para atingir tais objetivos e manter sua eficácia e atividade.

Neste cenário surge um novo conceito de operação a ser aplicada que é a logística humanitária. De acordo com Thomas (2004) esta ciência tem por definição mobilizar recursos, conhecimentos e pessoas para ajudar comunidades suscetíveis a emergências complexas e que ao longo dos anos vem se aperfeiçoando e respondendo aos anseios e necessidades da população brasileira e mundial, impulsionada por conflitos históricos e mais recentemente pelo aumento considerável de desastres naturais.

Considerando que a logística é o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo de mercadorias e serviços de uma ponta a outra, atendendo às demandas de maneira eficiente e eficaz (Ballou, 2006), busca-se compreender esse processo, contextualizando os principais aspectos da movimentação de medicamentos nessa modalidade, mais especificamente na distribuição de imunizantes e insumos em todo território brasileiro, com base na operação desenvolvida por uma empresa aérea de grande porte no país.

Conforme Nogueira et al. 2007, sua aplicação mostra que a demanda é preestabelecida em quantidade, com locais predeterminados, tendo o objetivo de potencializar o atendimento efetivo aos clientes, diferente da humanitarista, essa demanda é produzida por eventos esporádicos e inesperados quando de forma rápida, tem o objetivo de reduzir os danos à vida, garantindo a subsistência das pessoas atingidas.

No que se diz a respeito ao carregamento desses imunizantes, podemos salientar que:

O transporte de vacinas pode durar poucas horas, como quando se trata de um centro local de distribuição à sala de vacina ou local de vacinação, ou até mesmo durar semanas, como em áreas geograficamente isoladas, comuns na região amazônica, onde as equipes podem levar até 15 dias para alcançar o primeiro local onde será administrada a vacina. (Santos, 2017, p. 14)

Esse trabalho explorou a gestão da cadeia de suprimentos na disposição das vacinas da Covid-19 no Brasil, através do transporte aéreo na Cia Aérea X, desde seu início em 2020 até os dias de hoje.

A partir do problema de como manter os termolábeis na temperatura ideal em todo o processo de armazenagem e traslado, se faz necessário avaliar os procedimentos a serem seguidos dentro desse processo.

Analisar as atividades, desde a coleta, como eram armazenadas até sua partilha, identificar os motivos que geram resultados de sucesso na execução desses procedimentos.

No que tange aos objetivos gerais deste estudo de caso, buscou-se apresentar a distribuição das vacinas da covid-19, da forma como eram acondicionadas dentro das aeronaves, quais cuidados essenciais para manter a qualidade dos termolábeis, desde sua chegada ao Brasil até sua partilha em todo território nacional. Já nos objetivos específicos analisar a importância da logística humanitária em conjunto com a companhia aérea e de toda a infraestrutura utilizada, demonstrar a necessidade de planejamento para obter sucesso e agilidade na operação (CRUZ, et. al, 2021).

A metodologia aplicada foi a de estudo de caso em pesquisa, tendo como definição de sua abordagem (qualitativa e quantitativa ou a combinação de ambas). YIN (2005), fala sobre a relevância de utilizar, em alguns métodos de investigação, simultaneamente dados qualitativos e quantitativos. A utilização desses dados na mesma pesquisa, nos aponta para tais metodologias como complementares e não como opostas ou rivais. Esse estudo buscou apresentar a importância da disposição das vacinas durante a pandemia, para que a crise causada pela covid- 19 fosse contida minimamente. Em um país com dimensões continentais onde a distribuição desses termolábeis tendem a ser feita pelo modal aéreo buscando maior efetividade na imunização da população.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram realizadas as seguintes pesquisas, bibliográfica descritiva, que de acordo com Severino (2013), é aquela que se realiza a partir de registros decorrentes de pesquisas e trabalhos anteriores publicados em sites, livros, artigos, etc. Juntamente à pesquisa qualitativa, tendo como base os números fornecidos pela empresa estudada, e a pesquisa quantitativa conseguida mediante a coleta de dados fornecidos pelo Ministério da Saúde. Segundo Gil (2002) pesquisas quantitativas consideram tudo que possa ser contável, gerado através de informações a partir de números, desde que possamos classificá-los e analisá-los.

## EMBASAMENTO TEÓRICO

### LOGÍSTICA

No passado, através das operações militares, esse tipo de abordagem estratégica já era utilizada. Muitas vezes as guerras eram em locais distantes, havia a necessidade de um grande planejamento e deslocamento de recursos. A transferência dos soldados para os campos de batalha, o fornecimento das provisões, armamentos, medicamentos, tudo era cuidadosamente calculado. De acordo com Novaes (2007), esse conceito estava diretamente ligado a essas operações, e com o avanço das tropas, eram necessárias o envio das munições para os confrontos e o pronto atendimento médico aos feridos.

A gestão da cadeia de suprimentos vem se adaptando a novas formas de pensar dentro das organizações e as novas modelagens que impactam menos o meio ambiente, transformando e atendendo prontamente suas necessidades.

## LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

Segundo Leiras et al. (2017), algumas tragédias com consequências alarmantes corroboraram para transformar esse segmento numa vertente de interesses de buscas, reforçando-se com uma esfera de gestão que planeja, implementa e controla o fluxo de bens, serviços e informações, objetivando atender a necessidade premente das vítimas. Apesar dos altos índices de desastres atribuídos ao homem, em virtude das crises sanitárias e ambientais, essa modalidade de gerência demorou a ser aplicada.

Contemplando praticamente as mesmas atividades dentro da cadeia de suprimentos, mas tendo como objetivo, aliviar o sofrimento de pessoas em situação de vulnerabilidade, quando afetadas por situações de emergência, como desastres naturais, guerras, crises ambientais e sanitárias. Sendo responsável pelos processos na concentração de recursos, de voluntários para esse evento com os conhecimentos necessários para tal auxílio. Monitorando e rastreando todo o fluxo de doações, insumos, alimentos e tudo que se faz necessário para essa diligência, Natarajarathinam et. al, (2009) afirmam que esses desastres são súbitos e inesperados, abrangendo determinadas ou diversas regiões, acarretando danos econômicos, públicos e ao meio ambiente, podendo inclusive causar óbitos. O atendimento às vítimas deve ser rápido e eficiente contemplando todos de forma imparcial e igualitária.

Sob a ótica de Kovacs e Spens (2007), esse segmento engloba todo o fluxo das atividades, integrando todos os processos, desde o inbound, intrabound e outbound, acelerando a entrega dos bens, nos seus devidos locais.

A gestão desse processo faz uso de ferramentas tecnológicas para o auxílio no rastreamento dos suplementos, com o intuito de fazer os produtos chegarem o mais rápido possível à população, no planejamento, no monitoramento e na escolha de pontos de apoio. Além da comunicação, onde a troca de informações, entre a linha de frente e as bases operacionais são fundamentais, devendo ser tratadas em tempo real.

## VACINAS

Vacinas são ferramentas eficazes na prevenção de doenças e ao longo da história, têm salvado milhões de vidas. Desempenham um papel fundamental na saúde pública, ajudando na prevenção de surtos de doenças e protegem as populações vulneráveis. Segundo o Instituto Butantan (2024), a vacinação teve início

no século XVIII, em consequência da varíola, que naquela época foi responsável pela mortandade de cerca de 400 mil pessoas anualmente na Europa.

No início da década de 1970 o Ministério da Saúde criou o Programa Nacional de Imunização (PNI). Tal órgão é responsável por coordenar as campanhas de vacinação anuais, onde é seguido um calendário de vacinação.

De acordo com relatório da Anvisa (2021), durante o período pandêmico, o mundo chegou a registrar mais de 84,5 milhões de casos da doença, sendo destes mais 1,8 milhões de óbitos em 2020. Houve a necessidade de uma distribuição em grande escala dos imunizantes, colocando esses órgãos à prova.

O calendário nacional de vacinação disponibiliza mais de 20 vacinas que são responsáveis pela proteção das pessoas em todo o ciclo de vida da população, além de mais outros 28 imunobiológicos totalmente gratuitos, alcançando grupos em condições clínicas especiais ou não.

## MODAL AÉREO

O início da aviação comercial data do período após a Primeira Guerra Mundial entre 1914 e 1918. Já a consolidação desse modal sucedeu somente após a Segunda Guerra Mundial, ocorrida no período de 1939 a 1945, quando atingiu maiores investimentos em pesquisa e desenvolvimento de aeronaves. De acordo com Mayworm (2010), teve um grande crescimento, tornando o avião um dos principais modos de mobilidade, tanto no deslocamento de passageiros quanto de mercadorias.

Com o início da pandemia, a aviação comercial evidencia-se como o principal meio de condução utilizado em praticamente todas as regiões do mundo e, devido a grande preocupação e pela falta de conhecimento em relação ao vírus, a OPAS (2020) estabeleceu algumas restrições na tentativa de conter o avanço da doença, e a primeira a ser acolhida foi a drástica diminuição de seus voos. De acordo com Keedi (2015), por ser o transporte mais veloz e apropriado de produtos urgentes e com alto valor agregado.

A ANAC (2020), estabeleceu uma nova malha aérea, diminuindo a quantidade de aeronaves em atividade. A atribuição dos voos atendeu a preocupação em assegurar uma rede de rotas de integração do país, com pelo menos uma ligação aérea por unidade da federação.

Dentro dessa nova realidade, o transporte aéreo foi muito importante para atingirmos todo o território nacional de forma eficaz com a destinação das vacinas, uma vez que as aeronaves não só auxiliam transportando médicos e demais profissionais da saúde, como também tiveram um importante papel nas demandas logísticas, como na movimentação de medicamentos, ventiladores mecânicos, entre

outros insumos, necessários no combate ao vírus, bem como para o deslocamento de pessoas e carregamento de cargas das demais atividades que se mantiveram em andamento.

Segundo dados da Agência Nacional de Aviação Civil (2024), o modal aéreo é responsável por 3% do transporte de cargas no Brasil, enquanto no exterior esse percentual chega a 6% da carga transportada. Para efeito de comparação com outros modais, de Janeiro a Dezembro de 2023 foram transportados por volta de 444 mil toneladas de cargas aéreas, havendo um crescimento de 3,2% em comparação ao ano de 2022.

## DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

Para o desenvolvimento deste estudo, foram realizadas pesquisas bibliográficas e coleta de dados dos números de contágios e da quantidade de doses de vacinas transportadas pela empresa estudada. Os dados extraídos do Ministério da Saúde foram estruturados em forma de gráfico seguindo uma série histórica semanal.

No gráfico 1, é possível verificar a evolução dos números de pessoas contaminadas conforme os dados da semana 13 que se inicia no dia 23 de Março de 2020 até a semana 33 que vai até o dia 16 de Agosto de 2020.

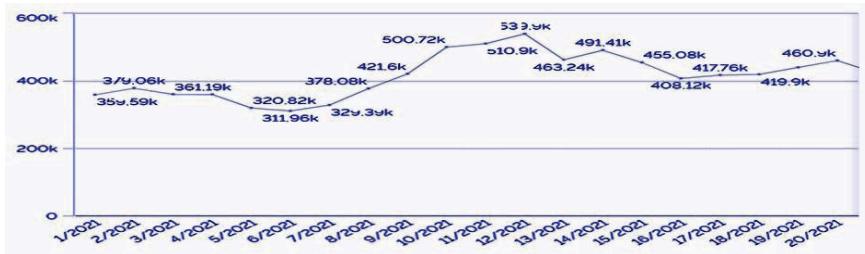
Gráfico 1 – Casos novos por semana epidemiológica de notificação, 2020



Fonte: Painel Interativo - Ministério da Saúde - COVID-19 NO BRASIL (2020)

No gráfico 2, os números de contágios verificados são da semana 1 de 2021 com início no dia 4 de Janeiro até a semana 20 que termina no dia 23 de maio de 2021.

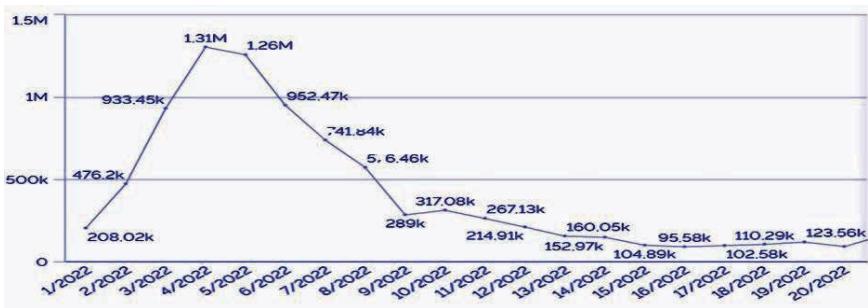
Gráfico 2 – Casos novos por semana epidemiológica de notificação, ano 2021.



Fonte: Painel Interativo - Ministério da Saúde - COVID-19 NO BRASIL (2021)

No gráfico 3, estão representados os novos casos da semana 1 de janeiro de 2022 a partir do dia 03 de janeiro até a semana 20 com seu final em 22 de maio de 2022.

Gráfico 3 – Casos novos por semana epidemiológica de notificação, ano 2022.



Fonte: Painel Interativo - Ministério da Saúde - COVID-19 NO BRASIL (2022)

Desde a chegada das primeiras doses de vacinas, em janeiro de 2021, a empresa X foi responsável por 60% dos embarques dos imunizantes em todo Brasil.

Decorridos 9 meses do início dessas operações a empresa estudada já havia transportado mais de 160 milhões de doses de forma gratuita, em até 1.990 voos, alcançando todos os estados brasileiros.

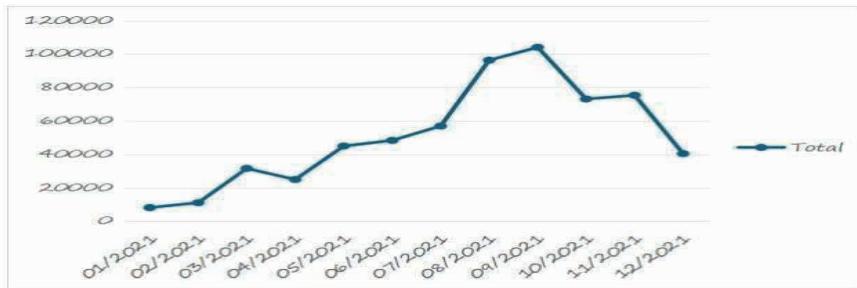
A empresa aérea dispõe de um programa chamado avião solidário, existente há mais de 10 anos, em toda a América Latina sendo responsável por transportar sem fins lucrativos, auxiliando nos casos de desastres naturais, saúde e meio ambiente.

A companhia durante esse período fez uso de toda sua experiência logística e de sua malha aérea disponível, transportando pessoas e suprimentos nas ações

humanitárias durante a fase de pandemia, o amparo durante essa crise sanitária tornou-se a causa número um dos seus funcionários.

No gráfico 4, apresenta a quantidade em quilos totais transportados pela organização estudada, a cada mês em 2021, sendo consideradas doses de vacinas, material para manter nas temperaturas ideais, embalagens de proteção e a caixa para transporte.

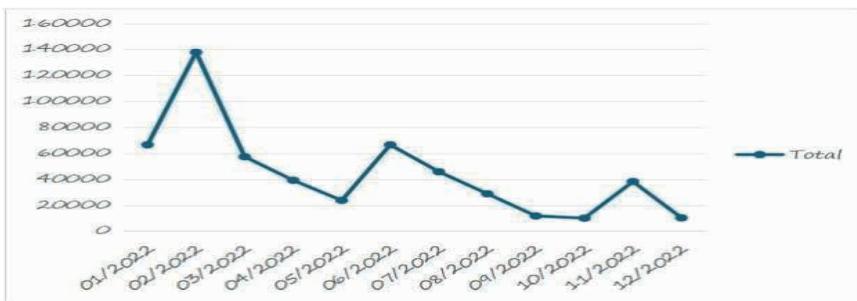
Gráfico 4 - Kg Transportados por mês pela empresa pesquisada em 2021.



Fonte: elaborado pelos autores (2024)

O gráfico 5, apresenta os dados em quilos de vacinas distribuídos em todo o Brasil pela empresa estudada no ano de 2022.

Gráfico 5 - Kg Transportados por mês pela empresa pesquisada em 2022.



Fonte: elaborado pelos autores (2024)

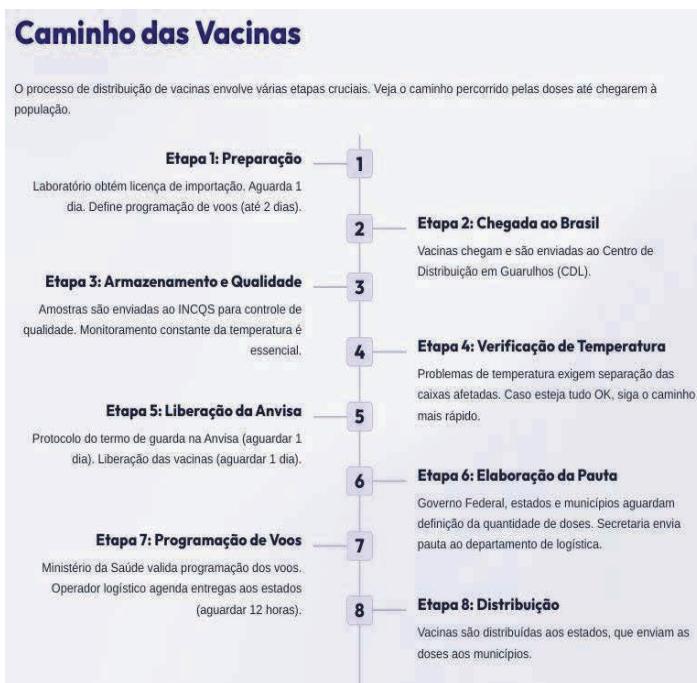
Buscou-se analisar a relação de números de contágios do ano de 2020 quando permanecia apenas com as restrições impostas por órgãos e governos e algumas mudanças de hábitos, observou um crescimento exponencial no número de novos casos.

Já em 2021 quando iniciou a distribuição dos medicamentos utilizando o transporte aéreo, pode-se verificar uma estabilidade nos números de novos casos, em 2022 foi registrado o maior pico tanto nos números de contágios como em quilos transportados, após esse pico houve uma grande queda nos números que ficaram estabilizados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Ministério da Saúde estipulou a meta onde 60% a 70% da população precisaria estar imune para que a doença fosse contida, buscando laboratórios que atendessem a essas demandas. Após a liberação da Receita Federal a da Anvisa, os imunizantes foram direcionados ao seu Centro de Distribuição Logístico do Ministério da Saúde, que fica localizado estrategicamente nas proximidades do Aeroporto Internacional de Guarulhos, onde esses termolábeis foram segregados em câmaras frias, controlando sua qualidade. Com os dados sobre os volumes consolidados, o Ministério da Saúde junto aos representantes dos estados e municípios definiram a melhor estratégia para essa distribuição, conforme mostrado na figura 1.

Figura 1 – Desenho da cadeia logística para distribuição dos insumos.



Fonte: Elaborada pelos Autores, baseada em uma figura do Ministério da Saúde (2020)

A figura 1, apresenta um modelo do caminho desses imunizantes desde a chegada dos insumos até as entregas nos postos de saúde em todo o território nacional.

Posteriormente traçou-se um plano de voo que era executado pelas companhias aéreas sem nenhum custo para a federação, onde as doses chegavam aos estados em até 48 horas após saírem do Centro de Distribuição. Com a entrega nos estados, a responsabilidade de dispersar aos municípios é do governo federal, o que leva até sete dias.

Por se tratar de termolábeis, precisavam ser acondicionados em baixas temperaturas e refrigerados com gelo seco. Esses produtos possuem regulamentações de segurança no transporte aéreo, sendo necessário uma análise do quanto é permitido por voo, através de colaboradores treinados nos operadores logísticos e na Cia aérea.

Figura 2 - Limitações de gelo seco por aeronave.

Artigo Perigoso	Instrução de Embalagem (consultar Instruções Técnicas da OACI)	Quantidade máxima por volume (ver Nota 1)	Tipo de carregamento	
			Na cabine de passageiros com passageiros a bordo	Na cabine de passageiros sem passageiros a bordo (ver Nota 2)
UN 1845  Dióxido de carbono, sólido  Gelo seco	954	200 kg	Na cabine de passageiros com passageiros a bordo	
			Na cabine de passageiros sem passageiros a bordo (ver Nota 2)	
			Em compartimento de cargas (ver Nota 3)	

Nota 1) As quantidades indicadas acima são as máximas por volume. Não há quantidade máxima por voo.

Nota 2) Permitido mediante realização de análise de risco.

Nota 3) Apesar de permitido, quando houver carregamento de grandes quantidades de gelo seco, o operador aéreo deverá realizar uma análise de risco (Ver Capítulo 6).

Fonte: Ministério da Saúde (2021)

De acordo com a OACI, Organização da Aviação Civil Internacional, o transporte de gelo seco no modal aéreo é limitado em 200 kg por volume em aeronave cargueira e 200 kg por voo em aeronave de passageiros, limitado em 80 kg no compartimento dianteiro e 120 kg no traseiro. Na Cia estudada em casos de pandemia e ajuda humanitária, em seu M.O.C manual operacional de carga, permite o aumento deste limite para 300 kg, sabendo-se que cada caixa continha 21 kg de gelo seco, limitou-se em 14 volumes por voos comerciais.

Quadro 1 - Quantidade de voos e doses transportadas no ano de 2021.

REGIÃO	VOOS EM 2021	%	QTD VOL TRANSPORTADA	MÉDIA P/ VOO	DTQ DOSES TRANSPORTADAS	MÉDIA POR VOO
NORTE	727	30%	3321	5	3.885.570	5.345
NORDESTE	795	33%	9312	12	10.895.040	13.704
SUL	219	9%	2765	13	3.235.050	14.772
SUDESTE	240	10%	2878	12	3.367.280	14.030
CENTRO OESTE	407	17%	3019	7	3.532.230	8.679
BRASIL	2388	100%	21295	9	24.915.150	10.433

Fonte: elaborado pelos autores (2024)

O quadro 1, mostra o número de voos, caixas e doses transportadas no ano de 2021, tendo como base apenas as vacinas da Pfizer e voos saindo do aeroporto de Guarulhos-SP.

Quadro 2 - Quantidade de voos e doses transportadas no ano de 2022.

REGIÃO	VOOS EM 2021	%	QTD VOL TRANSPORTADA	MÉDIA POR VOO	DTQ DOSES TRANSPORTADAS	MÉDIA POR VOO
NORTE	303	19%	2093	7	2.448.810	8.082
NORDESTE	588	37%	7409	13	8.668.530	14.742
SUL	213	14%	2690	13	3.147.300	14.776
SUDESTE	252	16%	3280	13	3.837.600	15.229
CENTRO OESTE	219	14%	1860	8	2.176.200	9.937
BRASIL	1575	100%	17332	11	20.278.440	12.875

Fonte: elaborado pelos autores (2024)

O quadro 2, mostra o número de voos, caixas e doses transportadas no ano de 2021, tendo como base apenas as vacinas da Pfizer e voos saindo do aeroporto de Guarulhos-SP.

Ainda assim com toda a complexidade do esquema vacinal aqui exposto, onde houve a necessidade de estruturas de cadeia a frio, um sistema de conservação, manuseio e transporte com temperatura controlada em todas as etapas do processo, desses insumos, por sua suscetibilidade a perdas, impactando diretamente no aumento dos custos, o grupo de estudos entende que o processo ao todo foi positivo, tendo um desempenho eficaz e responsável por salvar milhares de vidas.

Nesse estudo de caso analisou-se as operações logísticas realizadas pela empresa aérea X e sua parceria com os órgãos governamentais, a eficiência dessa parceria no transporte desses imunizantes, ficou evidenciado que a utilização de tal modal permitiu o alcance desses anticorpos a áreas remotas em até 48 horas.

Apesar dos desafios durante esse período, a integralidade entre esses órgãos garantiu que a cadeia à frio tivesse êxito no que lhe foi proposto, impactando positivamente na vida das comunidades e na diminuição da doença.

Com tudo, apesar dos bons resultados dessa parceria, deve-se destacar a necessidade de mais investimentos em tecnologias e infraestrutura para haver uma melhora nesses processos em possíveis crises futuras.

Esta pesquisa tem por finalidade proporcionar dados e informações do transporte de insumos no período pandêmico e fica disponível para estudos futuros sobre o tema e seus impactos na sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição dos termolábeis através do modal aéreo, conseguiu atender os objetivos estabelecidos, superando os desafios enfrentados ao longo do processo. A coordenação meticulosa entre os diversos setores envolvidos, ajudado pela infraestrutura brasileira de saúde pública, garantiu que as vacinas chegassem em tempo hábil nos locais de vacinação, maximizando o acesso da população.

Esse esforço conjunto culminou em oportunidades significativas nos setores dessa cadeia de abastecimento, permitindo a proteção de milhões de pessoas e contribuído para o controle da pandemia.

Conclui-se que neste processo, uma logística bem planejada e executada, são fundamentais num cenário que demande uma ação urgente de medidas de prevenção, controle e restrição de riscos e danos à saúde pública em situações que podem ser epidemiológicas, reforçando a necessidade de aprendizado e adaptação para futuras crises sanitárias.

## REFERÊNCIAS

**AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC) 2020.** Disponível em <<https://www.anac.gov.br>> 2020 acesso em 22 set. 2024.

**AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL(ANAC).** *Jornal do Comércio*, 2024. Disponível em:<<https://www.jornaldocomercio.com/cadernos/jclogistica/2024/02/1143909modal-aereo-tem-espaco-para-crescer-no-pais.html>> Acesso em 29 de set. de 2024.

**AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Anvisa)** **Relatório - bases técnicas para decisão do uso emergencial, em caráter experimental de vacinas contra a covid-19** Disponível em:<<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/confiramateriais-da-reuniao-extraordinaria-da-dicol/relatorio-bases-tecnicasparadecisao-do-usoemergencial-final-4-1.pdf>> Acesso em 20 de mar. de 2022.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística** empresarial. 5<sup>a</sup> ed. Porto Alegre/SC: Bookman, 2006.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Atlas do Transporte 2019**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 02 Mar. 2021.

CRISTOPHERM. **Logistics & Supply Chain Management**. 5<sup>a</sup> ed. New York: Pearson Education, 114 p. 2016.

CRUZ JR., D.L., NASCIMENTO, G.G., SALUM, M. I.F., NEJAIM, V. M., CRUZ, C. A. B. Distribuição da vacina anti covid-19 na cidade de Itabaiana/SE. **Revista Científica da Ajes**, 10(20), 96-110. 2021.

GATES, Bill. **Como evitar a próxima pandemia**. Companhia das Letras, 2022. GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa - 4<sup>a</sup> Ed.** São Paulo: Atlas, 2002.

**INSTITUTO BUTANTAN** <<https://butantan.gov.br/noticias/imunizacao-uma-descoberta-dsciencia-que-vem-salvando-vidas-desde-o-seculo-xviii#:~:text=idealizada%20pelo%20m%C3%A9dico%20Edward%20Jenner,e%20B%2C%20entre%20muitas%20outras>>. Acesso em: 20 Set. 2024.

KEEDI, S. **ABC do Comércio Exterior: abrindo as primeiras páginas**. 5<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Aduaneiras , 2015.

KOVACS, G., SPENS, K. Humanitarian Logistics in Disaster Relief Operations. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v37, n.2, p.99114., 2007.

LEIRAS, A.; YOSHIZAKI, H. T. Y.; SAMED, M. M. A. ; GONÇALVES, M. B. **Logística Humanitária**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2017.

MAYWORM, M. C. S. A **Logística no Serviço de Bordo** - Agregando valor a empresa. Monografia. Universidade Cândido Mendes, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Caminho das vacinas - Covid-19 no Brasil**. Disponível em:<caminho-das-vacina-19-08-v2> Acesso em 28 out. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia transporte de vacinas - Covid-19 no Brasil**. Disponível em:<[guia-transporte-de-vacinas\\_v2021\\_v2.pdf](http://guia-transporte-de-vacinas_v2021_v2.pdf)> Acesso em 28 out. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Painel Interativo, Ministério da Saúde – Covid-19 no Brasil**. Disponível em:<[https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid19\\_html/covid19\\_htthttps://infoms.saude.gov.br/extensions/covid19\\_html/covid19\\_html.html.html\\_ml.html](https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid19_htthttps://infoms.saude.gov.br/extensions/covid19_html/covid19_html.html.html_ml.html)> Acesso em 28 set. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vacinação.** Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/ptbr/vacinacao>> Acesso em 29 set. 2024.

NATARAJARATHINAM, Malini; CAPAR, Ismail; NARAYANAN, ARUNACHALAM. "Gerenciando cadeias de suprimentos em tempos de crise: uma revisão da literatura e insights." **Internacional Journal of Physical Distribution & Logistics Management.** 39:535-573, 2009.

NOGUEIRA, C. W.; GONÇALVES, M. B.; NOVAES, A. G. **Logística Humanitária e Logística Empresarial: Relações, Conceitos e Desafios.** XXI congresso de pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, 2007.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição:** estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro, Campus-Elsevier: 2007.

OLIVEIRA, E.F.; SOARES, E.B. Logística Humanitária: o desafio da gestão diante de desastres. **Brasilian Journal of Business**, Minas Gerais, v.1, n. 3, p.1-11, set/2019.

OPAS. **Histórico da pandemia de COVID-19.** 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>> Acesso em 22 set. 2024.

SANTOS, Evelin Placido dos. **Guia de boas práticas de imunização em áreas remotas de difícil acesso.** Curso de Formação de Agentes Indígenas de Saúde no Parque Indígena do Xingu. Sociedade Brasileira de Imunizações – SBM. Escola Paulista de Medicina – EPM. Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. São Paulo: SBM/EPM/Unifesp, 2017. Disponível em: <<https://sbim.org.br/images/books/guia-imunizacaoareasremotas.pdf>> Acesso em: 20 aug. 2024.

Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. São Paulo: **SBM/EPM/Unifesp**, 2017. Disponível em: <<https://sbim.org.br/images/books/guia-imunizacaoareasremotas.pdf>> Acesso em: 20 aug. 2024.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico** - 1ª Ed. São Paulo: Cortez, 2013.

THOMAS, A. (2004). **Elevating Humanitarian Logistics.** International Aid & Trade Review.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** 3ª ed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2005.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."



## C A P Í T U L O 6

# A LOGISTICA ESG COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO NO MERCADO INTERNACIONAL

**Milton Francisco de Brito**  
Fatec Guarulhos

**Elisangela Santos Teixeira**  
Fatec Guarulhos

**RESUMO:** A logística pensada em função dos princípios *Environmental, Social and Governance* (ESG – Ambiental, Social e Governança) pode se consolidar como um fator competitivo no Mercado Internacional, uma vez que busca introduzir ações que tem a finalidade de mitigar impactos ambientais, aprimorar as condições sociais e fortalecer a governança corporativa. Buscando atender a demanda por sustentabilidade e garantir a excelência no mercado internacional, empresas que investem na Logística ESG conquistam vantagem competitiva incorporando no seu planejamento estratégico o uso de modais de transportes limpos e eficientes, além de implementar cadeias de suprimentos éticas e transparentes, assim como a adoção de políticas de inclusão e diversidade. Neste contexto, aplicando a metodologia de uma pesquisa exploratória e um estudo de caso, este estudo teve como objetivo investigar a relevância crescente da sustentabilidade e da responsabilidade social nas decisões de compra e investimento no comércio internacional, enfatizando a Logística ESG como uma estratégia de diferenciação competitiva para estimular o crescimento e posicionamento das empresas no mercado global. Como resultado da pesquisa destaca-se a parceria Marsk-Amazon focada na sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mercado Internacional, Logística ESG, Vantagem Competitiva.

## ESG Logistics as a competitive advantage in the international market

**ABSTRACT:** Logistics designed according to the Environmental, Social and Governance (ESG) principles can consolidate itself as a competitive factor in the International Market, since it seeks to introduce actions that aim to mitigate environmental impacts, improve social conditions and strengthen corporate governance. Seeking to meet the demand for sustainability and ensure excellence in the international market, companies that invest in ESG Logistics gain a competitive advantage by incorporating the use of clean and efficient transport modes into their strategic planning, in addition to implementing ethical and transparent supply chains, as well as the adoption of inclusion and diversity policies. In this context, applying the methodology of an exploratory research and a case study, this study aimed to investigate the growing relevance of sustainability and social responsibility in purchasing and investment decisions in international trade, emphasizing ESG Logistics as a strategy of competitive differentiation to stimulate the growth and positioning of companies in the global market. As a result of the research, the Marsk-Amazon partnership focused on sustainability stands out.

**Keywords:** International Market, ESG Logistics, Competitive Advantage.

### INTRODUÇÃO

Atualmente é possível notar uma variedade de empresas oferecendo produto/serviço, muito semelhantes, revelando que a oferta por vezes supera a demanda. Surge aqui um questionamento: qual o fator que influencia o consumidor a optar por uma empresa em detrimento de outra?

Em busca de responder a essa indagação, as organizações cada vez mais se empenham em encontrar elementos que as diferencie das demais, para assim conquistar e fidelizar seus clientes. Neste contexto a preocupação com o impacto ambiental das atividades econômicas, a desigualdade social e a governança corporativa ética têm fomentado a demanda por empresas que implementam práticas sustentáveis e socialmente responsáveis. Essa tendência é corroborada por diversas pesquisas e estudos que apontam para a correlação positiva entre a performance financeira de empresas socialmente responsáveis e a satisfação dos consumidores. De acordo com Friede, Bush e Bassen (2015), a incorporação de tomada de decisão de investimento responsável, no longo prazo, é mandatória para todos os perfis de investidores que atuam racionalmente, pois além de contribuir para o cumprimento de seus deveres fiduciários, favorece o nivelamento entre os interesses individuais e coletivos da sociedade.

Velte (2017) destaca, entre outros aspectos, que o efeito positivo do ESG sobre o capital é mais notado em empresas que operam em setores altamente concentrados, mas é reduzido para empresas que enfrentam restrições financeiras, enquanto Moreira (2023) relaciona diretamente as iniciativas em ESG com medidas de rentabilidade e valor de mercado entre outros.

Esse artigo se propõe a investigar a crescente importância da sustentabilidade e da responsabilidade social nas decisões de compra e investimento no comércio internacional, destacando a Logística ESG como um fator competitivo para fomentar o crescimento das empresas no mercado internacional. São estudados os conceitos de sustentabilidade e responsabilidade social, as principais tendências e desafios nesse cenário, bem como as ferramentas e métricas utilizadas para avaliar o desempenho socioambiental das organizações.

No meio acadêmico essa pesquisa justifica-se pelo fato de unir as três variáveis de estudo: vantagem competitiva, comércio internacional e práticas ESG.

A logística é um elemento decisivo para o sucesso das empresas no mercado global, sendo efetiva para as intervenções e na cadeia de suprimentos (ALBANO, 2016). A incorporação de práticas ESG na logística se tornou um diferencial competitivo significativo, impactando positivamente a imagem das empresas e a eficácia operacional. (MANTOVANI, 2021).

Conforme abordado por Brilhante e Caldas (1999) atualmente, a preocupação com a sustentabilidade e responsabilidade social tem amadurecido significativamente, influenciando a tomada de decisões e as práticas empresariais. Nesse contexto, a logística ESG tem se destacado como enfoque inovador para promover a eficiência, reduzir impactos ambientais e sociais, e atender às expectativas dos consumidores e investidores. Entender o contexto em que a logística ESG está focada é fundamental para compreender como as empresas podem se diferenciar e se sobressair no mercado internacional. (MANTOVANI, 2021)

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Pode-se inferir que a logística seja uma ferramenta estratégica para a concorrência das empresas, uma vez que integra o planejamento, a execução e o controle de todos as operações relacionadas aos insumos, produção e distribuição. A eficácia logística pode constituir a diferença entre uma corporação obter êxito ou falhar no mercado global, tornando-se um componente importante para a vantagem competitiva.

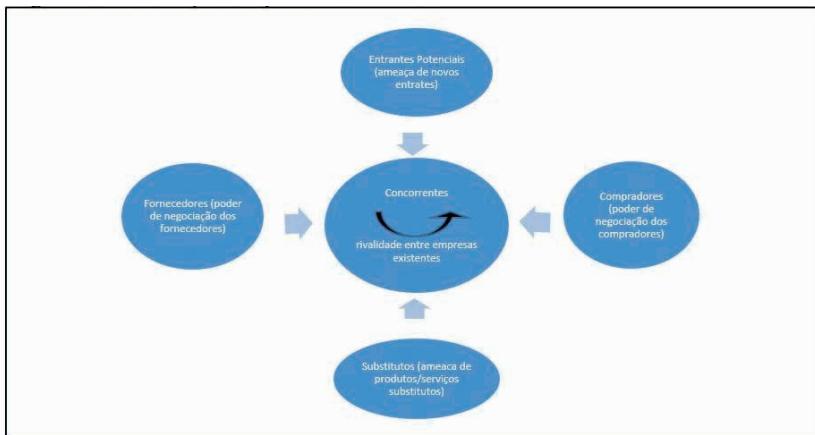
## Conceitos e Fundamentos da Logística

A logística envolve uma série de conceitos e bases essenciais para sua compreensão e aproveitamento, como gestão de estoques, armazenagem, transporte, planejamento de produção, entre outros. A articulação eficaz desses elementos é necessária para garantir a fluidez e a eficácia dos processos logísticos. (BALLOU, 2015)

### O diferencial competitivo

Dado a importância que as ações ESG assumem no meio corporativo, faz-se necessário definir o conceito de diferencial competitivo, também chamado de vantagem competitiva que foi citado inicialmente pelo professor Michael Porter. Segundo Porter (2004) a criação de algo único e diferenciado é um fator-chave para alcançar uma vantagem competitiva sustentável no mercado. Isso pode ser observado como uma vantagem que, quando alcançada, proporciona isolamento contra a rivalidade, aumenta as margens de lucro e resulta na lealdade do consumidor. Essa vantagem competitiva pode ser observada na Figura 1

Figura 1- Cinco forças competitivas básicas

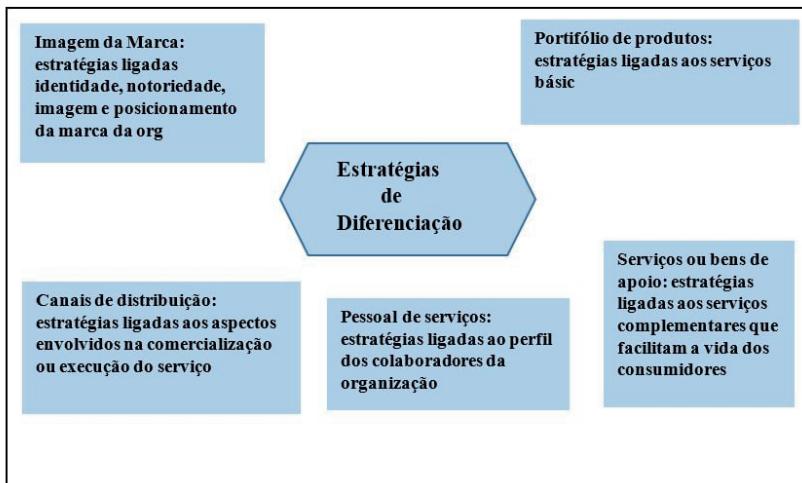


Fonte: adaptada de Porter (2004)

Para Sarquis (2009), a vantagem competitiva é definida como “um conjunto de diferenças perceptíveis pelo mercado, valorizadas pelos consumidores e defensáveis da imitação dos concorrentes”. Essa vantagem, também conhecida como diferenciação, pode trazer benefícios significativos para a imagem da organização, aumentar sua rentabilidade e/ou participação no mercado, entre outros. No contexto dos serviços de logística, existem várias estratégias comumente utilizadas para fidelização de

clientes, dentre elas a estratégia de diferenciação para serviço, apresentada na Figura 2.

Figura 2: Estratégias de diferenciação para serviço



Fonte: Adaptada de Sarquis (2009)

## Importância da Logística na Competitividade Empresarial

A logística é um fator-chave para a competitividade empresarial, pois impacta diretamente a capacidade de uma organização de fornecer produtos e serviços de forma rápida, econômica e confiável (BALLOU, 2015). Empresas que possuem operações logísticas bem planejadas e executadas têm uma vantagem competitiva significativa, conquistando clientes e mercados de forma eficaz.

## Sustentabilidade e ESG

A sustentabilidade é um conceito que mira atender às necessidades do presente sem danificar os recursos necessários para as gerações futuras. Agrupa aspectos econômicos, sociais e ambientais, assegurando o equilíbrio entre essas dimensões (Castilho [s.d.]). Por outro lado, o ESG é um termo que se refere às práticas ambientais, sociais e de governança de uma empresa, e segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas s.d. (SEBRAE) “é uma ferramenta corporativa para avaliar quais os métodos de uma empresa para diminuir seus impactos no meio ambiente e melhorar os processos de administração”. Sua relevância atual, segundo Vieira (2022), se dá devido ao aumento da importância dada a investidores e consumidores por

organizações que tomam ações sustentáveis e éticas, o que condiciona diretamente sua competitividade no mercado internacional.

## Conceito de ESG e sua Relevância Atual

A princípio é necessário definir o conceito que deu origem à sigla ESG. Durante muito tempo ninguém contestava o aproveitamento da natureza, acreditando-se que a natureza existia apenas para atender as necessidades humanas, porém na década de 1980 a conscientização global sobre o uso excessivo e irresponsável dos recursos naturais começou a ganhar força em grande parte do mundo.

Conforme Fogliatti (2004) o interesse por questões ambientais é demonstrado também por organismos internacionais como a Organização das nações unidas (ONU), o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) de modo que as ações da Gestão Ambiental devem ser embasadas em ações multidisciplinares:

Os Objetivos da Gestão Ambiental consistem em punir quem polui, preservar o meio ambiente com o monitoramento do mesmo e zelar pelo não esgotamento dos recursos naturais, otimizando o seu uso, atendendo às necessidades da sociedade da melhor forma possível.

A partir dos últimos anos da década de 1990, muito falado sobre sustentabilidade, segundo Silva (2013) uma das barreiras mais importantes para uma performance econômica robusta das empresas é gerenciar suas operações de modo a alinhar-se com os valores éticos da sociedade.

Araujo (2020) declara que a crescente preocupação do mercado europeu com a sustentabilidade está impulsionando a reformulação de critérios para criar uma economia neutra em termos climáticos até 2050, conforme estabelecido pelo European Green Deal (Pacto Ecológico Europeu). Nesse contexto, surge o conceito de ESG, que SILVA (2021), assim define:

A sigla utilizada para fazer referência à preocupação com o Desenvolvimento sustentável mais especificamente, com a parcela de responsabilidade das Empresas e de seus investidores nele, pois entende-se que as questões ambientais, sociais e de Governança corporativa são as mais relevantes a serem consideradas na atividade empresarial. Para que a humanidade progride hoje, mitigue a possibilidade de desastres naturais e problemas Sociais, enquanto preserva a viabilidade de que por um período futuro indefinido as novas Gerações ajam da mesma maneira.

Esse compromisso corporativo com a sustentabilidade segundo Weston; Nnadi, (2021) é cada vez mais evidente pela participação das empresas em iniciativas voluntárias de avaliação e relatórios de risco, como:

- *The UN's Global Compact* (UNGC), O Pacto Global das Nações Unidas é a ação do Sistema ONU voltada para empresas engajadas em alinhar suas operações e estratégias com os Valores de direitos humanos, condições de

trabalho dignas, preservação do meio ambiente e combate à corrupção. (SEBRAE, s.d.)

- o *Financial Times Stock Exchange (FTSE4) Good Indices* são índices concebidos para avaliar o desempenho de empresas que cumprem com normas de responsabilidade corporativa reconhecidas mundialmente. (FTSE Russell, s.d)
- a *Global Reporting Initiative (GRI)*, uma organização internacional que busca ajudar empresas, governos e instituições a reportar e divulgar o impacto de suas operações e atividades no setor sustentável. (Rosa, 2023)
- o *Dow Jones Sustainability Index (DJSI)* Integra uma análise detalhada das empresas, metodologias confiáveis e modelagem de ponta para fornecer índices de última geração para uma ampla gama de aplicações de critérios de comparação e investimentos. ESG. ( S&P Global Inc.)

Ou através do cumprimento de certificações de Organismos de Normalização Internacionais como:

- A ISO 14.001 é uma norma internacional que estabelece diretrizes para sistemas de gestão ambiental em empresas e organizações, com o objetivo de ajudar a gerenciar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade em suas operações (Furniel, 2024).
- A ISO 26.000 é uma norma voluntária que define a responsabilidade social como a responsabilidade de uma organização pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente, por meio de um comportamento ético e transparente. (INMETRO, s.d)

Com base nesses pontos entende-se que a avaliação do desempenho ESG de uma empresa se tornou uma prática comum entre as partes interessadas, influenciando sua reputação e vantagem competitiva no mercado internacional.

## METODOLOGIA

Para Richardson et al. (1999), “método” é o caminho ou estilo para se chegar a alguma finalidade e “metodologia” são os artifícios e normas utilizadas por determinado método. Assim, a metodologia aplicada para a elaboração desse artigo é a pesquisa exploratória que segundo Gil (2002) tem como objetivo proporcionar maior intimidade com o tópico, de modo a deixá-lo mais claro. Para entender como a vantagem competitiva se relaciona com performance das empresas dentro do Mercado Internacional também será abordado um estudo de caso, abordando a parceria das empresas Maersk e Amazon no contexto da sustentabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Integração da Logística com as práticas ESG

A logística empresarial visa garantir a eficiência no fluxo de produtos, por meio do planejamento, controle e organização das atividades de armazenamento e movimentação, com o objetivo de maximizar a rentabilidade e se tornar um fator vital para as empresas e o comércio em escala global. Segundo Ballou (2015), “sistemas logísticos eficientes formam a base para o comércio e a manutenção de um alto padrão de vida nos países desenvolvidos”. Para se manterem competitivas no mercado internacional, as empresas precisam se adaptar às constantes mudanças, o que, de acordo com Ludovico (2012), “não é apenas em caráter operacional, mas principalmente estratégico”. Nesse contexto, a logística internacional assume uma importância fundamental, proporcionando aumento da eficiência e agregando valor às pessoas, tornando-se um fator de suma importância para o desenvolvimento nacional.

A integração da logística com práticas ESG visa alinhar as operações logísticas com os princípios de sustentabilidade ambiental, responsabilidade social e governança corporativa, para fortalecer a reputação da empresa e ter uma vantagem competitiva sustentável.

### Benefícios da Integração de Práticas ESG na Logística

A incorporação de práticas ESG na logística pode gerar benefícios significativos, como redução do impacto ambiental, melhoria da imagem da empresa e redução de custos operacionais. Além disso, pode fortalecer o relacionamento com as partes interessadas e abrir portas para novos mercados e parcerias, como destaca a Revista Brasileira de Logística (2020).

### Desafios e Oportunidades na Implementação

A implementação de práticas ESG na logística pode enfrentar desafios como resistência cultural dentro da organização, requisitos de investimentos adicionais em tecnologias e processos mais sustentáveis, e a necessidade de monitoramento constante para garantir a conformidade. No entanto, há oportunidades significativas, como a inovação em processos logísticos, a criação de novos modelos de negócios baseados na sustentabilidade, o acesso a incentivos fiscais e financeiros e a atração de investidores alinhados com valores ESG.

## Estudo de caso: empresas que se destacam pela Logística ESG

Esta seção apresenta exemplos de empresas que se destacam pela abordagem inovadora e sustentável da logística, com foco nos princípios ESG, demonstrando como a integração de práticas ambientalmente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis se tornou um diferencial competitivo no mercado internacional.

### Parceria MAERSK – AMAZON

A parceria entre Maersk e Amazon demonstra como empresas líderes podem implementar práticas de logística sustentável, alinhadas aos princípios ESG. Destacam-se as iniciativas de cada item da sigla: meio ambiente, responsabilidade social e governança.

- Redução de Emissões (Meio Ambiente)

Empresas como Maersk e Amazon estão investindo em tecnologias limpas para reduzir emissões de gases de efeito estufa. A Maersk visa alcançar neutralidade carbônica até 2050, enquanto a Amazon comprometeu-se a realizar 50% de suas entregas com zero emissões até 2030, utilizando combustíveis renováveis e otimizando rotas para reduzir consumo de combustível. (AMAZON, 2020/ MAERSK, 2020)

- Responsabilidade Social

A Maersk e a Amazon priorizam condições de trabalho justas e seguras, investindo em programas de treinamento, educação e desenvolvimento profissional para seus funcionários, além de promover diversidade, inclusão e responsabilidade social. (AMAZON, 2020)

- Governança

A parceria entre Maersk e Amazon demonstra boas práticas de governança, com políticas rigorosas de compliance e ética empresarial, transparência em relatórios e compromisso com a responsabilidade corporativa e sustentabilidade. (MAERSK, 2020; AMAZON, 2020).

Esse caso de parceria Maersk-Amazon demonstra que logística sustentável é viável e lucrativa. Investimentos em tecnologia, responsabilidade social e governança responsável são essenciais para o sucesso empresarial e a sustentabilidade ambiental.

### Impactos no Mercado Internacional

A integração de práticas ESG na logística tem impactos significativos no mercado internacional, à medida que as empresas globais buscam se tornar mais sustentáveis

e socialmente responsáveis. A demanda por soluções logísticas que incorporem princípios ESG está crescendo, impulsionada pela pressão dos consumidores, investidores e reguladores. Com isso, as empresas que adotam práticas ESG em sua cadeia de suprimentos têm uma vantagem competitiva no mercado global, agregando valor aos olhos dos parceiros comerciais e potenciais clientes. (Santos & Tavares, 2023).

## Tendências e Demandas do Mercado Global

Conforme evidenciado por Eccles (2020) na *Harvard Business Review* a “exigência por padrões de sustentabilidade também influencia as empresas a adotarem práticas ESG para atender às demandas do mercado global e se destacarem como parceiros comerciais”.

A partir dessa informação entende-se que no mercado global, as tendências apontam para uma maior ênfase na sustentabilidade e responsabilidade social por parte das empresas. Isso se reflete na busca por soluções logísticas que estejam alinhadas com os princípios ESG, atendendo às demandas por cadeias de suprimentos mais transparentes, eficientes e ambientalmente conscientes.

## A Contribuição da Inteligência Artificial (IA) nas Ações ESG

Para o professor de *Master of Business Administration* (MBA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)/Universidade de São Paulo (USP) Willians Domingues A inteligência artificial tem um grande potencial para transformar as práticas atuais, ajudando a construir um futuro mais sustentável e inclusivo. No entanto, para que sua implementação seja eficaz, é necessário investir continuamente em pesquisa, infraestrutura e capacitação, além de manter um forte compromisso com a ética e a transparência. (ESGINSIDE 2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento do estudo, foram abordados conceitos e fundamentos da logística, a importância da logística na competitividade empresarial, princípios de sustentabilidade, o conceito de ESG e sua relevância atual, benefícios e desafios na integração de práticas ESG na logística e impactos no mercado internacional. Evidencia-se que a logística pautada nos princípios ESG pode proporcionar vantagens competitivas significativas, ao mesmo tempo em que contribui para a melhoria da imagem da empresa e para a preservação do meio ambiente. Esses pontos são essenciais para a compreensão da relevância do tema e engajamento das empresas nessa perspectiva.

O transporte, que de acordo com Ballou (2015), é essencial para a nossa sociedade, pois conecta e ajuda a desenvolver regiões. Como afirmam Paiva, Carvalho Jr. e Fensterseifer (2009), em um mundo que muda rapidamente, as empresas precisam encontrar algo que as faça se destacar para ter sucesso. Segundo Pianegonda (2016), o Brasil tem um problema sério: os custos logísticos são altos, o que faz com que as empresas percam competitividade no mercado internacional e os consumidores paguem mais caro pelos produtos. Se as empresas conseguirem transformar esses custos em vantagem competitiva, podem alcançar parcerias de negócios importantes no mercado internacional. É importante lembrar que, como destaca Farias (2024), a União Europeia está cada vez mais exigente em relação às questões ambientais, o que pode afetar os acordos comerciais com o Mercosul.

Para resolver isso, é fundamental escolher a forma de transporte certa, que reduza custos, melhore a eficiência e minimize os impactos ambientais. Como sugere Gonçalves (2013), isso pode incluir a utilização de tecnologias de rastreamento e roteirização, consolidação de cargas e práticas sustentáveis. Neste contexto a inteligência artificial aplicada a processos logísticos pode contribuir significativamente em estratégias de diferenciação enfatizando a prática dos princípios ESG.

## REFERÊNCIAS

ALBANO, J. F. **Vias de Transporte**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2016.p 12. Disponível em: <https://www.livros1.com.br/pdf-read/livar/VIAS-DE-TRANSPORTE.pdf>. Acesso em 17/02/2025

AMAZON. (2020). **Relatório Anual de Sustentabilidade**. Disponível em: <https://sustainability.aboutamazon.com/> Acesso em 04/12/2024

ARAUJO, H. **Sustentabilidade e Mercado Financeiro na União Europeia: Parâmetros e Perspectivas de Aplicação**. In: DIZ, J. B. M.; COSTA, B. S.; MOLINA, J. A. M. (Org.). Sustentabilidade, Governança e Integração Regional Em Tempos de Crise. [S.I.]: Arraes Editores Ltda, 2020,

BALLOU. R. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**; tradução YOSHIZAKI. H. 1. ed- 30. Reimpr. (2015).São Paulo:Atlas

BRILHANTE, O. M; CALDAS, L.Q de A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**[online]. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1999. p 20. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/ffk9n/pdf/brilhante-9788575412411.pdf>. Acesso em 17/02/2025

CASTILHO, R. **Sustentabilidade: o que é, conceito e seus tipos (com exemplos)**. Toda Matéria, [s.d]. Disponível em: <https://todamateria.com.br/sustentabilidade/> Acesso em 03 março de 2025

ECCLES, R.G et al. (2020). **Práticas empresariais sustentáveis: O papel do conselho na sustentabilidade.** Disponível em <https://hbr.org/2020/09/the-boards-role-in-sustainability>. Acesso em 10/02/2025.

ESGINSIDE (2024) **A contribuição da Inteligência Artificial para ações de ESG no Brasil.** Disponível em: <https://esginside.com.br/2024/05/28/a-contribuicao-da-inteligencia-artificial-para-acoes-de-esg-no-brasil>. Acesso em 10/06/2025

FARIAS, F. **Acordo Mercosul-União Europeia está a um ponto de ser implementado** Disponível em <https://agro.estadao.com.br/agropolitica>. Acesso em 18/04/2024

FOGLIATTI, M. C. et al. **Avaliação de Impactos Ambientais: Aplicação aos sistemas de Transporte** – 2004 Rio de Janeiro: Editora Interciênciia.

FRIEDE, G; BUSCH, T; BASSEN, A. **ESG and financial performance: aggregated Evidence from more than 2000 empirical studies.** Journal of Sustainable Finance & Investment, 5:4, 210-233, 2015.

FTSE Russeel. FTSE4 Good Index Series. **Pioneering global ESG indexes.** Disponível em: <https://research.ftserussell.com/products/downloads/ftse4good-brochure.pdf>. Acesso em 11/05/24

FURNIELY. ISO14001 – **Sistema de Gestão Ambiental.** Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/iso-14001-2>. Acesso em 11/05/2024

GIL, A.C; **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. (2002) São Paulo. Atlas

INMETRO. **Responsabilidade Social ISO.** Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade\\_social/iso26000.asp](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/iso26000.asp). Acesso em 11/05/2024

LUDOVICO.N. **Logística Internacional: Um enfoque em comércio exterior** (2012) São Paulo: Saraiva

MAERSK. (2020). **Relatório Anual de Sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.maersk.com/> Acesso em 04/12/2024

MANTOVANI, F (2021). **ESG: saiba por que a sigla se tornou um diferencial competitivo.** Disponível em: <https://exame.com/colunistas/sua-carreira-sua-gestao/esg-saiba-por-que-a-sigla-se-tornou-um-diferencial-competitivo>. Acesso em 17/02/2025

MOREIRA, C.S. (2023) *"Environmental, social and governance e o ciclo de vida das firmas: evidências no mercado brasileiro"*, *Revista Contabilidade & Finanças*, 34(92), p. e1729.

PAIVA, E; CARVALHO J; FENSTERSEIFER, J. (2009) **Estratégia de Produção e Operações: Conceitos, Melhores Práticas e Visão de Futuro**. Porto Alegre: Bookman,

PIANEGONDA, N. **Cresce custo logístico no Brasil** (2016). Disponível em: [www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/custo-logistico-consume-12-do-pib-do-brasil](http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/custo-logistico-consume-12-do-pib-do-brasil). Acesso em: 15/03/2024

PORTRER, M. (2004) **Estratégia competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Trad. BRAGA E.2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier,

RICHARDSON, R.J et al. (1999) **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. São Paulo. Atlas

ROSA. E. Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. **Relatório GRDI de forma Descomplicada** (2023). Disponível em: <https://inbs.com.br/relatorio-gri-global-reporting-initiative>. Acesso em 11/05/2024

SARQUIS, A. **Estratégias de marketing para serviços: como as organizações de serviços devem estabelecer e implementar estratégias de marketing**. (2009) São Paulo: Atlas.

SEBRAE. Observatório Internacional. **Conhecimentos que geram Oportunidades**. Disponível em <https://ois.sebrae.com.br/comunidades/ungc-pacto-global-das-nacoes-unidas/> Acesso em 11/05/2024

SEBRAE. **Por que uma empresa deve adotar ESG?** Disponível em: [https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Arquivos/ebook\\_sebrae\\_que-esg.pdf](https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Arquivos/ebook_sebrae_que-esg.pdf) Acesso em 03 março de 2025

SILVA, R. Teorias da administração (2013),3<sup>a</sup> ed.- São Paulo: Pearson Education do Brasil

SILVA, P. **Práticas ESG: Função Social ou Responsabilidade Social da Empresa?** (2021) Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/31839>. Acesso em 09 de maio de 2024

S&P GLOBAL. **Tema de investimento: Sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.spglobal.com/spdji/pt/landing/investment-themes/sustainability>. Acesso em 11/05/2024

SANTOS, G. C. dos, & TAVARES, M. (2023). **Qual o papel do ESG no value relevance: evidências na América Latina no período da pandemia**. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 121–133/134. <https://doi.org/10.14392/asaa.2023160206>

VELTE, P. **Does ESG performance have an impact on financial performance? Evidence from Germany.** *Journal of Global Responsibility*, vol. 80, n. 2, 2017.

VIEIRA, J. (2022). **ESG e Comex: entenda a relação e a importância de novas práticas.** Disponível em: <https://gett.com.br/esg-e-comex/> Acesso Em 03 de março de 2025

WESTON, P.; NNADI, M. **Evaluation of strategic and financial variables of Corporate sustainability and ESG policies on corporate finance performance.** *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 2021

"Declara-se pelos autores que durante a preparação deste trabalho foi utilizado [aithor.com] para auxiliar na estrutura de tópicos e temas para essa pesquisa. Após utilizar esta ferramenta/serviço, os autores editaram e revisaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação."

# REDUÇÃO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO E DAS EMISSÕES DE CO2 COM A MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL NAS MOVIMENTAÇÕES DAS AERONAVES NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE GUARULHOS/SÃO PAULO

**Daniel Nery dos Santos**  
Fatec Guarulhos

**Mário Camarotto Junior**  
NAV Brasil

**RESUMO:** Os impactos negativos no meio ambiente gerados pela aviação são severos e devem-se, em grande parte, às operações de decolagem, pouso e taxi. Sendo o transporte aéreo um setor que opera a nível global, por este motivo, danos e/ou consequências no ambiente são de responsabilidade internacional, como por exemplo as emissões, sobretudo de gás de efeito estufa. Atrelado a isso, a busca na redução no consumo de combustível, tornou-se nos dias de hoje um dos desafios mais relevantes para as empresas aéreas, pois além de estar associado ao fator econômico está diretamente ligado ao fator ambiental. Para tanto adoções de novas tecnologias e procedimentos que busquem a redução de consumo de combustível estão sendo utilizados tanto por empresas aéreas como pelo serviço de tráfego aéreo. Neste contexto, este trabalho tem a intenção analisar se a aplicação do conceito *Reduced Runway Separation Minima* (RRSM) promove a redução do consumo de combustível e na emissão de Dióxido de Carbono (CO2).

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de Combustível. Emissão de CO2. Controle de Tráfego Aéreo

# REDUCING AVIATION FUEL CONSUMPTION AND CO<sub>2</sub> EMISSIONS BY IMPROVING OPERATIONAL EFFICIENCY IN AIRCRAFT MOVEMENTS AT GUARULHOS INTERNATIONAL AIRPORT/SÃO PAULO

**ABSTRACT:** The negative impacts caused by aviation in the environment are severe and they are due to, mostly, landing, takeoff and taxi operations. The air transportation sector works at a global level and for that reason the damages and/or consequences in the natural world are an international responsibility as, for instance and above all, the greenhouse effect gas. Connected to all that, the constant attempt to reduce fuel consumption became, nowadays, one of the most challenging and relevant issues for the airlines, seeing that, besides the economic factor, it is closely attached to environmental problems. Therefore, not only the airlines but the air traffic services are adopting new technologies and procedures whose goal is to reduce fuel consumption. In this context, this paper aims to analyze whether the Reduced Runway Separation Minima concept's (RRSM) application indeed results in the reduction of fuel consumption and Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions or not.

**KEYWORDS:** Fuel Consumption. CO<sub>2</sub> Emissions. Air Traffic Control.

## INTRODUÇÃO

Entre os inúmeros desafios enfrentados atualmente pelo transporte aéreo, o consumo de combustível tem sido um dos mais relevantes que impacta na economia de uma empresa aérea. A redução do consumo de combustível por uma aeronave, além de estar associada ao fator econômico, está ligada também ao fator ambiental. Segundo o relatório da *European Environment Agency* (2014), o avião é o meio de transporte que mais emite CO<sub>2</sub> por passageiro por quilômetro percorrido (PKM). Essa preocupação tornou-se uma das principais demandas da indústria da aviação, diante disto, a aplicação do procedimento RRSM - *Reduced Runway Separation Minima* no aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos visa a redução de tempo entre as operações decolagens com a finalidade de reduzir o consumo de combustível de aviação durante a fase de taxi out das aeronaves. Esse procedimento vem fortalecer as ações das empresas aéreas que em conjunto com a *International Air Transport Association* (IATA), entidade que representa 290 companhias aéreas, representando 83% do tráfego aéreo mundial, trabalharam para melhoria da eficiência operacional. Em outubro de 2021, durante a 41<sup>º</sup> assembleia da *International Civil Aviation Organization* (ICAO) as companhias aéreas registrada nos 194 países signatários deverão até 2050 atingir emissão líquida zero de CO<sub>2</sub> utilizando para isso combustíveis sustentáveis, novas tecnologias de propulsão e eficiência operacional.

que são meios para o avanço desse processo, e o gerenciamento do espaço aéreo e tráfego aéreo estão inseridos neste contexto.

## EMBASAMENTO TEÓRICO

### RELEVÂNCIA ECONÔMICA

A aviação é um setor com mais de 100 anos de história, que fomenta a evolução de uma rede global, que conecta pessoas, bens, negócios e, consequentemente, a prosperidade econômica. Notório pelo elevado nível de segurança, o setor da aviação permite a travessia intercontinental de modo rápido e cada vez mais eficiente o que, inevitavelmente, fomenta inúmeras oportunidades para trocas culturais e sociais, incluindo ajuda humanitária em caso de catástrofes ou crises (IHLG, 2019).

O transporte aéreo a nível mundial facilita o comércio, aumentando o acesso a mercados internacionais facilitando a globalização da produção, fornecendo conexões e atividades econômicas em regiões remotas. A aviação comercial favorece a atividade empresarial nas pequenas e médias cidades e as conecta com o resto do mundo, ademais é um gerador de empregos em grande escala em todo o mundo, contribuindo com centenas de bilhões de dólares para a economia global. O grande desafio do modal aéreo é melhorar a qualidade de vida de comunidades, promover prosperidade e conectar culturas de forma sustentável (ATAG, 2020).

Segundo a IATA (2022), o transporte aéreo é vital para a economia moderna fornecendo conexões entre cidades que propicia e suporta os fluxos das principais atividades econômicas entre os mercados. A conectividade produzida pelo modal aéreo pode ajudar a gerar melhores resultados econômicos para países e comunidades. Sendo a única rede de transporte global rápida, o transporte aéreo facilita as ligações entre empresas, governos e pessoas permitindo o comércio mundial, investimento, turismo e viagens, entre outras atividades econômicas importantes.

### RELEVÂNCIA AMBIENTAL

Os impactos negativos no meio ambiente gerados pela aviação são severos e devem-se, em grande parte, às operações de voo (decolagem, pouso, taxi). Os impactos mais significativos são o ruído, a qualidade do ar local, e as emissões de gás de efeito estufa (NIU, LIU, CHANG, & YE, 2016).

Existe uma relação direta entre o crescimento intermitente da indústria da aviação e a responsabilidade econômica, social e, principalmente, ambiental. A atenção redobrada para os impactantes ambientais faz com que a responsabilidade ambiental tenha um papel relevante para as empresas do setor (YAN, CUI, e GIL, 2016).

A aviação é um setor que opera a nível global. Por este motivo, danos e/ou consequências no ambiente são de responsabilidade internacional, como por exemplo as emissões, sobretudo de gás de efeito estufa. Entre os danos supracitados, a aviação também tem impacto negativo ao nível da biodiversidade e do uso do solo devido à fragmentação de ambientes resultante da construção de infraestruturas. Os sistemas hídricos também são prejudicados, devido à construção de infraestruturas e à poluição por escoamento das águas de superfície, contaminadas com produtos químicos de degelo e desengordurantes em zonas climáticas de baixa temperatura (CAA, 2017).

## DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

### MÉTODO

O trabalho foi desenvolvido através de uma Pesquisa Exploratória com abordagem quantitativa, que teve como objeto a medição de tempo de ocupação de pista no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos. Em continuidade ao estudo também se realizou uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos e livros referências no assunto para endossar o referencial teórico, simultaneamente foi desenvolvida pesquisa documental em manuais e relatórios com dados de consumo de combustível de aviação fornecidos pela LATAM.

Neste trabalho foi analisado a operação de decolagem das aeronaves na pista 10L/28R do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos. A pista tem 3700 metros de comprimento por 45 metros de largura é pavimentada com massa asfáltica.

Conforme normatizado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA, 2022), os mínimos de separação reduzidos na pista que podem ser aplicados a um aeródromo deverão ser determinados para cada pista separada. A separação a ser aplicada para o aeroporto de Guarulhos, não será em hipótese alguma inferior a 2400m.

A operação de mínimos de separação reduzidos na pista (RRSM) para decolagem da pista 10L/28R será aplicado quando a pista em uso ainda estiver ocupada por outra aeronave, ou seja a segunda aeronave será autorizada a decolar quando a aeronave precedente ainda estiver sobre a pista desde que passado por um ponto, conforme apresentados na figura 1.

A figura 1 mostra os pontos de referência para a operação RRSM que também foram utilizados para anotar o tempo gasto por cada aeronave na operação de decolagem, durante alguns períodos ao longo de 6 dias do mês de abril de 2022, totalizando uma amostra de 202 operações de decolagens.

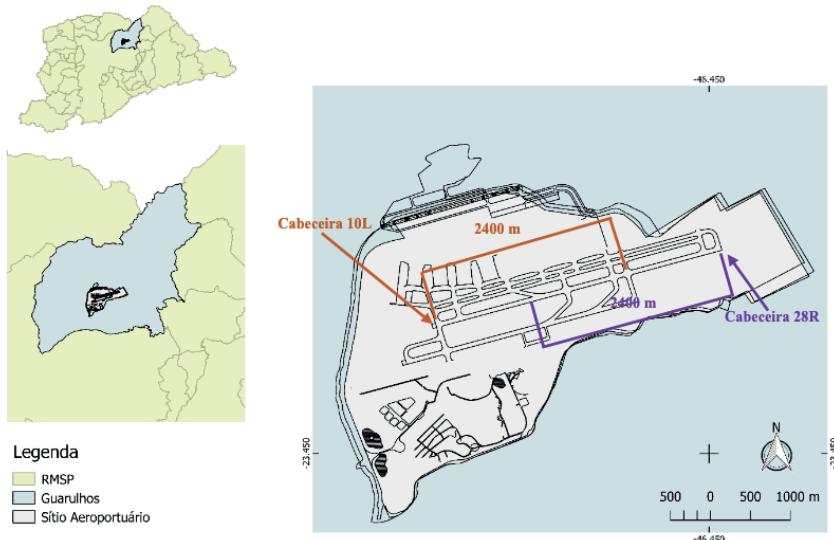


Figura 1 - Pontos de referência utilizados na operação RRSM

Fonte: Autores (2022)

## CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO E EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>

Determinar precisamente quanto representa o custo do combustível na operação de uma empresa aérea, é muito difícil, pois varia de país para país, devido à falta de competição no fornecimento, taxas e impostos.

No Brasil, em 2021, segundo a Associação Brasileira das Empresas Aéreas (ABEAR), a proporção dos custos com combustível é de 27% dos custos e despesas totais das empresas aéreas brasileiras, enquanto a média mundial, segundo a IATA, é de 19% no mesmo período. Em 2022 a IATA divulgou que o combustível é o item de maior custo do setor, representando 24% dos custos gerais, para efeitos de comparação, até o momento, a ABEAR não havia divulgado os valores de 2022.

O consumo de combustível e de emissão de CO<sub>2</sub> nos voos domésticos no Brasil, está descrito abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 - Consumo de combustível e de emissão CO<sub>2</sub> - Brasil

Ano	Consumo (milhões de litros)	Emissão de CO <sub>2</sub> (milhões de toneladas)
2016	3.507	9,05
2017	3.478	8,98
2018	3.589	9,27
2019	3.512	9,07
2020	1.854	4,79
2021	2.496	6,44

Fonte: ABEAR (2022)

Segundo Penner (1999) as emissões de aeronaves produzem 71% de CO<sub>2</sub> e 28% de H<sub>2</sub>O. No 1% restante, a emissão mais importante é a do NOx. Janic (1999) define que os efeitos provocados por essas emissões sofrem interferência direta de alguns fatores, tais como: o número de aeronaves e a intensidade que elas operam; o tipo, a concentração espacial e a distribuição dos poluentes em particular; a eficiência energética e o consumo do combustível; e a taxa com que a frota de aeronaves é substituída por outras menos poluentes.

De modo geral, os impactos das emissões de motores de aeronaves podem ser separados em duas formas: os impactos provocados pelas operações das aeronaves nos aeroportos, incluindo aqueles cujas causas são as operações de pouso e decolagem, objeto deste estudo, e os impactos associados com as emissões feitas após a decolagem, isto é, aqueles relacionados às operações das aeronaves acima de 1 km ou 3.000 pés, a partir do solo (ICAO, 2007).

As emissões dos motores de aeronaves estão diretamente relacionadas à queima de combustível, ou seja, a ampliação do transporte de passageiros e cargas pelo modal aéreo ocorrerá no aumento do consumo de combustível aeronáutico.

Os países intensificaram as medidas climáticas desde a assinatura do Acordo de Paris em 2015, muitos se comprometendo a atingir emissões líquidas zero até 2050, o que significa que quaisquer emissões adicionais de carbono serão totalmente compensadas pelas emissões retiradas da atmosfera, diante do desafio de manter o crescimento da atividade aérea de forma sustentável. A ICAO, durante a 39<sup>a</sup> Assembleia realizada em Outubro de 2016, criou o *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA - Esquema de Redução e Compensação de Emissões da Aviação Internacional). O CORSIA se caracteriza como o primeiro mecanismo de mercado a nível global de compensação de emissões setoriais, com o objetivo de garantir que o crescimento do tráfego aéreo esteja alinhado com as medidas de controle climático. A IATA (2018) projeta que o transporte de

passageiros através do tráfego aéreo irá dobrar até 2037 quando comparado aos números de 2018.

O CORSIA pretendia regular e compensar as emissões de gases de efeito estufa emitidos pelos voos internacionais, utilizando como parâmetro a média das emissões de CO<sub>2</sub> ocorridas nos anos 2019 e 2020. Com a ocorrência da pandemia COVID 19, em 2020 o número de voos realizados foram substancialmente aquém das projeções realizadas nos anos anteriores, com isso na 41<sup>a</sup> Assembleia da ICAO em outubro de 2022 em Montreal esta **métrica foi revista e ficou** definido que o novo parâmetro será 85% das emissões CO<sub>2</sub> realizadas pelas empresas aéreas em 2019. (ICAO 2022)

O mecanismo de compensação de emissão é uma das medidas definidas pela ICAO para atingir suas metas de redução. As medidas que compõem o programa são:

- Novas tecnologias para as aeronaves;
- Melhorias operacionais (Controle de Tráfego Aéreo e Operações em solo);
- Uso de biocombustíveis;
- Compensação de emissões (CORSIA).

A IATA em seu relatório *Operational Fuel Efficiency* (2016) expõe a relação que o Gerenciamento de Tráfego Aéreo possui com o consumo de combustível, e como melhorias no sistema podem incrementar a eficiência energética do sistema onde aperfeiçoamento no gerenciamento de tráfego aéreo podem aumentar a eficiência de combustível e reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em até 12%.

A figura 2 mostra as medidas adotadas para o cumprimento das metas de reduções da aviação internacional.

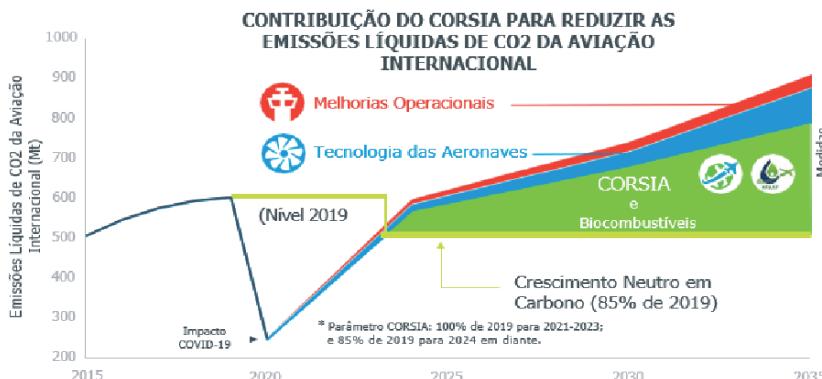


Figura 2 - Medidas adotadas

**Fonte:** Adaptado ICAO (2022)

Na tabela 2 estão dispostos os valores projetados em toneladas de CO<sub>2</sub> que as empresas aéreas brasileiras terão que compensar em seus voos internacionais e o custo da compra do crédito de carbono para essa compensação.

Tabela 2 - Valores de compensação e custo de compra de crédito de carbono

Ano	Compensação (Toneladas de CO <sub>2</sub> )	Custo em R\$ (Créditos de Carbono)
2027	1.124.185	R\$ 99.557.823,60
2028	1.208.860	R\$ 107.056.641,60
2029	1.298.981	R\$ 115.037.757,36
2030	1.480.509	R\$ 131.113.877,04
2031	1.577.333	R\$ 139.688.610,48
2032	1.666.153	R\$ 147.554.509,68
2033	2.071.944	R\$ 183.491.360,64
2034	2.203.211	R\$ 195.116.366,16
2035	2.402.186	R\$ 212.737.592,16

**Fonte:** Adaptado Ministério da Infraestrutura (2022)

Para o cálculo dos valores projetados em toneladas de CO<sub>2</sub> constantes da tabela 2 foram realizados com os parâmetros que utilizavam a média de emissão ocorridas nos anos de 2019 e 2020, devido a mudança de parâmetros que foi aprovada na 41<sup>a</sup> Assembleia da ICAO em 2022 os novos valores projetados ainda não foram divulgados. A cotação de um crédito de carbono praticado no dia 24/04/2023 às 14:30 horas foi de R\$ 88,56 (Investing, 2023).

Em 2021, os requisitos de compensação entraram em vigor, a partir de então os operadores devem provar que cumpriram os requisitos. Questões peculiares e de capacidade de cada país foram consideradas pela ICAO e os signatários concordaram em implementar os requisitos de compensação CORSIA em várias fases. Há o período de participação voluntária dos estados, fase piloto (2021 a 2023) e inicial (2024 a 2027) do CORSIA, os países que optaram na participação voluntária deverão cumprir requisitos de compensação para voos internacionais. (ICAO, 2023)

A Figura 3 mostra os países que estão fazendo parte do CORSIA na fase voluntária, na fase compulsória e os países isentos.

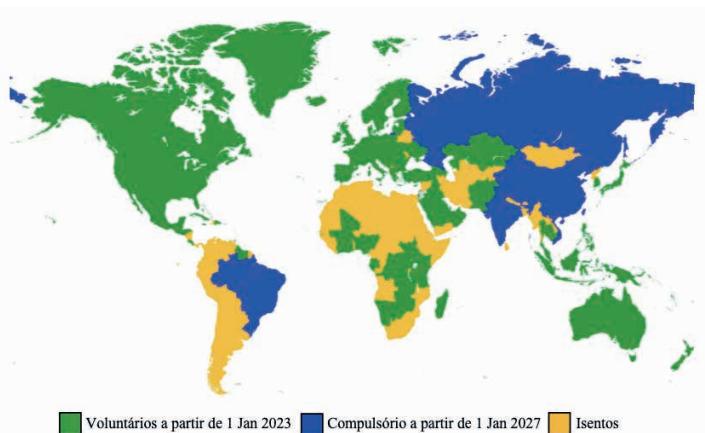


Figura 3 - Países participantes do CORSIA

**Fonte:** Adaptado IATA (2022)

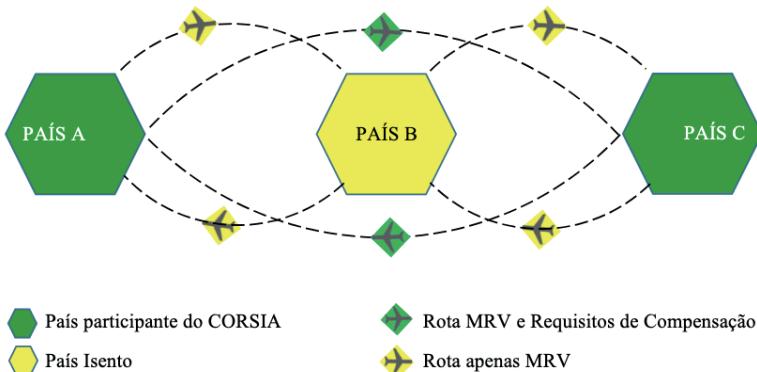
Segundo a ICAO os países que aderiam participar de forma voluntária foram 88 em 2021, 107 em 2022 e 117 países em 2023 que estão ilustrados na figura 2.

No ano de 2027 entrará em vigor a segunda fase, de participação obrigatória, para os países membros cuja participação individual na aviação internacional em 2018 foi superior a 0,5% em RTK e aos países que, listados em ordem decrescente de participação em RTK, se enquadrem nas posições em que a participação cumulativa soma 90% do total. Estão desobrigados da participação compulsória os países que não se enquadrem nestes critérios, países menos desenvolvidos e pequenas ilhas, ao menos que participem voluntariamente (ICAO 2016 e ICAO 2022).

Todos os países membros da ICAO, que possuam empresas aéreas que realizam voos internacionais são obrigados a monitorar, relatar e verificar (MRV) as emissões de CO<sub>2</sub> desses voos todos os anos desde 2019, independente de sua participação no CORSIA (ICAO 2016).

Segundo o Ministério da Infraestrutura (2022), o Brasil optou apenas em participar da **2<sup>ª</sup> fase, que se inicia em 2027**.

A figura 3 mostra que o CORSIA utiliza-se do princípio da reciprocidade, ou seja, para que aconteça a compensação de CO<sub>2</sub> do voo internacional o país de origem e destino, ou de escala, se for o caso, deverão participar do programa.



**Figura 4:** Princípio da Reciprocidade

**Fonte:** Autores (2023), baseado ICAO (2016)

O procedimento RRSM, objeto de estudo deste trabalho, tem como meta a melhoria da eficiência operacional das movimentações de aeronaves no solo, trazendo redução do consumo de combustível e nas emissões de CO<sub>2</sub>, contribuindo para que as empresas aéreas consigam atingir as metas do programa CORSIA.

## PROCEDIMENTO RRSM – REDUCED RUNWAY SEPARATION MINIMA

Por legislação de tráfego aéreo, uma aeronave partindo não será permitido iniciar a decolagem até que a aeronave precedente tenha cruzado o final da pista em uso, ou tenha iniciado uma curva, ou até que todas as aeronaves que tenham pousado anteriormente e aquelas que estejam prestes a partir estejam fora da pista em uso (DECEA, 2020).

A implementação da aplicação dos mínimos de separação reduzidos entre aeronaves que utilizam a mesma pista (RRSM) no Aeroporto de Guarulhos tem como principal objetivo proporcionar um melhor fluxo de tráfego aéreo chegando e partindo do aeroporto de Guarulhos, sem aumentar a carga de trabalho de pilotos e controladores de tráfego aéreo, favorecendo a eficiência operacional, consequentemente reduzindo o consumo de combustível e a emissão de CO<sub>2</sub>.

Tal operação dar-se-á ao permitir a operação entre uma aeronave que decola e uma aeronave que pousa subsequentemente, entre duas aeronaves que decolem na mesma pista ou entre duas aeronaves que pousem na mesma pista quando a pista em uso ainda estiver ocupada por outro tráfego.

A ICAO estabeleceu disposições para a aplicação do RRSM para melhorar a eficiência operacional e a flexibilidade dos órgãos de controle.

Em consonância com o Abordagem recomendada pela ICAO, o Brasil, através do DECEA, conforme determina a Instrução do Comando da Aeronáutica 100-37 (ICA 100-37) realizou uma avaliação de risco à segurança operacional para a implementação do RRSM, a avaliação de risco à segurança operacional foi realizada para cada pista na qual serão aplicados os mínimos reduzidos, tendo em conta fatores tais como comprimento da pista, configuração do aeródromo e tipos/ categorias de aeronaves envolvidas, e os resultados indicaram que poderia ser seguramente aplicado no Aeroporto Internacional de Guarulhos. Seguindo os processos de implementação foi realizada consulta aos usuários que aprovaram a iniciativa (DECEA 2020).

Desde que cumpridas algumas condições previstas em legislação específica, o RRSM no aeroporto de Guarulhos poderá ser aplicado entre uma aeronave que decola e uma aeronave que pousa subsequente, entre duas aeronaves que decolem na mesma pista ou entre duas aeronaves que pousem na mesma pista.

Com a implementação deste procedimento, tem-se como objetivo primordial a redução do tempo entre as operações de decolagens, o propósito seria a redução em média de 10 segundos entre as autorizações decolagens.

Vale ressaltar que neste trabalho foi determinado que a operação de decolagem se inicia quando a aeronave é autorizada, pelo serviço de controle de tráfego aéreo, a ingressar na pista até cruzar a cabeceira oposta. Ademais é suma importância advertir que o foco é **reduzir o consumo de combustível de aviação, por consequência a redução na emissão de CO<sub>2</sub>**, em regime de *idle/taxi fuel flow*. O regime de *idle/taxi fuel flow* considerado neste estudo será do início da movimentação para ingresso na pista até a início da movimentação de corrida de decolagem.

O preço médio, praticado no Brasil, de distribuição do querosene de aviação, para realização dos cálculos deste trabalho, foi utilizado o valor de R\$ 5,579 ao litro para o **mês de** março de 2023 (ANP, 2023).

A tabela 3 mostra a quantidade de combustível consumido pela frota da LATAM, separado por tipo de aeronave, no regime de *idle/taxi fuel flow*.

Tabela 3 - *Taxi idle/fuel Flow*

AERONAVE	KG / MIN	KG / HORA
A319	10	600
A320	12	720
A321	13,5	810
B767	20	1200
B787	19	1140
B777	33	1980

**Fonte:** LATAM (2022)

Para o cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> foi utilizado o Índice de Emissão (IE) - 3155, calculado e recomendado pelos pesquisadores, Sutkus, Baughcum e DuBois (2001), em gramas de emissão por quilograma de combustível.

Para se obter o consumo em litros de querosene de aviação será utilizado o índice 0,799, densidade média do querosene de aviação, proveniente do Balanço Energético Nacional 2021 emitido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE,2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A discussão proposta neste trabalho visa dois aspectos primordiais: a redução no consumo de combustível de aviação e a redução na emissão de CO<sub>2</sub> resultante da queima do combustível, quando aplicado o RRSM no Aeroporto de Guarulhos, que tem como meta a redução de 10 segundos entre as autorizações de decolagens.

Uma vez que temos os dados de consumo de combustível no regime de *idle/fuel flow*, pela frota da empresa LATAM, apenas serão analisados 114 voos realizados com aeronaves do tipo: Airbus 319, Airbus 320, Airbus 321, Boeing 767, Boeing 77W e Boeing 787, isso não significa que as aeronaves abaixo analisadas pertençam a frota da LATAM, mas de qualquer empresa de operou nos dias em que as amostras foram coletadas.

Baseado nas amostras de operações de decolagens, obteve-se o tempo médio, em segundos, desde início da movimentação de decolagem até: (Tabela 4)

Tabela 4 - Tempo médio

Número de Aeronaves	Cruzamento 2400m (segundos)	Cruzamento Cabeceira Oposta (segundos)	$\Delta T$ 2400M Cabeceira Oposta (segundos)
114	53	64	11

Fonte: Autores (2022)

Os valores de tempo foram utilizados para determinar o consumo de combustível de cada aeronave em regime de *idle/taxi fuel flow* conforme os valores constantes na tabela 02.

Na tabela 5, foi demonstrado a redução média estimada no consumo combustível, em litros e a economia em reais, que a redução de 10 segundos entre as autorizações de decolagens para aeronaves que utilizam a mesma pista trouxe para a operação para cada tipo de aeronave.

Tabela 5 - Redução média no consumo de combustível por tipo de aeronave

AERONAVES	A319 (4)	A320 (59)	A321 (35)	B767 (6)	B77W (5)	B787 (5)
LITROS	2,09	2,50	2,82	4,17	6,88	3,96
REAIS	R\$ 11,64	R\$ 13,96	R\$ 15,71	R\$ 23,27	R\$ 28,40	R\$ 22,11

Fonte: Autores (2022)

A redução estimada de emissão CO<sub>2</sub> na operação, está apresentada na tabela 6, para cada tipo de aeronave com aplicação dos mínimos de separação reduzidos entre aeronaves que utilizam a mesma pista, com a diminuição de 10 segundos entre as autorizações de decolagens.

Tabela 6 - Redução na emissão de CO<sub>2</sub> médio por tipo de aeronave.

AERONAVES	A319 (4)	A320 (59)	A321 (35)	B767 (6)	B77W (5)	B787 (5)
KILOGRAMAS	5,26	6,31	7,10	10,52	17,35	9,99

Fonte: Autores (2022)

Diante do apresentado, pode-se estimar, quando considerado o número total de 114 operações das aeronaves Airbus 319, Airbus 320, Airbus 321, Boeing 767, Boeing 77W e Boeing 787 que compõem o rol de amostras obtido durante a pesquisa de campo. O resultado estimado apresenta redução na emissão de CO<sub>2</sub> de até 841,60 kg, redução no consumo de combustível de até 333,85 litros de querosene de aviação, gerando uma economia de até R\$ 1.862,58.

Tabela 6: Relação CO<sub>2</sub> X Consumo de Combustível

CO <sub>2</sub> (KG)	COMBUSTÍVEL (L)	FINANCEIRO (R\$)
673	267	1.490,06

Fonte: Autores (2022)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos não podem ser considerados definitivos, para se obter resultados com maior grau de confiabilidade a pesquisa deveria obter maiores números de amostras de operações de aeronaves.

Embora não seja objeto desta pesquisa atual, outros trabalhos podem ser realizados, tais como a utilização do RRSM simultaneamente a Classificação de Aeronaves em Grupos em Relação à Esteira de Turbulência e Mínimos de Separação Associados proposta pela ICA 100-37.

Outra ação associada ao RRSM que traria ganho operacional para o aeroporto seria a redução do tempo de reação. No aeroporto Sheremetyevo de Moscou, por exemplo, o tempo de reação é normatizado, sendo de no máximo de 10 segundos. (Agência Federal de Transporte Aéreo da Rússia, 2021).

Nas amostras realizadas para este estudo a média do tempo de reação é de 18 segundos. Uma vez que no aeroporto internacional de Guarulhos o tempo de reação ainda não está normatizado, um trabalho em conjunto com as empresas aéreas para realização de campanhas de sensibilização junto aos pilotos visando a redução do tempo de reação para 10 segundos poderia ser proposto. A redução em 8 segundos, utilizando as mesmas amostras usadas para estimar a redução no consumo de combustível e na emissão de CO<sub>2</sub> quando aplicado os mínimos de separação reduzidos entre aeronaves que utilizam a mesma pista, teríamos uma economia adicional, nos valores previstos para o RRSM, de até 267 litros de combustível de aviação, consequentemente redução na emissão de CO<sub>2</sub> superior a 673 kg e até R\$ R\$ 1.490,06.

Ademais, estudos sobre utilização do biocombustível assume a sua relevância na área da sustentabilidade na aviação porque, quando utilizado em escala global tem um potencial de redução nas emissões de CO<sub>2</sub> na ordem de 80% comparativamente ao combustível convencional (Air France KLM, 2017).

## REFERÊNCIAS

ABEAR – Associação Brasileira das Empresas Aéreas. **Panorama 2021 – Setor Aéreo em Dados e Análises**. São Paulo, 2022.

Air France & KLM. **Corporate Social Responsibility Report** 2017.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. **Preços de distribuição de combustíveis**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/precos-de-distribuicao-de-combustiveis>> Acesso em 02 de maio 2023

ATAG – Air Transport Action Group. **Aviation Benefits Beyond Borders**. Geneve, 2020.

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Serviços de Tráfego Aéreo – ICA 100-37**. Rio de Janeiro: DECEA, 2020. Publicado no Boletim do Comando da Aeronáutica nº 210, de 19 de nov. de 2020.

CAA – Civil Aviation Authority. **Information on aviation's environmental impact**. West Sussex, 2017.

EEA - European Environment Agency. **Focusing on environmental pressures from long-distance transport**. TERM 2014: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe. Luxemburgo, 2014.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanço Energético Nacional 2021**. Rio de Janeiro, 2022.

Federal Air Transport Agency. **AIP RUSSIA parte AD 2.1**. dezembro de 2021

IHLG – Industry High Level Group. **Aviation Benefits**. 2019

IATA – International Air Transport Association. **Operational Fuel Efficiency**. 2016.

IATA – International Air Transport Association. **Quarterly Air Transport Chartbook – Q3. 2022**.

IATA – International Air Transport Association. Press release nº 28. Doha, 2022.

IATA – International Air Transport Association. Factsheet: CORSIA. 2022.

ICAO - International Civil Aviation Organization. **Airport air quality guidance manual.** Quebec, 2007.

ICAO - International Civil Aviation Organization. **Resolutions adopted at the 39th session of the assembly.** Montreal, 2016.

ICAO - International Civil Aviation Organization. **Resolutions adopted at the 41th session of the assembly.** Montreal, 2022.

ICAO - International Civil Aviation Organization. Environment: **Frequently Asked Questions.** Disponível em: <<https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/CORSIA-FAQs.aspx>>. 2023. Acesso em: 10 abr. 2023.

INVESTING. Investing.com, 2023. **Página de cotação de commodities/energy.** Disponível em: <<https://br.investing.com/commodities/energy>>. Acesso em: 24 de mar. de 2023 às 14:30.

JANIC, M. **Aviation and externalities: the accomplishments and problems.** Transportation Research Part D: Transport and Environment. Elsevier Science, v. 4, n. 3, p. 159-180, 1999. ISSN: 13619209. DOI: 10.1016/S1361-9209(99)00003-6

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano de ação para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> da aviação civil brasileira.** 4<sup>a</sup> Edição, Ano Base: 2021. Brasília, 2022.

NIU, S. Y., LIU, C. L., CHANG, C. C., & YE, K. D. **What are passenger perspectives regarding airlines' environmental protection? An empirical investigation in Taiwan.** Journal of Air Transport Management, 55, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.04.012>

PENNER, J. E. et al. **Aviation and the global atmosphere.** New York: Cambridge University Press. 1999. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/aviation/index.php?idp=0>>. Acesso em: 20 maio 2022.

SUTKUS, D. J. et al. **Scheduled civil aircraft emission inventories for 1999: database development and analysis.** Washington, D.C.: NASA. 2001.

YAN, W., CUI, Z., & GIL, M. J. Á. **Assessing the impact of environmental innovation in the airline industry: An empirical study of emerging market economies.** Environmental Innovation and Societal Transitions, 21, 80–94. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.04.001>

“Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e das normas ABNT são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).”



## C A P Í T U L O 8

# APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UMA ABORDAGEM HÍBRIDA AHP-COPRAS

**José Martino Neto**  
Fatec Guarulhos

**Osmildo Sobral dos Santos**  
Fatec Guarulhos

**Euclides Reami Junior**  
Fatec Guarulhos

A economia global está entrando em forte desaceleração em meio a ameaças de vários conflitos entre nações, aumento de impostos de importação e exportação sem regulamentações adequadas, aumento da inflação e desigualdade de renda, o que pode comprometer a recuperação de economias emergentes e em desenvolvimento, de acordo com o último relatório do Banco Mundial. A Cadeia de Suprimentos, que conecta clientes, fabricantes e fornecedores, também é mais suscetível a riscos de interrupção ao enfrentar cenários como o que estamos vivenciando atualmente. Os gestores podem analisar alternativas para mitigar a situação. O objetivo deste artigo é apresentar um modelo matemático para avaliar riscos de fornecimento em cadeias de suprimentos afetadas por crises econômicas. Um modelo de análise de decisão multicritério (MCDA) é desenvolvido com base na literatura estabelecida sobre Gestão da Cadeia de Suprimentos. O Processo de Hierarquia Analítica (AHP) mais popular e o método emergente de Avaliação Proporcional Complexa (COPRAS) foram escolhidos para analisar esses riscos. O modelo é testado em um estudo de caso de uma empresa no segmento de auto-peças que opera no modelo de Cadeia de Suprimentos eficiente, tendo como resultado da aplicação do método que o risco de interrupção por eventos econômicos externos pode ser considerado como o mais crítico.

# INTRODUÇÃO

As mais recentes inovações tecnológicas têm proporcionado ferramentas completamente novas e altamente eficazes para a Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS). Essas Cadeia de Suprimentos (CS) têm se transformado a um ritmo impressionante, trazendo vantagens competitivas significativas para as empresas e se tornando a essência fundamental da competição empresarial [1]. No entanto, analisando o atual cenário com diversas crises globais, que trouxeram um estado de desordem para empresas, indústrias e economias, as CS terão que se adaptar devido às transformações locais e globais nas sociedades, impactando a vida de todos. A importância da competitividade das CS para as empresas em uma economia turbulenta tem chamado a atenção da comunidade científica para as questões de melhoria da eficiência, confiabilidade e sustentabilidade das Cadeia de Suprimentos [2, 3].

As cadeias de suprimentos podem ser categorizadas em cadeias eficientes ou responsivas, considerando seus processos e formas de operação [4]. As principais características de uma Cadeia de Suprimentos eficiente são atender às demandas com os menores custos possíveis, maior utilização de ativos, com margens menores devido ao maior número de concorrentes no mesmo segmento de mercado, menor nível de serviço, evitando custos adicionais, e utilizando os meios de transporte mais baratos. As principais habilidades das cadeias de suprimentos responsivas podem ser descritas como aquela que respondem a amplos escopos de quantidades necessárias, atende a prazos curtos, gerencia um mix de produtos mais amplo, produz produtos inovadores e atinge um alto nível de serviço [4,5]. Na prática, a GCS analisa e define combinações adequadas de eficiência e responsividade e deve atuar de acordo com indicadores financeiros, bem como com a satisfação do cliente, mas pensando na sustentabilidade. Diante desse cenário afetado por crises econômicas, quais seriam os riscos de interrupção para cadeias de suprimentos eficientes?

Embora os impactos dos conflitos globais tenham sido discutidos nos últimos anos, é muito difícil para as organizações estarem preparadas para enfrentá-los devido ao grande número de variáveis envolvidas [6]. Este artigo fornece um modelo matemático para avaliar o risco de cadeias de suprimentos eficientes. Para tanto, será realizada uma revisão bibliográfica, avaliando os efeitos das crises recentes na SC. Um modelo multicritério [7] é desenvolvido para avaliar benefícios, custos, oportunidades e riscos. O modelo MCDA foi obtido com uma aplicação híbrida do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Complex Proportional Assessment* (COPRAS).

Como contribuição aplicada, este artigo visa demonstrar o uso alternativo de métodos MADM não usuais. A partir da elaboração da modelagem matemática e dos respectivos resultados, ela pode ser utilizada como ferramenta para auxiliar

gestores na avaliação de possíveis alternativas, possibilitando, por meio da análise das variáveis e critérios envolvidos, maior assertividade na tomada de decisões.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2, envolve o trabalho de pesquisa de referências relevantes. Na Seção 3, fornece uma elaboração detalhada do modelo matemático; na Seção 4, apresenta os resultados; e na Seção 5, apresenta a conclusão e aponta para futuras direções de pesquisa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção apresenta uma breve teórica sobre a Gestão da Cadeia de Suprimentos e os respectivos riscos envolvidos, tanto em cadeias eficientes e responsivas, e, em seguida, descreve os métodos MADM aplicados.

### Cadeia de Suprimentos e Gestão de Riscos

A GCS pode ser definida como um conjunto de atividades que envolve a compra de materiais e serviços, sua transformação em produtos acabados e a conexão de fornecedores e clientes em todo o mundo [8]. As CS são categorizadas como fisicamente eficientes e responsivas ao mercado [4,9], com atributos muito diferentes, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos para cadeias eficientes e responsivas

Atributos	Cadeias Eficientes	Cadeias Responsivas
Objetivo Principal	Atender no menor custo possível	Atender rapidamente a demanda
Preço	Menores margens operacionais	Maiores margens operacionais
Fabricação	Altos volumes de produção	Fabricação flexível em função da incerteza de demanda
Estoque	Reduzido para evitar custos desnecessários	Estoque para atender variação de demanda
Transporte	Menores possíveis	Necessários para atender o mais rápido possível
Fornecedores	Baseado em custos	Baseados em flexibilidade, confiabilidade e rapidez
Desenho do Produto	Padronização	Inovação

Existem muitas variáveis que devem ser consideradas no processo de construção de uma SC. Variação da demanda, diferenciação de produtos, incerteza de mercado e aumento da concorrência justificam a necessidade de uma CS mais flexível e ágil [10]. No entanto, a turbulência econômica associada a conflitos internacionais recentes tem um enorme impacto na CS. As grandes crises, como recentemente a pandemia, são consideradas disruptivas, tanto em relação à distribuição de produtos e serviços quanto em relação à economia circular [11]. Entre os principais problemas identificados estão a ruptura dos elos internacionais de fornecimento, o forte

aumento dos preços dos fornecedores, a interrupção do transporte, a insuficiência de matérias-primas para muitos setores industriais e vulnerabilidades financeiras [12-13]. Medidas para controlar esses impactos alteraram ecossistemas, redes e fluxos de empresas em escalas sem precedentes, desafiando a CS, sob severa incerteza [14].

Toda essa instabilidade de mercado traz riscos. O risco pode ser considerado um fator importante na tomada de diferentes decisões [15-16]. Na literatura, existem dois tipos principais de riscos envolvidos na rede SC:

- Riscos de interrupção: interrupções de baixa frequência, geralmente causadas por desastres ou grandes ameaças, causando danos consideráveis em toda a CS;
- Riscos operacionais: incertezas profundamente enraizadas causadas por perturbações corriqueiras de natureza frequente e pequenas interrupções.

O foco deste artigo é analisar os riscos de interrupção sob a perspectiva de consumidores, fabricantes e fornecedores, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2: Principais riscos de disruptão envolvendo CS

Fonte	Causas	Referencias
Clientes	Mudança no comportamento	[17-18]
	Variação da demanda	
	Desinformação	
Fabricantes	Redução eficiência ou produtividade	[19-21]
	Fechamento de fábricas	
	Problemas abastecimento	
Fornecedores	Atrasos na entrega	
	Desinformação	[10,22,23]
	Colapsos no transporte global	
	Logística interna	

Da literatura de pesquisa, a Gestão de Riscos tornou-se extremamente importante em ambientes em rápida mudança, trazendo abordagens novas e mais adaptáveis [24]. Vários estudos estão sendo desenvolvidos, destacando os efeitos das pandemias nos ambientes de negócios e na sociedade, diretamente associados às taxas de crescimento do emprego [25]; analisando estratégias de mitigação de risco para alimentos perecíveis SC e pesquisa sobre Gestão de Riscos para mitigar os impactos da interrupção na CS [17]; estudos de um modelo não linear para fornecer benefícios econômicos a CS com alta flutuação de demanda [26] e o uso de big data para

ajudar a restaurar a força da CS; desenvolvimento de modelo usando mecanismos baseados em contrato considerando o risco de incerteza de demanda, interrupção de fornecimento e rendimento aleatório [27]; resumir as finanças atuais da CS e suas tendências [28]; e o desenvolvimento do conceito de “governança de risco da CS” que abrange vários tipos de atores [29] entre outros. Este artigo inova com a proposta de utilização da Análise de Decisão por Multicritérios (MCDA) para avaliar os riscos de disruptão em CS. O Método de Análise Hierárquico (AHP) e o método de Avaliação Proporcional Complexa (COPRAS) são apresentados, bem como um modelo híbrido de MCDA com a aplicação dos métodos AHP e COPRAS.

## Método de Análise Hierárquico

O AHP é um dos métodos MADM mais populares, aplicado em diversas áreas, desenvolvido por Saaty, e é considerado uma ferramenta simples para resolver problemas complexos, pois permite estabelecer modelos de decisão por meio de processos com componentes qualitativos e quantitativos [30]. Qualitativamente, permite a formação de níveis hierárquicos, decompondo um problema complexo, em pesquisas de explicação de causa e efeito, em etapas que formam uma cadeia linear [30]. Quantitativamente, utiliza pares de comparação para calcular os pesos dos elementos em cada nível e determinar a prioridade global considerando todos os critérios envolvidos.

Em outras palavras, três princípios norteiam a resolução de problemas utilizando AHP: complexidade da estruturação (decomposição); comparação e julgamentos; e a síntese de prioridades [31]. Para lidar com a complexidade de um processo de tomada de decisão, é necessário identificar todos os diferentes fatores que afetam a decisão e organizá-los em uma estrutura hierárquica de vários níveis sucessivos e decrescentes, começando pelo objetivo final até os critérios, subcritérios e alternativas [32]. Uma estrutura hierárquica usada como exemplo com três critérios e quatro alternativas é ilustrada na Figura 1 [33]. O objetivo da decisão é colocado no primeiro nível hierárquico. No segundo nível estão os critérios: C1, C2 e C3. No último nível hierárquico estão as alternativas, A1, A2, A3 e A4 [34].

O significado de um modelo hierárquico é que os elementos em um nível inferior precisam ser avaliados em relação aos elementos em um nível superior. Em seguida, os critérios devem ser comparados em pares em relação ao objetivo da decisão. A escala Saaty, mais comumente chamada de escala fundamental de números absolutos [35], é usada para comparações em pares. A escala Saaty é uma escala linear de 1 a 9, com 1 para “igual importância”, 3 para “fraca importância de um sobre o outro”, 5 para “forte importância”, 7 para “muito forte importância” e 9 para “absoluta importância”, além da reciprocidade nas comparações, por meio de [36].

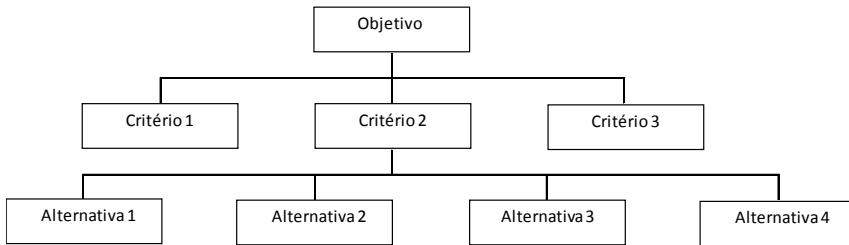


Figura 1: Estrutura hierárquico com três critérios e quatro alternativas

Valores intermediários, como 2, 4, 6 e 8, e até mesmo números racionais podem ser usados, se necessário [33]. Uma matriz de comparações que satisfaz todas as relações de transitividade possíveis é uma matriz 100% consistente. O autovalor de uma matriz de comparação consistente será [37]. A verificação de consistência é uma das grandes vantagens do AHP em relação a outros métodos MADM. É desejável que o índice de consistência seja próximo de zero. Caso contrário, os julgamentos podem ser revisados para melhorar a consistência.

Os pesos para os atributos, geralmente chamados de prioridades de critérios, são obtidos pela normalização do autovetor direito  $w$  da matriz de comparação pareada  $A$ , como na Eq. (1), onde  $\lambda_{max}$  é seu autovalor máximo.

$$A_w = \lambda_{max} w \quad (1)$$

O índice de consistência  $\mu$  é uma medida da consistência de uma matriz pareada, como na Eq. (2), onde  $m$  é o número de atributos.

$$\mu = \frac{(\lambda_{max} - m)}{(m - 1)} \quad (2)$$

Finalmente, calcula-se a razão de consistência CR, que é a melhor medida, pois compara  $\mu$  com um índice aleatório RI, calculado pelo Oak Ridge Laboratory, com mais de 50.000 matrizes [38], como na Eq. (3).

Matrizes consistentes têm  $\lambda_{max} = m$ , então  $\mu = 0$  e  $CR=0$ . Matrizes inconsistentes têm pelo menos uma comparação, e seu recíproco,  $a_{ij} \neq a_{ik} a_{kj}$ , resultando em  $\lambda_{max} > m$ . É desejável que  $CR \leq 0,1$ , então A pode ser aceito, significando “conformidade com a prática anterior” ou que os tomadores de decisão não mudaram de ideia ao preencher uma matriz de comparação pareada [39]. As alternativas devem ser avaliadas em relação a cada critério, resultando no desempenho  $x_{ij}$  da alternativa  $i$  em relação ao critério  $j$ . O mesmo procedimento de comparação pareada pode ser usado para obter as preferências das alternativas em relação a cada critério.

Para determinar os valores de desempenho  $x_{ij}$ , a Tabela 3 apresenta sete níveis de desempenho para avaliar as alternativas em relação aos critérios [46].

Tabela 3: Níveis de desempenho

Nível	Desempenho
Excelente	1.0
Muito Alto	0.9
Alto	0.8
Médio	0.7
Regular	0.6
Baixo	0.5
Muito Baixo	0.4

O desempenho das alternativas é obtido ponderando-se os desempenhos locais das alternativas  $x_{ij}$  pelos pesos dos critérios  $w_j$ , como na Eq. (4).

Neste artigo, propõe-se um modelo híbrido AHP-COPRAS. O AHP será aplicado para ponderar os critérios e COPRAS para avaliação das alternativas.

$$y_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} w_j \quad (4)$$

## Avaliação Proporcional Complexa (COPRAS)

O método COPRAS foi proposto por Zavadskas e sua lógica é priorizar alternativas possíveis para a tomada de decisão com base em critérios benéficos e não benéficos, além de funcionar como uma avaliação de classificação entre as alternativas analisadas

[40]. O método possui uma abordagem lógica e sistemática, essencial para a tomada de decisão, visto que esta atividade é complexa e requer diversos critérios [41].

Entretanto, se o método COPRAS for comparado com os mais utilizados como AHP, ANP (*Analytic Network Process*) ou TOPSIS (*Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), ele pode dizer que é relativamente novo e está em evolução [42]. Neste método, o melhor valor alternativo é selecionado encontrando-se a solução para o melhor valor ideal e a pior solução ideal. É utilizado em problemas da área de engenharia para avaliar e selecionar projetos alternativos [43]. Pode-se afirmar que o método MADM assume a dependência direta e proporcional da significância e do grau de utilidade das versões investigadas em um sistema de descrição adequado de alternativas e nos valores e pesos dos critérios [44].

A determinação da significância, da prioridade de ordem e do grau de utilidade das alternativas é realizada nas cinco etapas a seguir:

Primeira etapa: Construir uma matriz de tomada de decisão normalizada ponderada. O objetivo é obter valores ponderados adimensionais dos índices comparativos. Quando os valores adimensionais dos índices são conhecidos, todos os critérios, originalmente com dimensões diferentes, podem ser comparados de acordo com a Eq. (5), onde  $x_{ij}$  é o valor do critério  $i$ , no atributo ou alternativa  $j$  de uma solução,  $m$  é o número de critérios,  $n$  é o número de alternativas a serem comparadas.

$$X = [x_{ij}]_{mn} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Segunda etapa: Normalizar a matriz de decisão, utilizando a Eq. (6).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (6)$$

Terceira etapa: Ponderar a matriz de tomada de decisão normalizada  $V = (v_{ij})$ , onde cada  $v_{ij}$  representa o desempenho normalizado e ponderado do critério  $i$ , pelo peso ( $w$ ), do critério  $j$ , conforme Eq. (7).

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (7)$$

As melhores alternativas são aquelas que apresentam o maior para os critérios que devem ser maximizados e o mínimo para os critérios que devem ser minimizados. indica a melhor alternativa, ou seja, a solução ideal com a mesma lógica, indica uma solução anti-ideal.

Quarta etapa: Os valores dos critérios devem ser somados, onde valores maiores são mais desejáveis (a direção da otimização é a maximização), e vice-versa. A solução ideal é definida pelos melhores valores de classificação das alternativas para cada critério individual, e vice-versa. A solução ideal negativa é representada pelos piores valores de classificação das alternativas. Os termos “a melhor” e “a pior” são interpretados como cada critério individualmente em relação aos critérios de maximização e minimização. Os cálculos das somas dos dados normalizados, para o critério positivo e para o critério negativo, são apresentados pelas Eq. (8) e Eq. (9), onde representa os valores dos critérios positivos que se deseja maximizar, pois descrevem benefícios, enquanto , representa os valores dos critérios negativos, que se deseja minimizar por serem custos ou não benefícios [43-44].

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^m v_{+ij}, \quad \text{to } i=1, \dots, m \quad \text{and } j=1, \dots, n \quad (8)$$

$$S_{-j} = \sum_{i=1}^m v_{-ij}, \quad \text{to } i=1, \dots, m \quad \text{and } j=1, \dots, n \quad (9)$$

Quinta etapa: Determinar a significância relativa de cada alternativa, onde  $S_{min}$  é o valor mínimo aceito de  $S_{-j}$ , conforme Eq. (10).

$$Q_j = S_{+j} + \frac{\sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \sum_{j=1}^n \frac{S_{-min}}{S_{-j}}} \quad \text{to } j=1, \dots, n \quad (10)$$

A significância  $Q_j$  de um projeto indica o grau de satisfação das demandas e objetivos perseguidos pelas partes interessadas. Quanto maior for  $Q_j$ , maior será a eficiência do projeto. Neste caso, a significância  $Q_{max}$  do projeto mais racional será sempre a mais alta. A significância dos projetos restantes é menor em comparação com o mais racional. Isso significa que todas as demandas e objetivos das partes interessadas serão atendidos em menor extensão do que seria o caso com o melhor projeto. O grau de utilidade é calculado comparando o projeto analisado com o projeto mais eficiente. Neste caso, todos os valores de utilidade relacionados ao projeto analisado variarão de 0 a 100% [45]. Isso torna mais fácil avaliar visualmente a eficiência dos projetos, a Eq. (11) é usada para calcular o grau de utilidade  $N_j$  definido por:

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{max}} \cdot 100\% \quad (11)$$

Na sequência, será apresentado o estudo de caso desenvolvido sobre os riscos de disruptão em uma Cadeia de Suprimentos categorizada como eficiente com a aplicação do método híbrido AHP-COPRAS proposto.

## DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA

À empresa envolvida nesta pesquisa é uma fabricante de autopeças multinacional, que têm plantas industriais no Brasil localizadas em diferentes regiões. A sua principal dimensão competitiva é o prazo de entrega realizado de forma ágil e eficiente, muito em função do acordo de nível de serviço assinado com os seus principais clientes.

Em função dos atributos definidos, esta empresa trabalha muito mais próxima do modelo de cadeias eficientes e os dados gerados para avaliação dos riscos de interrupção no fornecimento foram definidos por uma equipe gestora responsável pelas áreas de suprimentos, planejamento de produção, logística e pela equipe de manufatura.

Esta equipe gestora identificou quatro principais riscos que podem afetar o funcionamento da Cadeia de Suprimentos e deseja investir em estratégias para sua mitigação. Os riscos identificados são definidos por:

- R1 – atraso na entrega do fornecedor
- R2 – Interrupção por eventos econômicos externos
- R3 – Falhas nos sistemas de TI (Tecnologia da Informação)
- R4 – Greves de transporte.

- Os critérios para avaliação foram definidos por:
- C1 - probabilidade de acontecer a interrupção;
- C2 – Impacto financeira – prejuízo estimado em caso de ocorrência;
- C3 – Tempo de recuperação – Tempo necessário para retomar à operação de modo normal apos o evento;
- C4 – Abrangência – quantos elos da Cadeia de Suprimentos podem ser afetados.

Em função da experiência do uso da metodologia AHP, a equipe gestora classificou com base nos níveis de desempenho indicados na Tabela 3, para avaliar as alternativas em relação aos critérios apresenta-se a Tabela 4.

Tabela 4: Avaliação dos riscos em função dos respectivos critérios

Riscos	C1	C2	C3	C4
R1	Alto	Médio	Regular	Baixo
R2	Médio	Muito Alto	Muito Alto	Alto
R3	Baixo	Alto	Alto	Médio
R4	Muito Alto	Baixo	Baixo	Muito Baixo

Observa-se que os riscos por interrupções por eventos economicos externos é uma grande preocupação para os especialistas por causar impactos financeiros de grande monta, podendo inclusive ser gerado em função de greve de determinados modais. A dependência da Tecnologia da Informação em função de falhas também é destacado em termos de impactos financeiros bem como no tempo de recuperação para retomar as operações.

Os especialistas também forneceram, por consenso, comparações entre os critérios, definindo as respectivas prioridades. A matriz de comparação pode ser aceita, pois resultou em  $CR \approx 0,091$  conforme informado na Tabela 5.

Tabela 5: Matriz de comparação para cálculo das prioridades

Critérios	C1	C2	C3	C4	Autovetor	Prioridade (%)
C1	1	1	3	3	1,732	37,4%
C2	1	1	3	3	1,732	37,4%
C3	1/3	1/3	1	2	0,687	14,8%
C4	1/3	1/3	1/2	1	0,485	10,5%

Os valores avaliados para as alternativas apresentadas foram associados aos valores de desempenho da Tabela 3 e ponderados pelos pesos dos critérios (ou prioridades) apresentados nas Tabelas 5, respectivamente, resultando na Tabela 6.

Tabela 6: Cálculo dos pesos pelo método AHP

<b>Riscos</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Peso</b>
<b>R1</b>	0,375	0,375	0,400	0,333	0,371
<b>R2</b>	0,375	0,375	0,400	0,333	0,371
<b>R3</b>	0,125	0,125	0,133	0,222	0,151
<b>R4</b>	0,125	0,125	0,067	0,111	0,107

O cálculo dos pesos obtidos pela aplicação do método AHP, conforme demonstrado na Tabela 6, será utilizado para o cálculo pelo método COPRAS oportunamente apresentado no Capítulo Resultados e Discussão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção está dividida em duas subseções. A Seção 4.1 apresenta os resultados da aplicação do método híbrido AHP-COPRAS e a Seção 4.2 apresenta as implicações gerenciais.

### Resultados

Ao analisar os critérios definidos, e como todos estão relacionados a custo, entende-se que objetivo é minimizar essa condição. Portanto quanto menor o valor, melhor será a opção a ser escolhida. Nesse sentido, com base na matriz de desempenho definida pelo AHP, normalizando e ponderando os valores referentes aos principais riscos e utilizando como base a metodologia COPRAS, calculou-se a matriz demonstrada na Tabela 7.

Tabela 7: Definição dos principais riscos de disruptão pelo método COPRAS.

Riscos	C1	C2	C3	C4	S <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub>	N
<b>R1</b>	0,106	0,079	0,032	0,021	0,238	0,238	77%
<b>R2</b>	0,079	0,132	0,054	0,043	0,308	0,308	<b>100%</b>
<b>R3</b>	0,053	0,106	0,043	0,032	0,234	0,234	76%
<b>R4</b>	0,132	0,053	0,022	0,011	0,218	0,218	71%

Com base dos resultados da Tabela 7, conclui-se que os possíveis eventos em função de crises econômicas (R1) é o mais crítico, pois tem altos valores em todos os critérios, enquanto o menor risco de interrupção nas Cadeias de Suprimentos destaca-se a greve nos transportes (R4), mesmo com alta probabilidade de acontecer (71%), seu impacto é menor.

## Implicações para Gestores da Cadeia de Suprimentos

As implicações gerenciais que podem ser extraídas deste estudo de caso são que, diante dos efeitos da pandemia e da atual turbulência econômica, os gestores da Cadeia de Suprimentos devem:

- Ao buscar eficiência na Cadeia de Suprimentos (CS), concentrar-se na variação da demanda, nas questões materiais e no comportamento do consumidor. Em outras palavras, concentrar-se na gestão da capacidade industrial, no planejamento da demanda e em modelos de previsão de vendas mais assertivos.
- Ao buscar capacidade de resposta na CS, concentrar-se nas operações para aumentar ou manter os indicadores de eficiência e produtividade para seus principais parceiros comerciais.

Nunca é demais enfatizar que esses resultados vieram de um estudo de caso, especificamente de uma indústria do segmento de auto peças. No entanto, esta proposta de estudo de caso pode servir como referência para estudos semelhantes, incluindo o uso de outros métodos de MADM para comparar os resultados obtidos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi apresentar um modelo de análise multicritério para avaliar o risco de rupturas na Cadeia de Suprimentos e em função do atual momento de turbulência na economia global. A aplicação do método MADM foi realizada por meio de um caso da indústria automotiva, que opera sua cadeia de forma eficiente.

O método de análise multicritério foi um híbrido do AHP e do COPRAS. O conjunto de critérios e o conjunto de alternativas foram obtidos pelos especialistas da empresa bem como os dados para as aplicações do AHP e, consequentemente, para o COPRAS. Utilizando o AHP, os respectivos pesos foram calculados e foi possível identificar que os riscos em função de crises econômicas é considerada a principal causa dos riscos de ruptura.

Como esses resultados são provenientes da indústria de autopeças a primeira proposta para pesquisas futuras é a aplicação do modelo em outros segmentos da indústria ou de serviços. Outra possibilidade para pesquisas futuras é à aplicação de diferentes métodos multicritério, como por exemplo o ANP, que talvez permita analisar a dependência ou influência entre as alternativas e os critérios, ou, com a Teoria Fuzzy, onde será possível incorporar elementos de incerteza na análise que envolve as cadeias de suprimentos.

## REFERÊNCIAS

1. Xu, D. Research on supply chain management strategy of Longtang Eletric Engineering Co. Ltda. *Acta Electronica Malaysia* **2019**, 3, 10-13.
2. Kalaitzi, D. et al. Megatrends and trends shaping supply chain innovation. In Fornasiero, R. *Next generations supply chains*. Springer **2021**, 3-34.
3. Karmaker, C. et al. Improving supply chain sustainability in the context of COVID-19 pandemic in an emerging economy: Exploring drivers using an integrated model. *Sustainable Production and Consumption* **2021**, 26, 411-427.
4. Chopra, S. *Supply Chain Management*, 7th ed.; New Jersey: Pearson, USA, 2019.
5. Holweg, M. An investigation into supplier responsiveness: Empirical evidence from the automotive industry. *International Journal of Logistic Management* **2005**, 16, 96-119.
6. Anparasan, A.A.; Lejeune, M.A. Data laboratory for supply chain response models during epidemic outbreaks. *Annals of Operations Research* **2018**, 270, 1-12.
7. Ishizaka, A.; Nemery, P. *Multi-criteria decision analysis*. 1st ed.; John Wiley&Sons, USA, 2013.
8. Boström, M. et al. Sustainable and responsible supply chain governance: challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production* **2015**, 107, 1-7.
9. Fisher, M.L. What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review* **1997**, 105-117.

10. Zidi, S.; Hamani, N.; Kermad, L. New metrics for measuring supply chain reconfigurability. *Journal of Intelligent Manufacturing* **2021**, 33, 2371-2391.
11. Yu, K.D.S.; Aviso, K.B. Modelling the economic impact and ripple effects of disease outbreaks. *Process Integration and Optimization for Sustainability* **2020**, 4, 183-186.
12. Antony, J. et al. Practical implications and future research agenda of lean manufacturing: A systematic literature review. *Production, Planning & Control* **2020**, 32, 1-37.
13. Jabbour, A.B.L.S. et al. Sustainability implications for operations management: Building the bridge through exemplar case studies. *Production, Planning & Control* **2020**, 31, 11-12.
14. Sodhi, M.S.; Tang, C.S.; Willenson, E.T. Research opportunities in preparing supply chains of essential goods for future pandemics. *International Journal of Production Research* **2021**, 61, 2416-2431.
15. Mokhtarzadeh, N.G. et al. A product technology portfolio alignment approach for food industry: A multi-criteria decision making with z-numbers. *British Food Journal* **2020a**, 122, 3947-3967.
16. Mokhtarzadeh, N.G. et al. Investigating the impact of networking capability on firm innovation performance: Using the resource action performance framework. *Journal of Intellectual Capital* **2020b**, 21, 1009-1034.
17. Jabbarzadeh, A. et al. Resilient and sustainability supply chain design: Sustainability analysis under disruption risks. *International Journal of Production Research* **2018**, 56, 5945-5968.
18. Göçer, F. A novel interval value extension of picture fuzzy sets into groups decision making: An approach to support supply chain sustainability in catastrophic disruptions. *IEEE* **2021**, 99.
19. Belhadi, A. et al. Building supply chain resilience: an artificial intelligence-based technique and decision-making framework. *International Journal of Production Research* **2022**, 60, 4487-4507.
20. Birkel, H.; Hartmann, E. Impact of IoT challenges and risks for SCM. *Supply Chain Management* **2019**, 24, 39-61.
21. Calatayud, A. et al. The self-thinking supply chain. *Supply Chain Management* **2019**, 24, 22-38.

22. Ivanov, D. Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak case. *Transportation Research Part* **2020**, 136, 101922.
23. Velayutham, A. et al. Pandemic turned into pandemonium: The effect on supply chains and the role of accounting information. *Accounting, Auditing & Accountability Journal* **2021**, 34, 1404-1405.
24. Bakos, L.; Dumitrascu, D.D. Decentralized enterprise risk management issues under rapidly changing environments. *Risks* **2021**, 9, 165.
25. Bocanet, A. et al. Business analysis in post-pandemic era. *Academy of Strategic Management Journal* **2021**, 20, 1-9.
26. Alkahtani, M. et al. Covid-19 supply chain management strategy based on variable production under certain environment conditions. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2021**, 18, 1662.
27. Di Francesco, R.M. et al. Buyback and risk sharing contracts to mitigate the supply and demand disruption risks. *European Journal of Industrial Engineering* **2020**, 15, 550-581.
28. Li, J. et al. Supply chain finance review: Current situation and future trend. *System Engineering Theory and Practice* **2020**, 8, 1977-1995.
29. Ahlqvist, V. et al. Supply chain risk governance: Towards a conceptual multi-level framework. *Operations and Supply Chain Management* **2020**, 13, 382-395.
30. Saaty, T.L. Decision making with Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences* **2008**, 1, 83-86.
31. Emrouznejad, A.; Marra, M. The state-of-the-art development of AHP (1979-2017): A literature review with a social network analysis. *International Journal of Production Research* **2017**, 55, 6653-6675.
32. Gass, S.I. The Analytic Hierarchy Process: An exposition. *Operations Research* **2001**, 49, 469-486.
33. Saaty, T.L.; Rogers, P.C. Higher education in the United States (1985-2000): Scenario construction using a hierarchical framework with eigenvector weighting. *Socio-Economic Planning Sciences* **1976**, 10, 251-263.
34. Salomon, V.A.P. et al. Tomada de decisões múltiplas aplicada à seleção de fornecedores de equipamentos de uma linha de montagem em uma fábrica de autopeças. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento* **2009**, 1, 208-217.

35. Saaty, T.L.; Peniwati, K. Group Decision Making: Drawing out and reconciling differences. 1<sup>st</sup> ed. Pittsburgh, RWS USA 2019.
36. Saaty, T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* **1977**, 15, 234-281.
37. Tramarico, C.L. et al. Analytic Hierarchy Process and supply chain management: A bibliometric study. *ScienceDirect* **2015**, 55, 441-450.
38. Saaty, T.L. The analytic hierarchy process. New York: Mc Graw-Hill, USA, 1980.
39. Martino Neto, J.; Salomon, V.A.P. Multi-criteria Analysis of Disruption Risks for Supply Chain due to Pandemics. In: Qudrat-Ullah, H. (eds). Understanding the Dynamics of New Normal for Supply Chain, 2022, 121-137.
40. Zavadskas, E.K. et al. The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy* **1994**, 1, 131-139.
41. Gadakh, V.S. Application of complex proportional assessment method for vendor selection. *International Journal of Logistic Research and Applications* **2014**, 17, 23-24.
42. Schramm, V.B. et al. Approaches for supporting sustainable supplier selection: A literature review. *Journal of Cleaner Production* **2020**, 6, 123089.
43. Patel, A. et al. Comparative study of MCDM techniques COPRAS and TOPSIS for selection of electric motorcycles. IEEE 7<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA) April 2020.
44. Zavadskas, E.K. et al. State of arts surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and Economic Development of Economy* **2014**, 20, 165-179.
45. Zavadskas, E.K. et al. Multi-attribute assessment of road design solutions by using the COPRAS method. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* **2007**, 2, 195-203.
46. Salomon, V.A.P. et al. Analytic Hierarchy Process applied to supply chain management. In: De Felice, F.; Saaty, T.L.; Perillo, A. editors. Applications and theory of analytic hierarchy process – Decision making for strategic Decision. IntechOpen, 2016.



## CAPÍTULO 9

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SETOR PÚBLICO DOS BRICS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DAS ESTRATÉGIAS NACIONAIS PARA A INOVAÇÃO E GOVERNANÇA

Thiago Bergoci

Universidade de São Paulo

Alexandre Castanheira Lucas de Oliveira

Fatec Guarulhos

José Carlos Vaz

Universidade de São Paulo

Regiane de Fátima Bigaran Malta

Universidade de São Paulo

**RESUMO:** A inteligência artificial (IA) tem sido apontada como tendo alto potencial de transformação do setor público, com impactos regulatórios, éticos e socioeconômicos, que variam entre diferentes contextos nacionais. Esse estudo foca nos blocos estratégicos, em governança multipolar e nas ações multiatores, como o BRICS. Analisa suas Estratégias Nacionais de Inteligência Artificial (ENIAS) de forma comparativa, com ênfase na cooperação entre setor público, indústria e academia. Como resultado observa-se a tensão entre competitividade global e autonomia local, destacando políticas públicas, regulação, capacidades institucionais e ecossistemas de inovação, bem como a importância de uma governança em rede que envolva múltiplos atores para superar entraves como assimetrias de dados, dependência tecnológica e desafios regulatórios culturais. Evidenciam-se também iniciativas de *sandbox* regulatório, mecanismos de responsabilidade algorítmica e esforços de alinhamento com princípios de governança ética. A metodologia combina revisão qualitativa de documentos estratégicos oficiais, como as ENIAS, e artigos de estudiosos que se debruçaram nesse tema. As contribuições evidenciam que a oportunidade para se pavimentar caminhos de inovação que consigam alinhar soberania tecnológica, inclusão social e desenvolvimento institucional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inteligência Artificial, BRICS, inovação no setor público, governança, soberania tecnológica.

**ABSTRACT:** Artificial intelligence (AI) has been identified as having significant potential to transform the public sector, with regulatory, ethical, and socioeconomic impacts that vary across national contexts. This study focuses on strategic blocs, multipolar governance, and multi-stakeholder initiatives, such as the BRICS. It analyzes their National Artificial Intelligence Strategies (ENIAS) comparatively, with an emphasis on cooperation between the public sector, industry, and academia. The study highlights the tension between global competitiveness and local autonomy, highlighting public policies, regulation, institutional capabilities, and innovation ecosystems, as well as the importance of networked governance involving multiple actors to overcome obstacles such as data asymmetries, technological dependence, and cultural regulatory challenges. Regulatory sandbox initiatives, algorithmic accountability mechanisms, and efforts to align with ethical governance principles are also highlighted. The methodology combines a qualitative review of official strategic documents, such as the ENIAS, and articles by scholars who have studied this topic. The contributions highlight the opportunity to pave paths for innovation that can align technological sovereignty, social inclusion, and institutional development.

**KEYWORDS:** Artificial Intelligence, BRICS, innovation in the public sector, governance, technological sovereignty.

## 1 INTRODUÇÃO

A adoção de tecnologias de inteligência artificial (IA) promete transformação em vários aspectos da atuação dos governos e das empresas, impulsionando a produtividade, e permitindo o surgimento de novas abordagens e oportunidades de processos e negócios. Entretanto, também traz implicações econômicas, políticas e sociais profundas, decorrentes dos impactos da IA e da Transformação Digital, que levantam preocupações acerca do futuro de empresas, governos e sociedade, no âmbito de questões como a governança e regulação dessas tecnologias, PD&I (Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação), requalificação da mão de obra, ética e segurança cibernética, entre outros temas (Birkstedt et al., 2023; Zaidan; Ibrahim, 2024).

A resposta a isso exige planejamento, políticas públicas, pesquisas e investimentos, a fim de evitar lacunas ou excessos que propiciem um desequilíbrio nas relações.

Diante desse cenário caótico, de grandes oportunidades e múltiplos desafios, a busca por parcerias que formem blocos visando apoio mútuo de desenvolvimento tecnológico, ampliação de mercado, e superação dos impactos é vista por muitos países como estratégica e vital. Embora o BRICS conte atualmente com 11 nações entre seus membros, esse estudo tem como escopo concentrar-se nos países cujos nomes formam o acrônimo: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. O bloco é

apontado como um ator profundamente relevante no contexto da reconfiguração da ordem mundial. Assim, Arrais Neto et al. (2021) e Guerrero (2022) enfatizam o papel do bloco na busca por uma governança multipolar na contestação de estruturas ocidentais hegemônicas. Afirmam que a cooperação multiatores entre os BRICS, nas estratégias mencionadas acima, é vista como um meio de fortalecer suas posições e promover alternativas lideradas pelo Sul Global. Ainda, Qin, Deng e Hu (2025) ilustram a crescente interconexão econômica e digital entre a China e os demais BRICS.

Esse estudo se esforça em apresentar as oportunidades potenciais de desenvolvimento para Blocos Multiatores, nesse estudo, o BRICS. Contudo, nos mostra os desafios necessários a se superar para que o desenvolvimento seja efetivo, como as diferenças de ordem socioculturais, éticas e estratégicas que têm dificultado temas como a regulação da IA, a mitigação dos impactos socioeconômicos e a cibersegurança, que são temas essenciais para se obter a Soberania Digital, inclusive no que diz respeito à IA. Entende-se Soberania Digital como “a capacidade de um Estado exercer controle autônomo sobre seus dados, infraestruturas e decisões sobre tecnologia da informação” (Silva et al., 2025).

## 2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é analisar comparativamente as estratégias nacionais de Inteligência Artificial no setor público dos países membros do BRICS, caracterizando suas abordagens para a promoção da inovação, os mecanismos de governança e os fatores que facilitam ou dificultam a adoção e a utilização de soluções a partir de IA nos governos.

Para isso, o artigo adotou como objetivos específicos:

1. Identificar nas Estratégias Nacionais de Inteligência Artificial (ENIA) quais são os princípios éticos centrais e as estruturas regulatórias;
2. Examinar a centralidade da cooperação interorganizacional multiatores (público- privada-acadêmica) na execução das agendas de inovação em IA;
3. Discutir, a partir da lente dos conceitos de soberania digital, as implicações geopolíticas que permeiam as ENIAs no BRICS e como isso impacta a dependência tecnológica.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de base documental, com caráter exploratório e descritivo. A estratégia analítica adotada baseia-se na análise de conteúdo, com o exame comparativo das estratégias nacionais de IA a partir de documentos públicos disponíveis, além de trabalhos presentes na literatura, que servem como fonte secundária e recurso de triangulação e complementação de informações. A análise dos dados coletados orientou-se para elucidar as diferentes abordagens governamentais adotadas e a consistência de seus planejamentos. Esta metodologia permite aprofundar o entendimento sobre os fenômenos investigados e descrever as características do objeto de pesquisa.

#### 3.1 Amostra, instrumentos e técnica de análise

A amostra principal de análise documental foi composta pelos documentos estratégicos formais de IA dos países membros do BRICS que possuem tais documentos (com ênfase no Brasil, dada a disponibilidade de análise detalhada nas fontes, como a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial - EBIA). Esta análise foi complementada por estudos comparativos de países sul-americanos relevantes que adotam a IA, para contextualizar a realidade das economias emergentes. Os documentos analisados são fontes primárias oficiais, artigos científicos e relatórios de análise comparativa e *benchmarking* que contextualizam o BRICS e seus membros (China, Rússia, Índia e África do Sul) em termos de Estratégias Nacionais de Inteligência Artificial (ENIAS), ética e governança.

As categorias de análise incluíram:

- **Definição e Premissas da IA:** Classificando o foco da estratégia (benefícios versus riscos);
- **Inovação e Cooperação:** Tipos de cooperação citados (ex: Multiatores, P&D, sandboxes regulatórios);
- **Governança Ética e legal:** Ações específicas para mitigar vieses algorítmicos, garantir transparência e promover direitos humanos;
- **Soberania e Dependência:** Medidas para fortalecer infraestrutura digital e know-how local.

## 4 ANÁLISE DAS ENIAS DE PAÍSES DO BRICS

A análise das ENIAS do BRICS revela um esforço institucional para responder à Quarta Revolução Industrial (Oliveira Nonato et al., 2024), mas essa resposta é marcada pela tensão entre competitividade global e a necessidade local de equidade e autonomia.

Filgueiras e Junquilho (2023) explicam que as Estratégias Nacionais compõem o arcabouço documental que dão norte à formulação das políticas públicas e criam perspectivas para solução de problemas. Os avanços nos estudos sobre as políticas de IA apontam que essas estratégias são moldadas a partir dos contextos geopolíticos (Chiarinni; Da Silveira, 2022). Este estudo, no entanto, busca avançar ao detalhar como essa formulação se operacionaliza no setor público do BRICS. A estratégia brasileira (EBIA) e outras ENIAS latino-americanas reconhecem que a complexidade da IA exige um modelo de governança em rede, principalmente em se tratando de um contexto onde a gestão pública se apresenta perante os desafios do século XXI avançando para além dos moldes clássicos de administração pública, marcados por um perfil mais endurecido por hierarquia e burocracia, exigindo, assim, um novo modelo de Governança Pública (Brito; Campagnone, 2021; Osbourne, 2010).

Nesse sentido, comprehende-se que é a institucionalização da Cooperação Interorganizacional Multiatores que produz avanço prático. Osbourne (2010) aponta que o Estado é plural e composto por um cenário onde a prestação do serviço público passa pela atuação interdependente de múltiplos de atores inseridos em um contexto de pluralidade estatal, nesse sentido, a prestação de serviços públicos exige uma abordagem condizente. A EBIA, por exemplo, não apenas incentiva a P&D, mas estabelece em seu texto a colaboração entre setor público, privado e academia como um objetivo estratégico central. A intenção é que isso se materialize em ações como a promoção de *sandboxes* regulatórios, que buscam ser um regulador flexível, capaz de apoiar uma transição ágil da P&D para a operação.

A inovação no setor público, neste contexto, é entendida como a criação de soluções simples e a focalização no fator humano e na construção coletiva, em vez da mera aplicação intensiva de tecnologia (Olivieri; Martinelli; Teles, 2021).

### 4.1 O Contexto dos BRICS e a Dependência

Alguns autores analisam o BRICS como uma instituição internacional ou um agrupamento de países emergentes com crescente poder econômico e político, mas que ainda enfrentam desafios comuns, como a dependência de know-how técnico-científico de economias de mercado desenvolvidas e a falta de estruturas autossustentáveis, além de serem, em alguns casos, apontados como países cujas instituições formais ainda são mais frágeis (Fedato; Pires; Trez, 2017; Guerrero, 2022).

Chiarini e Da Silveira (2022) revelam que as estratégias de IA no BRICS representam um esforço em transformar o Estado e alinhar a agenda de desenvolvimento a um campo dominado por arranjos de governança privada. Sendo assim, o cerne da discussão crítica está na tensão entre a aspiração por inovação impulsionada por colaboração e os desafios de construir uma governança robusta em um contexto de dependência estrutural. Nesse sentido, De Oliveira Nonato et al. (2024) oferecem uma valiosa contribuição ao identificar os tipos de cooperação possíveis entre os entes públicos e privados, conforme tabela 1:

Cod.	Tipo de Cooperação	Conceito	Campo	Atores
Tipo 1	Internacional	Cooperação entre nações ou com organismos multilaterais	Estado/Políticas Públicas	Países, organismos multilaterais
Tipo 2	Setor Público	Cooperação entre entes estatais, poderes, entidades e órgãos públicos	Estado/Políticas Públicas	Agências governamentais, governos locais, outros níveis governamentais
Tipo 3	Setor Privado	Cooperação entre organizações do mercado, do setor privado, com finalidade lucrativa	Produção/Circulação	Empresas privadas, agentes econômicos, startups
Tipo 4	Acadêmico-científica	Cooperação entre a comunidade pesquisadores e de e acadêmicos	Pesquisa e Desenvolvimento	Pesquisadores, cientistas, acadêmicos, professores, alunos, universidades, centros de pesquisa
Tipo 5	Multiatores	Cooperação entre múltiplos atores e setores como as Parcerias público-privadas, Público-sociedade civil, Público-científica, entre outras.	Ecossistema de inovação: Campo Estado/Políticas Públicas, Campo Produção/Circulação, Campo Pesquisa e Desenvolvimento, Campo Movimentos Sociais	Cooperação com/entre os vários atores citados nos tipos anteriores.

Tabela 1 – Tipos de Cooperação

Fonte: Oliveira Nonato et al. (2024)

A identificação da cooperação multiatores (Tipo 5) como pilar das estratégias do BRICS atesta a compreensão de que a inovação em IA depende da sinergia de conhecimentos entre o Estado (como integrador), a academia (PD&I) e o setor privado (empresas, startups). Esta abordagem colaborativa é essencial para o estabelecimento de ecossistemas inovadores eficientes e está previsto na Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA) quando prevê em suas ações estratégicas a provisão de uma estrutura de governança que integre público e privado no sentido de fomentar o avanço das indústrias inteligentes de TI, aos moldes da Câmara Brasileira de Indústria 4.0, além de incentivar a criação de novas Startups brasileiras por intermédio dessas parcerias (Brasil, 2021).

De acordo com estudo realizado por Chiarini e Da Silveira (2022), tratando da avaliação comparativa entre ENIAs de países Sul Americanos, a formulação de políticas públicas deve partir de diagnósticos sólidos de problemas, subsidiados por dados e indicadores. A falta de evidências concretas ou de dados insuficientes para qualificar os problemas reais, como observado nas estratégias de Brasil, Argentina, Chile e Colômbia (em comparação com a Coreia do Sul, por exemplo), sugere que as ações estratégicas podem ser baseadas mais em soluções e instrumentos disponíveis ou na retórica vazia de valores abstratos, do que em necessidades locais rigorosamente identificadas (Chiarini; Da Silveira, 2022; Wilson, 2022).

A busca em torno da construção de uma IA “centrada no ser humano” indica um esforço comum entre as nações para estabelecer um arcabouço normativo para a governança de IA. A adoção dos princípios da OCDE (2019), também reforça este movimento. São eles: crescimento inclusivo, valores centrados no ser humano, equidade, transparência, segurança e responsabilização. Essa afirmação é corroborada pelas estratégias do Brasil (EBIA), Comissão Europeia (2021) e pelo estudo publicado pelo ENAP (2022). No entanto, Rocha, Domingos e Jerônimo (2024), afirmam que a perspectiva crítica pós-moderna da tecnologia sugere que a IA está enraizada em valores e interesses sociais, e o controle da tecnologia envolve uma relação de poder.

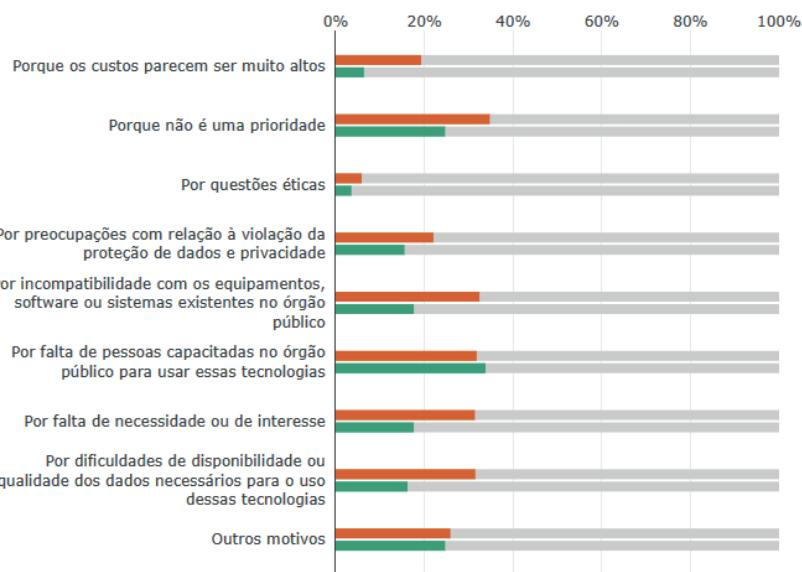
A Teoria da Dependência, resgatada em sua leitura geopolítica, explica a dinâmica estrutural onde as nações do BRICS, ao negligenciarem uma agenda forte de soberania da IA, submetem-se à lógica de extração de dados, reforçando o ciclo de acumulação primitiva de dados, como afirma Khauaja (2024). Dados obtidos pelo Observatório de Inteligência Artificial (OBIA) apontam, entre outras coisas, que os motivos principais do crescimento tímido da apropriação das ferramentas de IA pelo Estado no Brasil se deve à falta de capacitação de pessoas e a não priorização dessa agenda, conforme demonstrado no gráfico abaixo:

Gráfico 1 – Indicadores de Inteligência Artificial no Brasil

**Órgãos públicos federais e estaduais por tipo de obstáculo para o uso de IA**

Total de órgãos públicos federais e estaduais

Escolha:  Total da categoria  Federal  Estadual



Fonte: CGI.br; NIC.br (2025)

O BRICS, embora se posicione como força emergente, corre o risco de internalizar um sistema de produção de IA que reproduz relações exploratórias entre o Norte e o Sul Global. Para inverter essa dinâmica, as estratégias não podem apenas focar nos aspectos utilitaristas da tecnologia, mas devem adotar perspectivas críticas que reconheçam o poder social adquirido pela IA (Arraial Neto; Bezerra; Pustilnik, 2021; Khauaja, 2024).

Esse panorama comparativo é melhor explicado na tabela 2:

Tabela 2 – Comparação das Estratégias de Inteligência Artificial dos Membros do BRICS

País	Mitigação de Vieses Algorítmicos / Ética e Confiança	Infraestrutura Digital Local / Descentralizada
<b>Brasil (2021)</b>	Prioriza o alinhamento com a LGPD e os princípios da OCDE. Foca na qualidade dos dados para evitar a criação ou o reforço de preconceitos. Promove a revisão de decisões automatizadas	Foca no acesso a dados abertos e na melhoria da qualidade dos dados. Estimula o empreendedorismo e a criação de <i>sandboxes</i> regulatórios para testagem (supervisão inovadora)
<b>Rússia (2019)</b>	Princípios centrais são Segurança e Transparência. Exige a inteligibilidade (capacidade de interpretar) dos algoritmos e acesso não-discriminatório à informação. Necessidade de <i>datasets</i> representativos para buscar soluções imparciais	Prioriza a Soberania Tecnológica através do uso predominante de tecnologias domésticas. Foco no aumento da disponibilidade de dados e na criação de plataformas públicas para armazenamento de <i>datasets</i> diversos (médicos, voz, industriais)
<b>Índia (2018)</b>	Centrada no conceito <i>#AIforAll</i> , visando o crescimento inclusivo e social. Aborda explicitamente os desafios de violações de privacidade e viés de seleção de dados. Promove a criação de Conselhos de Ética	Propõe o <i>Marketplace Nacional de IA</i> (NAIM), modularizado em Dados, Anotação e Modelos, para democratizar o acesso a dados. Necessidade de criar grandes <i>datasets</i> anotados específicos para o contexto indiano
<b>China (2017)</b>	Máxima prioridade na Segurança, Confiabilidade e Controlabilidade da IA. Estabelece marcos legais e éticos claros. Exige rastreabilidade e responsabilidade ( <i>accountability</i> ) no design e aplicação de algoritmos	Busca a liderança mundial e a integração profunda da IA com infraestruturas (econômicas, sociais). Promove o 5G, IoT e o desenvolvimento de chips de computação de alta eficiência (ex: inspirados no cérebro). Foca na criação de plataformas de código aberto para sinergia <i>software-hardware</i>
<b>África do Sul (2020)</b>	Prioriza o desenvolvimento de uma estratégia nacional integrada para a Quarta Revolução Industrial (4IR), com foco no crescimento inclusivo para combater o desemprego, a pobreza e a desigualdade. Enfatiza a inclusão (mulheres, jovens, PMEs) na resposta nacional	Necessidade de desenvolver infraestrutura de comunicação eficiente e um plano nacional para a 4IR. Prioriza a participação de PMEs (SMMEs) e a localização do design e produção de tecnologias

Fonte: Fonte: os autores. (2025)

Ao se analisar os dados coletados e apresentados no quadro acima, observa-se que as estratégias de IA dos países do BRICS revelam um duplo desafio comum: como desenvolver a tecnologia de forma ética e como construir a infraestrutura para sustentá-la. Na questão ética, há um consenso sobre a necessidade de combater vieses algorítmicos e garantir a transparência. No entanto, os motivos por trás disso divergem. Brasil, Índia e África do Sul priorizam a inclusão social e o combate a desigualdades, alinhando a ética a um projeto de desenvolvimento interno. Já Rússia e China enfatizam a segurança, o controle e a confiabilidade dos sistemas, tratando a governança de IA como uma questão de soberania e estabilidade nacional.

Com relação à infraestrutura, a China adota uma estratégia de ponta, visando a liderança global através do domínio de setores fundamentais como chips, 5G e plataformas de código aberto. Seu modelo é integrado e de larga escala. Em um

caminho diferente, Rússia e Índia focam na autossuficiência, criando marketplaces e repositórios nacionais de dados para reduzir a dependência externa e adaptar a IA ao seu contexto local. Por fim, Brasil e África do Sul concentram-se mais em fomentar um ecossistema interno de inovação, com políticas para estimular startups, PMEs e um ambiente regulatório experimental, visando acima de tudo o desenvolvimento de sua base econômica digital.

Pode-se concluir que as diferenças nas ENIAs refletem as diferenças entre os países em termos de inserção no contexto internacional, disputas geopolíticas em que estão envolvidos e soberania tecnológica. Também reflete o potencial tecnológico já existente em outros campos, além da IA, o que evidencia que o contexto nacional é importante para a definição das ENIAs e que a trajetória de domínio de tecnologias críticas parece influenciar nos desenhos destas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema da Inteligência Artificial no setor público dos BRICS é um campo de disputa fundamental, que envolve a batalha pela hegemonia social e política e a definição de um projeto de sociedade. As ENIAs do BRICS demonstram uma clara ambição de usar a IA como alavanca para o desenvolvimento, mas são atravessadas pela tensão entre a busca por competitividade global e a necessidade local de equidade e autonomia. A prioridade em fomentar ecossistemas de excelência e confiança, através de parcerias multiatores, é o caminho apontado para impulsionar a inovação.

Em paralelo, o estudo aponta que há uma meta comum no sentido de estabelecer um arcabouço normativo que balize as implicações éticas, políticas e sociais da IA. As ENIAs do BRICS buscam alinhar-se aos princípios da OCDE (2019), focando em valores centrados no ser humano, equidade, transparência e responsabilização, na tentativa de mitigar vieses algorítmicos e garantir a qualidade dos dados. Contudo, os abismos socioculturais e econômicos, além das diferenças éticas e estratégicas entre os membros, são fatores que permanecem dificultando a regulação e a mitigação dos impactos socioeconômicos.

A análise aponta que, embora o BRICS atue como contestador das estruturas hegemônicas ocidentais e busque uma governança multipolar, o bloco enfrenta a dependência de know-how técnico-científico de economias de mercado desenvolvidas. Esta dependência estrutural é o cerne da discussão sobre governança. A Teoria da Dependência resgata o alerta de que, ao negligenciarem uma agenda forte de soberania da IA, esses países ficam expostos à lógica de extração de dados, reforçando ciclos exploratórios.

Dada a natureza exploratória e os limites de sua realização, o presente artigo não cobriu toda a complexidade das ENIAs. Novas análises, incluindo a utilização de novas fontes de informação, podem cobrir eventuais lacunas.

Apesar destas limitações, o trabalho abre perspectivas para aprofundamentos futuros. A partir dos elementos aqui apresentados, pode-se desenvolver um modelo analítico mais abrangente para compreensão e avaliação das ENIAs, inclusive permitindo comparações com países de outros blocos econômicos.

Estudos de caso aprofundados sobre cada um dos países também podem se beneficiar desses desenvolvimentos e, ao mesmo tempo, identificar novos elementos de análise e comparação.

Dado o fato de que as ENIAs são relativamente recentes, a literatura ainda não oferece avaliações com maior fôlego. A partir deste trabalho, pode-se também desenvolver um framework de avaliação de resultados e impactos das ENIAs em um horizonte temporal mais longo.

Por fim, a implementação das ENIAs pode também ser analisada pela lente das capacidades estatais. Compreender a novas capacidades demandadas dos governos para a implementação dessas estratégias e os processos que facilitam ou dificultam a mobilização dessas capacidades pode ser muito útil para a compreensão dos seus limites e possibilidades e auxiliar o aperfeiçoamento das ENIAs.

## REFERÊNCIAS

ÁFRICA DO SUL. **Presidential Commission on the Fourth Industrial Revolution (PC4IR) Report**: A Summary. Pretoria: The Presidency, 2020. Disponível em: [https://www.gov.za/sites/default/files/gcis\\_document/202010/pc4ir-report-a-summary.pdf](https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/202010/pc4ir-report-a-summary.pdf). Acesso em: 24 set. 2025.

ARRAIS NETO, Enéas; BEZERRA, Tânia Serra Azul Machado; PUSTILNIK, Marcelo Vieira. Transformações econômicas, políticas e sociais na América do Sul e a educação como espaço de definição hegemônica. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 37, 2021. DOI: 10.1590/0102-4698233354. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/DnH8cxysz7Y6nyy3rJJDfqD/?lang=pt>. Acesso em: 26 set. 2025.

BIRKSTEDT, Teemu et al. AI governance: themes, knowledge gaps and future agendas. **Internet Research**, v. 33, n. 7, p. 133-169, 2023. DOI: 10.1108/INTR-01-2022-0042. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/INTR-01-2022-0042/full/html>. Acesso em: 7 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. *Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA)*: documento de referência. Brasília: MCTI, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/aarquivosinteligenciaartificial/ebia-documento\\_referencia\\_4-979\\_2021.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/aarquivosinteligenciaartificial/ebia-documento_referencia_4-979_2021.pdf). Acesso em: 24 jun; 2025.

BRITO, Eder dos Santos; CAMPAGNONE, Marcos Camargo. Regiões metropolitanas e consórcios intermunicipais – esferas regionais em prol das questões locais. In: CARNEIRO, José Mario Brasiliense; GIOSA, Lívio Antônio; LEMOS, Murilo Lemos de (org). **Gestão municipal no Brasil: modernização, cooperação e humanização**. São Paulo: Oficina Municipal, 2021. p. 92-114.

CHIARINI, Túlio; Da SILVEIRA, Sergio Amadeu. **Exame comparativo das estratégias nacionais de inteligência artificial de Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e Coreia do Sul**: consistência do diagnóstico dos problemas-chave identificados. Rio de Janeiro: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2805).

CHINA. The State Council. **A New Generation Artificial Intelligence Development Plan**. Beijing: The State Council of the People's Republic of China, 2017. Disponível em: <https://digichina.stanford.edu/work/translation-chinas-new-generation-artificial-intelligence-development-plan-2017/>. Acesso em 24 set. 2025.

COMISSÃO EUROPEIA. **Fomentar uma abordagem europeia da inteligência artificial**. Anexo da Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Bruxelas, 2021. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:01ff45fa-a375-11eb-9585-01aa75ed71a1.0014.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:01ff45fa-a375-11eb-9585-01aa75ed71a1.0014.02/DOC_1&format=PDF). Acesso em 25 set. 2025.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL (CGI.br); NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR (NIC.br). **Indicadores**. São Paulo: CGI.br; NIC.br, 2025. Disponível em: <https://obia.nic.br/s/indicadores>. Acesso em: 26 set. 2025.

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (Enap). **Regulação da Inteligência Artificial**: benchmarking de países selecionados. Brasília, DF: Enap, 2022. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7419>. Acesso em: 25 set. 2025.

FEDATO, G. A. de L.; PIRES, V. M.; TREZ, G. The Future of Research in Strategy Implementation in the BRICS Context. **Brazilian Business Review**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 288–303, 2017. DOI: 10.15728/bbr.2017.14.3.2. Disponível em: <https://bbronline.com.br/index.php/bbr/article/view/40>. Acesso em: 18 set. 2025.

FILGUEIRAS, Fernando.; JUNQUEIRO, Tainá Aguiar. The Brazilian (Non) perspective on national strategy for artificial intelligence. **Discover Artificial Intelligence**, v. 3, n. 7, 2023. DOI: 10.1007/s44163-023-00052-w.

GUERRERO, M. G. A neoinstitutionalist proposal to study the BRICS. **Contexto Internacional**, v. 44, n. 2, 2022. DOI: 10.1590/50102-8529.20224402e20200120. Disponível em: SciELO Brasil - A Neoinstitutionalist Proposal to Study the BRICS A Neoinstitutionalist Proposal to Study the BRICS. Acesso em: 23 set. 2025.

INDIA. NITI Aayog. **National Strategy for Artificial Intelligence**. New Delhi: NITI Aayog, 2018. Disponível em: <https://niti.gov.in/sites/default/files/2023-08/National-Strategy-for-AI-pdf.pdf>. Acesso em 24 set. 2025.

KHAUJA, P. O. Dependência e Soberania nas Tecnologias de Inteligência Artificial: uma análise a partir dos conceitos de acumulação primitiva de dados e Data Processing Inequality. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, dez. 2024. DOI: 10.18617/liinc.v2012.7316. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/7316>. Acesso em: 26 set. 2025.

OLIVEIRA NONATO, Saulo de; DA SILVA DE SOUZA FIGUEIREDO, Shalon; ANDRE DE MELO ALVES, Carlos; NOGUEIRA DIAS, Cleidson. Cooperação interorganizacional em planos estratégicos de inteligência artificial: uma análise comparativa. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 01-29, 2024. DOI: 10.24023/FutureJournal/2175-5825/2024.v16i1.838. Disponível em <https://future.emnuvens.com.br/FSRJ/article/view/838>. Acesso em 26 set. 2025.

OLIVIERI, Cecilia; MARTINELLI, Bruno; TELES, Raphaela. Soluções colaborativas para problemas públicos: contribuições do ciclo de políticas públicas e da inovação. In: CARNEIRO, J. M. B.; GIOSA, L. A.; LEMOS, M. L. de (org.). **Gestão municipal no Brasil: modernização, cooperação e humanização**. São Paulo: Oficina Municipal, 2021. p. 135- 153.

ORGANIZATIONFOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Artificial Intelligence in society*. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>. Acesso em 26 jun. 2025.

OSBORNE, S. P. (org.). **The new public governance?**: emerging perspectives on the theory and practice of public governance. London: Routledge, 2010.

QIN, Shuang; DENG, Hongbing; HU, Shengmei. Digital Development and China-BRICS trade: Role of institutional distance. **Finance Research Letters**, v. 73, 2025. DOI: 10.1016/j.frl.2024.106636. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666378325000261>. Acesso em 18 set. 2025.

ROCHA, Luiza Cristina Jordão Braga Vilaça da; DOMINGOS, Wendell de Moura; JERONIMO, Taciana de Barros. A construção social da tecnologia a partir de uma leitura pós-moderna no contexto organizacional. Gestão.Org – **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife, v. 22, p. 1-14, 2024. DOI: 10.51359/1679-1827.2024.263227. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/gestaoorg/article/view/263227>. Acesso em: 4 out. 2025.

**RÚSSIA. National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the period up to 2030.** [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Decree-of-the-President-of-the-Russian-Federation-on-the-Development-of-Artificial-Intelligence-in-the-Russian-Federation-.pdf>. Acesso em: 24 set. 2025.

SILVA, E. C. de M., ROCHA, I., VAZ, J. C., VENEZIANI, J. R. de A., & MODANEZ, C. de C. (2025). Entre licenças bilionárias e nuvens internacionais: um mapeamento sistemático de contratos do setor público brasileiro com fornecedores internacionais de tecnologias. *InterAção*, 16(4), e93697. <https://doi.org/10.5902/2357797593697>.

ZAIDAN, Esmat; IBRAHIM, Imad Antoine. AI Governance in a Complex and Rapidly Changing Regulatory Landscape: A Global Perspective. *Humanities & Social Sciences Communications*, v. 11, 2024. DOI: 10.1057/s41599-024-03560-x. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41599-024-03560-x>. Acesso em: 6 out. 2025.

“Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e adequação às normas ABNT são de inteira responsabilidade dos autores.»



## CAPÍTULO 10

# METODOLOGIAS ATIVAS NA FORMAÇÃO EM LOGÍSTICA: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO E-KAR (STEAM-PBL)

**Leônidas Alvarez Neto**  
Fatec Zona Sul

**Alex Macedo de Araujo**  
Fatec Zona Sul

**Manoel Luís Freire Belém**  
ECATU

**RESUMO :** Este trabalho apresenta a experiência do Projeto e-Kar, desenvolvido no curso de Logística da FATEC Zona Sul com base na metodologia STEAM-PBL. A iniciativa partiu de um desafio concreto: projetar e construir um veículo elétrico, aproximando os alunos de situações reais de transporte, gestão de recursos e planejamento logístico. Ao longo do percurso, os estudantes se viram diante de escolhas e responsabilidades. Precisaram organizar equipes, dividir tarefas e negociar com parceiros externos. Essas situações trouxeram para dentro da sala de aula práticas muito próximas às que encontrarão no mercado de trabalho. O maior resultado não foi apenas técnico. O valor esteve no aprendizado coletivo, na vivência de cooperação e no protagonismo dos alunos. A sala de aula transformou-se em um espaço de experimentação, no qual teoria e prática se encontraram. O caso mostra que a combinação entre metodologias ativas e problemas reais fortalece a formação do tecnólogo em Logística. Ao mesmo tempo em que garante domínio de conteúdo, promove autonomia e amplia as condições de inserção profissional. Trata-se de uma experiência que pode inspirar outras instituições de ensino superior tecnológico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística; Gestão; STEAM-PBL; Metodologias ativas; Formação profissional.

## INTRODUÇÃO

Em 2019, ao completar sete anos de experiência docente na FATEC Zona Sul, o professor Leônidas Alvarez Neto propôs a introdução de um diferencial na prática pedagógica do curso de Logística. Atuando em regime parcial, conciliando a docência em duas disciplinas com atividades na iniciativa privada, assumiu como missão aproximar a formação acadêmica da realidade profissional que os estudantes enfrentariam ao concluir o curso.

Nesse contexto, foi adotada a perspectiva das metodologias ativas, estruturando o ensino por meio de projetos que permitissem trabalhar de forma integrada os conteúdos previstos em ementa. A busca por maior aprofundamento conduziu ao contato com a abordagem STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), introduzida no Brasil pelo físico Manoel Luis Freire Belem. A proposta de articular o STEAM à aprendizagem baseada em problemas (PBL – Problem Based Learning) resultou no desenho de um projeto-piloto aplicado ao curso de Logística, que passou a ser denominado Projeto Tecnólogo STEAM.

O ponto de partida desse projeto foi a construção de um veículo elétrico, o e-Kar, concebido em regime colaborativo por estudantes do último semestre, com apoio de professores, empresas parceiras e mentoria externa. A experiência não se restringiu ao aspecto técnico: trouxe para a sala de aula situações de planejamento, negociação e tomada de decisão muito próximas da realidade empresarial, permitindo que os alunos exercitassem competências próprias da logística contemporânea.

Assim, a proposta que se apresenta neste capítulo não é apenas a descrição de um projeto bem-sucedido, mas uma reflexão sobre como metodologias ativas, aplicadas a problemas reais, podem ampliar a formação do tecnólogo em logística. Ao sistematizar as etapas, desafios e aprendizados do Projeto e-Kar, busca-se discutir de que modo iniciativas dessa natureza podem ser replicadas em outros contextos do ensino superior tecnológico.

## METODOLOGIAS ATIVAS E STEAM-PBL NO ENSINO TECNOLÓGICO

Nos últimos anos, falar sobre ensino em cursos tecnológicos virou quase obrigatório. Há um consenso: a aula expositiva, do professor falando e o aluno ouvindo, não dá mais conta sozinha. Ela ajuda, claro, mas não estimula de verdade a autonomia, a criatividade ou a capacidade de tomar decisões. É aí que entram as chamadas metodologias ativas. Elas colocam o estudante em movimento, participando de projetos e resolvendo situações que lembram o que ele vai encontrar no trabalho.

O STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) é um exemplo. A proposta é simples: juntar diferentes áreas do conhecimento em atividades práticas. O aluno não fica apenas na teoria; precisa transformar o que aprendeu em algo concreto. Essa lógica tem muito a ver com o movimento maker, que valoriza o aprender fazendo e dá espaço para experimentar e errar no processo.

O PBL (Problem Based Learning) segue a mesma linha, mas foca nos problemas. Em vez de receber respostas prontas, o estudante é colocado diante de uma questão real, investiga, discute com colegas, organiza informações e tenta achar soluções. Quando unimos o STEAM e o PBL, surge o STEAM-PBL, que mistura prática e interdisciplinaridade em projetos que fazem sentido para quem aprende.

Na Logística isso se encaixa muito bem. O profissional da área convive com imprevistos todos os dias: um caminhão que atrasa, uma carga que precisa ser redirecionada, falhas em sistemas ou na infraestrutura. Trazer esse tipo de desafio para dentro da sala de aula faz o estudante perceber que o aprendizado não é só acumular teoria. É viver experiências que o aproximam da realidade do setor e o preparam para lidar com problemas de verdade.

## OBJETIVOS

O projeto nasceu com uma ideia central: mudar a forma como os alunos aprendiam. Mais do que repassar conteúdo, a intenção era provocar uma mudança de postura diante do conhecimento. A proposta era simples, mas desafiadora: cada estudante deveria aprender a aprender.

Na prática, isso significava ampliar o próprio repertório e ter condições de aplicar o que aprendia em situações diferentes, dentro e fora da área da Logística. O contexto ajudava a justificar esse caminho: em um cenário em que atividades repetitivas já são substituídas por máquinas e sistemas automatizados, o que faz diferença não é apenas saber a técnica, mas conseguir se adaptar.

Como objetivos específicos, o projeto buscou:

- i. formar profissionais mais preparados para as demandas do mercado, com habilidades numéricas, analíticas e críticas que se tornam diferenciais em processos seletivos e no exercício diário da profissão;
- ii. expor os alunos a desafios reais, em projetos que exigiam atitudes semelhantes às encontradas em empresas, aproximando a sala de aula do ambiente de trabalho;

- iii. ampliar a rede de contatos e oportunidades, favorecendo o networking por meio da interação com parceiros externos;
- iv. estimular o desenvolvimento de competências socioemocionais como autonomia, protagonismo, iniciativa, cooperação, confiança e respeito;
- v. valorizar a interdisciplinaridade, superando a fragmentação do conhecimento e promovendo uma visão mais integrada dos problemas logísticos.

Ainda que o resultado técnico fosse importante, o ganho mais imediato foi outro: os alunos passaram a se reconhecer como parte de uma experiência diferenciada. Esse sentimento de pertencimento trouxe motivação e orgulho e fez com que muitos se identificassem com uma nova marca de sua formação — a de “Tecnólogos STEAM”.

## PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

A proposta do Projeto e-Kar foi apresentada nas disciplinas Gestão de Transporte de Cargas e Roteirização e Tecnologia dos Transportes, ambas ofertadas no sexto semestre do curso superior de Logística. Desde o início, o professor Leônidas Alvarez Neto percebeu que a experiência do mentor Manoel Belém, introdutor da abordagem STEAM no Brasil, seria decisiva para dar consistência ao trabalho e acelerar sua implementação.

O desafio escolhido foi a construção de um veículo elétrico monoposto, inspirado nas competições educacionais Greenpower, realizadas anualmente na Inglaterra. A ideia rapidamente conquistou os alunos, pois reunia inovação tecnológica, aderência direta às disciplinas do curso e um caráter prático capaz de mobilizar diferentes saberes.

Antes de levar a proposta às turmas, a iniciativa foi discutida com a direção da FATEC Zona Sul e com a coordenação do curso de Logística. A condição estabelecida foi clara: o projeto não substituiria os conteúdos programáticos previstos, mas seria desenvolvido de forma complementar, sem qualquer vínculo comercial com a instituição ou seus docentes. Com essa diretriz, o projeto pôde avançar como atividade pedagógica inovadora, articulando teoria e prática.

Definido o desafio, apresentou-se a proposta aos estudantes, que aceitaram de imediato participar. Estabeleceu-se, então, que a construção do carro seria conduzida em etapas, com divisão de equipes e atribuição de responsabilidades. Cada grupo assumiu funções específicas — leitura do regulamento técnico, desenho do projeto no software Solid Edge, planejamento elétrico e mecânico, carenagem, marketing, financiamento e montagem. Essa estrutura criou um ambiente de interdependência, no qual o desempenho de cada equipe impactava diretamente o resultado final.

Desde o princípio ficou evidente que o projeto extrapolaria os limites de sala de aula: envolvia reuniões fora do horário regular, contato com empresas e busca de patrocínios. Para os alunos, isso significava vivenciar, ainda na graduação, os desafios de um projeto real de logística, em que o cumprimento de prazos, a divisão de tarefas e a negociação com parceiros são elementos centrais.

## ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O desenvolvimento do Projeto e-Kar foi organizado em fases sucessivas, cada uma marcada por aprendizados técnicos e desafios pedagógicos. O primeiro passo consistiu na análise do regulamento do Greenpower, competição que inspirou a iniciativa. Embora a leitura do documento fosse essencial para orientar a construção do veículo, a equipe enfrentou dificuldades em compreender o regulamento em sua totalidade. Esse obstáculo inicial mostrou a importância da disciplina na gestão de projetos: sem planejamento e estudo conjunto, os avanços tornavam-se lentos.

Logo depois, os alunos começaram a trabalhar com o software Solid Edge, onde desenharam a estrutura do carro e levantaram as peças necessárias. Ao mesmo tempo, foram tomando decisões sobre motor, baterias, freios e direção. Como esse conhecimento técnico não fazia parte da grade de Logística, foi preciso procurar ajuda de fora, conversar com profissionais da área e aprender a negociar informações que fugiam ao repertório do curso. Esse movimento os obrigou a reconhecer limites e, ao mesmo tempo, a buscar soluções em rede.

Outra frente importante foi a carenagem e a identidade visual do e-Kar. A equipe responsável decidiu criar a marca, cuidar do design e pensar em como divulgar o projeto. Além da parte estética, assumiram redes sociais, montagem de portfólio e contatos diretos com empresas. Essa dimensão comunicacional mostrou que a Logística também envolve saber se apresentar, construir imagem e dialogar com diferentes públicos — algo cada vez mais exigido no mercado.

O financiamento foi outro desafio relevante. Desde cedo, os estudantes entenderam que a viabilidade do projeto dependia da participação de empresas parceiras. O processo de captação envolveu elaboração de apresentações, visitas e contatos institucionais. Embora muitas propostas não tenham se concretizado, os apoios obtidos — como da Eletrabus, BergerTec e Macedo Plásticos — foram decisivos para viabilizar a montagem final. A experiência reforçou a importância da articulação entre setor produtivo e instituições de ensino, aspecto central para cursos de tecnologia.

A montagem do veículo ocorreu em etapas finais: primeiro a parte elétrica, depois a integração mecânica e, por último, a carenagem. O cronograma sofreu atrasos, e a equipe não conseguiu participar da seletiva de Rockingham, mas concluiu

o carro em dezembro de 2019. O evento de entrega oficial, realizado na FATEC Zona Sul, marcou simbolicamente a conquista coletiva: mais do que um protótipo funcional, o e-Kar representava a materialização de um processo de aprendizagem ativo e interdisciplinar.

## DESAFIOS ENFRENTADOS

O desenvolvimento do e-Kar trouxe à tona dificuldades que ultrapassaram o aspecto técnico. Um dos primeiros desafios foi o engajamento com a leitura e interpretação do regulamento da competição Greenpower. Muitos alunos demoraram a compreender que o projeto exigia estudo autônomo e dedicação além do horário regular de aulas. Esse estranhamento refletia a mudança de paradigma: deixar de executar apenas tarefas dirigidas pelo professor e assumir responsabilidade coletiva.

Outro ponto crítico foi a compatibilização entre currículo e projeto. Embora houvesse aderência com as disciplinas de Logística, as atividades do e-Kar exigiam conhecimentos de engenharia mecânica e elétrica que não faziam parte da formação. Isso obrigou os alunos a buscar apoio externo e lidar com a insegurança de sair da zona de conforto.

A captação de patrocínios também se mostrou um obstáculo. Nem todas as empresas visitadas aceitaram apoiar a iniciativa, o que obrigou a reformular estratégias de negociação. Além disso, o projeto sofreu com atrasos no cronograma, especialmente no período de transição entre turmas, já que parte dos estudantes concluiu o curso antes da entrega final.

Esse desafios, longe de fragilizarem o projeto, acabaram se tornando oportunidades de aprendizagem. A cada obstáculo, os alunos eram instados a repensar estratégias e buscar soluções coletivas, exercitando competências essenciais para a gestão logística.

## DESAFIOS ENFRENTADOS

O desenvolvimento do e-Kar trouxe à tona dificuldades que ultrapassaram o aspecto técnico. Um dos primeiros desafios foi o engajamento com a leitura e interpretação do regulamento da competição Greenpower. Muitos alunos demoraram a compreender que o projeto exigia estudo autônomo e dedicação além do horário regular de aulas. Esse estranhamento refletia a mudança de paradigma: deixar de executar apenas tarefas dirigidas pelo professor e assumir responsabilidade coletiva.

Conciliar o currículo do curso com as demandas do projeto foi outro ponto de tensão. Havia aderência com as disciplinas de Logística, mas o e-Kar exigia conhecimentos de áreas como elétrica e mecânica que não faziam parte da formação.

Os alunos precisaram buscar apoio externo, pedir ajuda a engenheiros parceiros e aprender a lidar com o desconforto de trabalhar em algo fora da sua zona de segurança.

Também não foi simples lidar com o financiamento. As visitas a empresas nem sempre se traduziam em apoio imediato, o que obrigava o grupo a reavaliar estratégias e insistir nas negociações. Além disso, o calendário acadêmico trouxe um obstáculo adicional: a troca de turmas no meio do projeto, já que parte dos alunos se formou antes da entrega final do veículo. Esse revezamento comprometeu a continuidade do trabalho e atrasou o cronograma.

Esse impasses acabaram se tornando parte da aprendizagem. O que no início parecia um problema de ordem prática revelou-se uma oportunidade para exercitar planejamento, resiliência e criatividade.

## COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS

Durante a execução do projeto, os alunos descobriram que aprender ia muito além de seguir o conteúdo da disciplina. Ao lidar com ferramentas de desenho, organizar cronogramas e registrar reuniões, acabaram se aproximando de rotinas que lembravam muito a de uma empresa real. Essas tarefas, que à primeira vista pareciam simples, mostraram-se fundamentais para dar continuidade ao trabalho e ensinaram a importância de acompanhar prazos, dividir funções e manter o grupo informado.

No plano socioemocional, o aprendizado foi ainda mais evidente. A necessidade de cooperar, respeitar o tempo do outro e negociar soluções para conflitos internos fez com que cada estudante assumisse, de fato, um papel no grupo. Aos poucos, perceberam que não bastava entregar a própria parte: era preciso garantir que o resultado final tivesse consistência. Essa experiência deu sentido concreto a valores como protagonismo, confiança e responsabilidade coletiva.

O projeto também abriu espaço para uma vivência mais próxima do mercado. Nas conversas com empresas parceiras, na busca por patrocínios e nas apresentações públicas, os alunos tiveram de se posicionar, defender propostas e lidar com a pressão de convencer interlocutores externos. Essa exposição mostrou que a formação em Logística não se limita a dominar técnicas, mas exige também a capacidade de dialogar com diferentes atores e transformar ideias em resultados práticos.

## RESULTADOS E IMPACTOS DO PROJETO

Quando o e-Kar ficou pronto e os testes mostraram que o carro realmente funcionava, a reação dentro da FATEC Zona Sul foi imediata. Para os alunos, ver o

veículo rodando significou mais do que cumprir um cronograma: foi a prova de que eram capazes de levar adiante um desafio que, no início, parecia fora do alcance. Esse impacto emocional acabou sendo tão forte quanto o resultado técnico, pois deu confiança e mostrou que a formação acadêmica pode gerar conquistas concretas.

O alcance do projeto foi além da sala de aula. Professores, funcionários, familiares e até empresas parceiras participaram de momentos de apresentação e celebração. A instituição ganhou visibilidade e passou a mostrar, na prática, que é possível aproximar o ensino de Logística da inovação tecnológica e de debates atuais, como a mobilidade elétrica e a sustentabilidade.

Houve também efeitos diretos sobre a vida profissional dos estudantes. O contato com empresas de transporte e tecnologia abriu portas para estágios e oportunidades de trabalho. O networking criado no processo ajudou a reduzir a distância entre formação e mercado, e reforçou a imagem da FATEC como espaço que prepara seus alunos para realidades em transformação.

O impacto mais profundo, no entanto, foi pedagógico. O e-Kar demonstrou que metodologias ativas podem transformar a sala de aula em um espaço de prática real. Os alunos não apenas aprenderam conteúdos de Logística, mas vivenciaram a experiência de resolver problemas, criar soluções e trabalhar coletivamente, competências que dificilmente se desenvolvem em aulas puramente expositivas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto e-Kar mostrou, na prática, que metodologias ativas podem mudar a forma como se aprende Logística. A construção do carro elétrico não foi apenas um exercício técnico, mas uma experiência de trabalho real, com todos os imprevistos e responsabilidades que normalmente fazem parte do mercado. Os alunos saíram da rotina de provas e trabalhos individuais para lidar com prazos, negociações e decisões coletivas.

Houve, claro, limitações. A falta de conhecimento específico em engenharia, a dificuldade de manter o ritmo entre turmas diferentes e a necessidade de buscar patrocínios expuseram fragilidades. Mas esses obstáculos também ensinaram muito: obrigaram os estudantes a procurar apoio externo, a improvisar soluções e a desenvolver resiliência.

O projeto também deu visibilidade à instituição. A presença de parceiros, os eventos de apresentação e o próprio protótipo rodando mostraram que a FATEC Zona Sul pode ser um espaço de inovação e de conexão direta com o setor produtivo. Para os alunos, o impacto foi ainda mais pessoal: descobriram que eram capazes de entregar um resultado que, no início, parecia impossível.

Mais do que registrar um caso bem-sucedido, este capítulo busca destacar que projetos como o e-Kar devem ser entendidos como parte da formação e não como atividade complementar. Experiências assim aproximam o ensino da vida profissional e ajudam a formar tecnólogos que combinam conhecimento técnico com pensamento crítico e trabalho em equipe — qualidades indispensáveis em um mundo em constante transformação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ NETO, L.; BELEM, M. L. F. Álbum e-Kar log19. 2019. Disponível em: <https://photos.app.goo.gl/jPUUzRPYfP5MC6hU8>. Acesso em: 3 out. 2025.
- BELEM, M. L. F. Artigos publicados no Medium. Disponível em: <https://medium.com/@mlbelem>. Acesso em: 3 out. 2025.
- BELEM, M. L. F. Revista CrowdLearn4Us – Aprendizagem. s.d.
- BELEM, M. L. F. Guia de Metodologias Ativas – BETT 2019. 2019. Disponível em: <https://www.slideshare.net/mlbelem/guia-metodologias-ativas-bett2019>. Acesso em: 3 out. 2025.
- BELEM, M. L. F.; MENEGALDO, K. Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM): Multidisciplinaridade e Práticas Colaborativas em Sala de Aula. Encontro 10 – Crescer em Rede, Edição Especial: metodologias ativas. São Paulo: Instituto Crescer, 2019.
- BERTELLI, L. G. A situação embaraçosa da educação brasileira: soluções. São Paulo: Miró Editoria, 2016-2017.
- BERTELLI, L. G. Brasil: a realidade que enfrentamos, a educação que desejamos. Coletânea de Artigos. São Paulo: CIEE, 2016.
- FACEBOOK. e-Kar STEAM. Disponível em: <https://www.facebook.com/eletrabuzz.fatecsul>. Acesso em: 3 out. 2025.
- FACEBOOK. Movimento LearnSteam no Brasil. Disponível em: <https://www.facebook.com/learnsteam.br/>. Acesso em: 3 out. 2025.
- MANUAL STEM-PBL de Empreendedorismo. Documento pedagógico. s.d.
- YOUTUBE. STEMmaker by LearnSteam. Canal oficial. Disponível em: <https://www.youtube.com/@STEMmaker>. Acesso em: 3 out. 2025.

# INTEGRAÇÃO ENTRE BIG DATA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E BLOCKCHAIN NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: CAMINHOS PARA A EFICIÊNCIA, RASTREABILIDADE E RESILIÊNCIA LOGÍSTICA

**Davi de Albuquerque Gomes**  
FATEC Guarulhos

**Elzo Brito dos Santos**  
CGTIC - CPS

**Gleidmilson de Azevedo**  
ETEC Guarulhos

**Thiago Bergoci**  
Universidade de São Paulo

**Marcos Donizete de Sousa**  
ETEC Guarulhos

**RESUMO:** O artigo analisa a integração entre Big Data, Inteligência Artificial (IA) e Blockchain na Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS), tema relevante diante da crescente complexidade, globalização e necessidade de transparência e sustentabilidade nas operações logísticas. O problema central consiste em compreender como a combinação dessas três tecnologias pode ampliar a rastreabilidade, mitigar fraudes e otimizar a tomada de decisão em tempo real. O estudo tem como objetivo geral demonstrar de que forma essa integração fortalece a eficiência, a resiliência e a segurança informacional das cadeias de suprimentos digitais. A metodologia utilizou pesquisa com abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, baseada em revisão bibliográfica sistemática realizada entre agosto e outubro de 2025 nas bases Scopus, CAPES e Google Acadêmico, resultando na seleção de 43 artigos publicados entre 2019 e 2025. Os resultados apontam que o Big Data sustenta a coleta e análise massiva de informações, a IA aprimora previsões e decisões logísticas e o Blockchain garante imutabilidade e confiança nas transações. A integração entre essas tecnologias mostrou-se capaz de reduzir custos, elevar a agilidade operacional e promover cadeias mais transparentes e sustentáveis.

Contudo, foram identificadas barreiras como altos custos de implementação, falta de interoperabilidade e carência de profissionais especializados. Conclui-se que a convergência entre Big Data, IA e Blockchain constitui um pilar estratégico da transformação digital e da competitividade na Indústria 5.0, exigindo investimentos em infraestrutura, governança de dados e capacitação técnica para sua plena consolidação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cadeia de Suprimentos; Inteligência Artificial; Blockchain; Big Data; Transformação Digital.

## Integration of Big Data, Artificial Intelligence, and Blockchain in the Supply Chain: Paths to Efficiency, Traceability, and Logistics Resilience

**ABSTRACT:** The study addresses the digital transformation of Supply Chains Management (SCM) in the face of the complexity imposed by globalization, market volatility, and increasing demands for transparency and sustainability. The research problem investigates how the integration of Big Data, Artificial Intelligence (AI), and Blockchain can enhance traceability, mitigate fraud, and optimize real-time decision-making in digital supply chains. The main objective is to demonstrate how this triple integration strengthens operational efficiency, security, and resilience. The methodology is based on a literature review of recent studies and technical reports, which allowed for the analysis of the roles and practical applications of these technologies. The results indicate that the combination of Big Data, AI, and Blockchain improves demand forecasting, reduces waste, enhances traceability, and prevents cyberattacks, while simultaneously advancing sustainability and governance in global supply networks. It is concluded that the integration of these technologies forms an essential pillar for organizational competitiveness, driving the transition toward intelligent, secure, and sustainable supply chains characteristic of Industry 5.0. The article analyzes the integration of Big Data, Artificial Intelligence (AI), and Blockchain as a strategic driver of digital transformation in Supply Chain Management (SCM), considering the growing complexity, globalization, and demand for transparency and sustainability. The study addresses the research problem of how this integration can enhance traceability, mitigate fraud, and optimize real-time decision-making. The general objective is to demonstrate how the combined use of these technologies strengthens the efficiency, resilience, and information security of supply chains. The methodology employed was qualitative, exploratory, and descriptive, based on a systematic literature review conducted in the Scopus, CAPES, and Google Scholar databases between August and October 2025, encompassing 43 articles published between 2019 and 2025. The results show that Big Data

expands analytical and predictive capacity, AI automates and improves decision-making processes, and Blockchain ensures information integrity and traceability. It was found that the triple integration of these technologies enhances operational efficiency and transactional trust, although barriers such as high implementation costs, lack of qualified professionals, and absence of standardization still limit their full adoption. Emerging trends include the use of digital twins, Green Blockchain, Explainable AI, and smart contracts, which are expected to foster collaborative, sustainable, and human-centered supply chains. The study concludes that the synergy between Big Data, AI, and Blockchain constitutes a strategic pillar for resilience and competitiveness in Industry 5.0.

**KEYWORDS:** Supply Chain; Artificial Intelligence; Blockchain; Big Data; Digital Transformation.

## INTRODUÇÃO

A gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) moderna está imersa em um ambiente de alta complexidade, intensificado pela globalização, pela volatilidade dos mercados e pelas crescentes exigências de consumidores e reguladores por transparência e sustentabilidade. Essa conjuntura demanda uma reestruturação digital das cadeias, capazes de responder a rupturas, fraudes e desperdícios em escala global. A transformação digital tornou-se, portanto, um imperativo estratégico para garantir a competitividade e a resiliência organizacional (Campos; Silva, 2024; Socca Junior, 2024).

A expansão da economia digital elevou exponencialmente o volume de dados corporativos. O IDC projeta que a Global DataSphere alcance aproximadamente 181 zettabytes em 2025 (Em comparação com 64,2 ZB em 2020), resultado da disseminação de sensores, dispositivos IoT e sistemas integrados (IDC, Global DataSphere Forecast 2021–2025). Em 2024, foram gerados, capturados, copiados ou consumidos por volta de 402,89 milhões de terabytes por dia, cerca de 147 ZB/ano, com projeção de 181 ZB em 2025 (SOAX Research, 2025).

No entanto, apenas uma pequena fração desse volume é utilizada para a tomada de decisão, o que revela uma lacuna na capacidade analítica das empresas. De acordo com Ferreira e Ferreira (2024), cerca de 13% das organizações brasileiras conseguem extrair plenamente o valor de suas iniciativas de digitalização logística, o que resulta em perdas expressivas de produtividade, estoques obsoletos e falhas no atendimento ao cliente.

A globalização das cadeias de suprimentos trouxe ganhos de escala, mas também aumentou a vulnerabilidade a fraudes, falsificações e interrupções operacionais. Setores como o alimentício e o farmacêutico são particularmente afetados pela falta de rastreabilidade e pelo risco de contaminação ou falsificação de produtos (Yang et al., 2021; Vignesh et al., 2025). Estudos recentes indicam que, apenas em 2022, mais de 1 bilhão de toneladas de alimentos foram desperdiçadas globalmente por falhas na rastreabilidade e no transporte (ONU, 2023). Tais perdas econômicas e ambientais reforçam a necessidade de maior transparência e controle ao longo de toda a cadeia. Além disso, o avanço das ameaças cibernéticas e dos ataques de ransomware representam um grande desafio crítico. Wang et al. (2024) destacam que as infraestruturas logísticas se tornaram alvos frequentes de ataques, comprometendo dados sensíveis de fornecedores e clientes, nesse contexto, a integração de tecnologias inteligentes e seguras surge como prioridade para gestores logísticos. A Grande Massa de Dados (Big Data), Inteligência Artificial (IA) e o Blockchain (BC) despontam como pilares dessa transformação, permitindo não apenas a análise preditiva de grandes massas de dados, mas também o registro imutável e auditável das transações em rede (Rustice et al., 2024; Marchand et al., 2025).

Evidências recentes, indicam que infraestruturas logísticas se tornaram alvos recorrentes de ataques cibernéticos, com comprometimento de dados sensíveis de fornecedores e clientes (ENISA, 2023). Casos como os ataques a Change Healthcare — exfiltração de aproximadamente 6 TB de dados, pagamento de US\$ 22 milhões e perdas superiores a US\$ 2 bilhões — e à CDK Global — paralisação de quase 15.000 concessionárias e prejuízos estimados acima de US\$ 1 bilhão — ilustram a magnitude do risco (Pró Writters, 2025). No contexto europeu, registram-se aumento de 48% nos incidentes do setor em cinco anos, concentração de 21% dos ataques DDoS em transporte e logística, crescimento de 467% em ransomware marítimo e custo médio de violação de dados de US\$ 4,18 milhões (Eye Security, 2025); adicionalmente, o ransomware já responde por 38% dos ataques contra transportes, muitos iniciados por phishing, com custo médio de € 2,88 milhões por incidente (Aware Train, 2024), diante desse cenário, a integração de tecnologias inteligentes e seguras torna-se prioridade para gestores logísticos.

A Inteligência Artificial (IA) e o Blockchain despontam como pilares dessa transformação ao combinar análise preditiva de grandes massas de dados com registro imutável e auditável, inclusive via contratos inteligentes, reforçando rastreabilidade, conformidade e confiança nas cadeias de suprimentos (Karaduman, 2025; Guo, 2025).

O Big Data, quando processado pela IA, contribui para prever demandas, otimizar estoques e rotas; reduz custos operacionais e cria um ecossistema logístico mais ágil e responsivo, (Jackson et al., 2024). O Blockchain adiciona uma camada de confiança autenticando dados e transações, sem intermediários, e garantindo

rastreabilidade e segurança (Al Shareef et al., 2024; Massa Deh et al., 2024), quando integradas, essas tecnologias potencializam a visibilidade ponta a ponta da cadeia, ampliando a eficiência e a sustentabilidade organizacional.

Diante desse cenário, o problema de pesquisa que orienta este estudo é: de que forma a integração entre Big Data, Inteligência Artificial e Blockchain pode aumentar a rastreabilidade, mitigar fraudes e otimizar a tomada de decisão em tempo real nas cadeias de suprimentos digitais?

O objetivo geral consiste em demonstrar como a integração entre Big Data, Inteligência Artificial e Blockchain fortalece a eficiência, a rastreabilidade e a resiliência das cadeias de suprimentos digitais, contribuindo para a mitigação de fraudes e a otimização da tomada de decisão em tempo real. Os objetivos específicos são:

- (a) revisar o papel do Big Data, da IA e do Blockchain como tecnologias habilitadoras da cadeia moderna;
- (b) identificar aplicações práticas e casos de uso dessa integração tríplice, com foco na segurança e rastreabilidade;
- (c) discutir os desafios e as perspectivas futuras dessa sinergia tecnológica.

A justificativa deste estudo baseia-se na urgência de modernizar as cadeias de suprimentos diante das pressões de um mercado global digitalizado. Conforme Grossé et al. (2023), a transição da Indústria 4.0 para a Indústria 5.0 exigirá cadeias colaborativas, sustentáveis e centradas no ser humano, integrando Inteligência Artificial, Blockchain e análise de dados em larga escala, assim, compreender essa integração não é apenas um diferencial competitivo, mas um requisito estratégico para a sobrevivência das organizações em um cenário de constante transformação.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) é um tema de importância estratégica fundamental para o êxito das organizações, tendo em vista que impacta diretamente na experiência do cliente, no controle de custos e na capacidade de resposta da empresa frente às incertezas do mercado (Socca Junior, 2024).

Segundo Ferreira e Ferreira (2024) e Santos et al. (2024), ela abrange o gerenciamento coordenado de todas as atividades, desde a aquisição de matérias-primas até a entrega final ao consumidor, com o objetivo de gerar valor superior ao cliente e alcançar o menor custo ao longo de toda a cadeia.

Em um contexto mais amplo, Novaes (2007) define a Logística como o processo de planejar, implementar e controlar de forma eficiente e eficaz o fluxo e a armazenagem de produtos, serviços e informações, abrangendo desde o ponto de origem até o consumo, com o propósito de satisfazer as exigências do cliente.

A GCS, por sua vez, é definida como a gestão estratégica das relações com fornecedores e clientes, buscando proporcionar valor superior ao consumidor final com o menor custo em toda a cadeia de suprimentos. Ballou (2006) afirma que a GCS aglutina em si as atividades relacionadas à transformação de mercadorias desde a extração da matéria-prima até o usuário final, integrando essas atividades.

## Cadeia de suprimentos moderna: Supply Chain tradicional vs digital; desafios contemporâneos

Historicamente, a logística é uma área adaptativa que evoluiu em quatro fases descritas por Santos et al. (2024) como:

**Logística 1.0:** caracterizada pela mecanização dos transportes, com a inovação de veículos a vapor, que substituíram a força de trabalho humana e animal no final do século XIX e início do século XX;

**Logística 2.0:** marcada pela automatização do sistema de manuseio e impulsionada pelo advento da eletricidade e da produção em massa;

**Logística 3.0:** abrangendo o final do século XX, foi conceituada como o “Sistema de gestão logística”, desencadeada pela invenção dos computadores e pelo desenvolvimento e implementação da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Sistemas como *Warehouse Management System* (WMS) e *Transport Management System* (TMS) foram alianças fundamentais para a eficiência da gestão logística, inventário e expedição;

**Logística 4.0:** sendo a mais recente, resultado da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0) e a partir do avanço das tecnologias digitais. Sua implementação visa a criação de cadeias de suprimentos inteligentes (Santos et al., 2024).

Para Rustice et al. (2024), a logística 4.0 se distingue da gestão tradicional pelo uso intensivo de Tecnologias Digitais (TD). Tecnologias habilitadoras como Internet das Coisas (IoT), Sistemas Ciberfísicos (CPS), Big Data e Computação em Nuvem (*Cloud Computing*) oferece possibilidades para novas análises e automação, impulsionando a Transformação Digital (TD) na GCS (Mattos; Caveiro, 2023; Sabbatino et al., 2022; Santos et al., 2024).

A evolução prospectiva já aponta para a Logística 5.0, que se baseará na combinação de cadeias colaborativas e ágeis, com potencial para transformações ainda mais significativas impulsionadas por IA, Big Data, IoT, *Automated Guided Vehicles* (AGVs), Drones, Robôs colaborativos (Cobots), Realidade Virtual Aumentada, *Cloud Computing* e *Blockchain* (Santos et al., 2024). O foco está em ações voltadas para a sustentabilidade e com uma abordagem antropocêntrica, ou seja, com objetivo de equilibrar automação com supervisão humana (Grosse et al., 2023; Geffroy; Azarian; Yu, 2022).

Nesse cenário contemporâneo, a complexidade dos mercados e a intensificação da globalização exigem que a GCS seja cada vez mais ágil, eficiente, precisa e sustentável. A globalização expandiu as cadeias para além das fronteiras nacionais, resultando em um aumento de *stakeholders* e desafios logísticos complexos. Adicionalmente, eventos de ruptura, como a pandemia de COVID-19, reiteraram a necessidade essencial de agilidade e resiliência nas operações logísticas (Socca Junior, 2024). A TD na cadeia de suprimentos é motivada pela busca por maior eficiência, transparência e sustentabilidade (Campos; Silva, 2024; Jefroy; Azarian; Yu, 2022).

Apesar do potencial transformador, Ferreira e Ferreira (2024) e Socca Junior (2024) afirmam que a adoção de novas tecnologias, incluindo a IA, é dificultada por barreiras significativas. Entre os principais desafios estão os altos custos iniciais de implementação, a necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica e em recursos humanos qualificados, e a complexidade de integrar novos sistemas com sistemas legados, afirmação corroborada por Rustice et al. (2024). Outras barreiras incluem a dependência de dados de alta qualidade para o treinamento e funcionamento dos modelos e a resistência organizacional à mudança (Ferreira, 2024; Mattos; Caveiro, 2023). Em face da complexidade e do volume crescente de dados (estruturados e não estruturados) gerados diariamente pelas cadeias, a Inteligência Artificial (IA) emerge como uma solução crucial para transformar esse volume de informações em insights estratégicos (Santos et al, 2024).

## **Inteligência Artificial no Supply Chain: Previsão de demanda, otimização de estoques e transporte com IA.**

A possibilidade de tomadas de decisões mais velozes, precisas e adaptáveis viabilizadas pelo uso de Inteligência Artificial (IA) na cadeia de suprimentos, mudando radicalmente a forma como as empresas atendem à demanda, otimizam estoques e gerenciam o transporte, promovendo redução de custos e maior resiliência diante das incertezas impostas pelo mercado, têm sido consideradas revolucionária na GCS (Ferreira, 2024).

Modelos de *machine learning* e *deep learning*, como LSTM (*Long Short-Term Memory*) e redes neurais, possuem capacidade de analisar dados em grandes volumes. Isso permite que a previsão da demanda seja muito mais precisa, tendo em vista que a IA analisa dados históricos, tendências de mercado, previsões meteorológicas em tempo real e até redes sociais (Jackson et al., 2024; Olaleye et al., 2024).

Além disso, de acordo com Li (2025), a IA possibilita a automatização do controle de estoques em tempo real. Ao ajustar os níveis com base em previsões dinâmicas de demanda, os pontos de reposição são otimizados, o que impacta positivamente aumentando o giro de estoque, reduzindo custos de armazenagem e mitigando

o risco de falta de produtos. Mohammad et al. (2024), afirmam que as decisões baseadas em dados permitem que as empresas permaneçam ágeis em dinâmicas de mercado em constante mudança, conferindo maior capacidade de ação.

Na gestão de transportes, apontada por Santos et al. (2024) como a área da logística com a maior possibilidade de aplicação de IA, as soluções passam pela otimização de rotas, programação de entregas e a alocação de recursos considerando múltiplas variáveis. Eyo-Udo (2024) afirma que essas ações podem ser aplicadas em vários processos da cadeia de suprimentos. Algoritmos de IA analisam diversos fatores, como condições de tráfego, horários de entrega e preferências dos clientes, para determinar as rotas mais eficientes e econômicas.

Isso não apenas reduz os custos operacionais, mas também melhora a satisfação do cliente, oferecendo serviços de entrega mais rápidos e flexíveis (Campos; Silva, 2024; Rustice et al., 2024), além disso, Santos et al. (2024) apontam que a IA pode ser usada também na segurança do transporte com a integração de câmeras e rastreadores, permitindo a identificação em tempo real de possíveis ocorrências no caminhão e no motorista.

A capacidade da IA de processar grandes volumes de dados para otimizar processos preditivos, de estoque e de transporte, aumentando a agilidade e a resiliência da cadeia, aponta para a integração com tecnologias que também promovem a transparência e a segurança.

Nesse sentido, a IA pode ser utilizada em combinação com a tecnologia Blockchain na GCS. Algoritmos de IA podem ser integrados a blockchain para automatizar processos de auditoria, verificação de conformidade e rastreamento de produtos em toda a cadeia de suprimentos (Ferreira, 2024; Nguyen et al., 2022; Rustice et al., 2024).

Contudo, existem barreiras que precisam ser superadas. Os desafios para essa transição incluem o tratamento e interpretação de qualidade dos dados, integração de sistemas, custos de implementação e necessidade de mão de obra qualificada (Akhter et al., 2025; Maddala, 2025). Entretanto, as perspectivas apontam para uma IA cada vez mais integrada, sustentável e explicável, ampliando a resiliência e a inovação na cadeia de suprimentos.

## **Blockchain na cadeia de suprimentos**

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management* – SCM) envolve o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades ligadas à logística, aquisição e colaboração entre organizações, fornecedores, clientes e prestadores de serviços, buscando a otimização do fluxo de finanças, informações, materiais e serviços, entre produtores e consumidores (Massadeh et al., 2024).

Inicialmente utilizada no setor financeiro para garantir transações seguras (Zhang et al., 2020), a tecnologia *Blockchain* tem se destacado como uma solução promissora para lidar com os desafios relacionados à transparência, rastreabilidade e segurança, e no contexto atual, emerge como uma tecnologia com propriedades como descentralização, imutabilidade e rastreabilidade, capazes de resolver problemas estruturais nos sistemas tradicionais da SCM (Yang et al., 2021).

A rastreabilidade atestada em *blockchain* é documentada em um registro cronológico de transações, onde cada bloco é criptograficamente unido ao anterior, compondo uma cadeia inviolável de informações (Mas Eh et al., 2024). Essa estrutura garante a integridade dos dados e permite o monitoramento detalhado de produtos ao longo de toda a cadeia logística (TSAI e CHEN, 2024), se destacando no combate à falsificação e no aumento da confiança entre os parceiros comerciais (Duan et al., 2020; Vignesh et al., 2025).

A arquitetura técnica do *blockchain* consiste em um livro-razão descentralizado e distribuído entre vários nós interligados ponto a ponto, que registra transações em múltiplos computadores de forma imutável, eliminando a necessidade de intermediários (Alizadeh e Khabbazi, 2025; Alshehri, 2023). A autenticidade das transações se dá por meio de algoritmos de consenso e prova de trabalho. Cada bloco armazena dados e os *hashes* dos blocos anteriores, atestando a sequência e a imutabilidade da informação (Adow et al., 2022; Zhu et al., 2020; Marino e Diaz Paz, 2025).

A implementação dessa tecnologia pode ser em diversos formatos: pública, de consórcio ou privada, conforme os participantes da rede (Wang et al., 2019).

A criptografia reforça a segurança por meio de mecanismos de consenso que elimina a necessidade de uma autoridade central. Isso minimiza a desigualdade de informações e ameaças de fraudes, fortalecendo ao longo do tempo, a confiança entre os operadores da SCM (Wang et al., 2024).

Em casos específicos, como na indústria alimentícia ou farmacêutica, essas aplicações são fundamentais para garantir a autenticidade dos produtos e a conformidade regulatória (Zhang et al., 2020).

Os contratos inteligentes (*smart contracts*) é mais um elemento-chave do *blockchain*, que eliminando a necessidade de intermediários, automatizam o cumprimento das cláusulas contratuais. Esses contratos são programas orientados por eventos e condições previamente acordadas, executados de forma autônoma em redes distribuídas (Yang et al., 2021; Fernández-Caramés et al., 2019). Sua aplicação possibilita agilizar transações, garante a conformidade contratual e reduz custos operacionais (Prashar et al., 2020; Duan et al., 2020; Tsai e Chen, 2024). Contribuem, também, com a confiabilidade no monitoramento de fatores de risco e cumprimento de regras estabelecidas entre os participantes e na transparência (Wang et al., 2024).

Um dos pilares do *blockchain* é a descentralização, que dispensa a figura de uma autoridade central e possibilita interações diretas entre as partes envolvidas. Promovendo assim, a equidade na troca de informações, reduzindo a vulnerabilidade a falhas e ataques, além de fortalecer a resiliência dos sistemas (Duan et al., 2020; Marino e Diaz Paz, 2025). Essa arquitetura é especialmente funcional em modelos de economia circular, onde é essencial obter transparência e a rastreabilidade para evitar desperdícios, aumentar a segurança das transações e assegurar a sustentabilidade (Massadeh et al., 2024).

Todos esses atributos tornam o *blockchain* um suporte tecnológico estratégico para a transformação digital da SCM, principalmente se for integrado a outras tecnologias, como a Inteligência Artificial.

## ***Big Data* na cadeia de suprimentos**

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) concentra o planejamento, organização e direção do fluxo de bens, serviços e informações, desde o fornecedor ao consumidor final, engloba a coordenação com provedores de logística e de TI e nos últimos anos, convertendo-se em componente organizador central na economia global (Sedan; Fakheri, 2020; Magento, 2021; Lee; Mangalaraj, 2022).

Nesse cenário a *Big Data Analytics* (BDA) surge como alicerce para expandir visão, velocidade e qualidade decisória no decorrer de processos entre organizações altamente digitalizadas. *Big Data* é habitualmente caracterizado pelos “5Vs” — volume, velocidade, variedade, valor e veracidade — que necessita de novos métodos para produzir *insights*, apoiar decisões e automatizar processos (Seyedan; Mafakheri, 2020; Alsolbi et al., 2023). Historicamente, o termo aparece ligado ao desafio de conjuntos de dados que “não cabiam na memória principal” (Cox; Ellsworth, 1997, apud Khalafi; Rahmati, 2023), e atualmente envolve dados provenientes de dispositivos conectados, mídias sociais, voz, vídeo e sensores, entre outras fontes (Alsolbi et al., 2023).

A BDA agrupa técnicas e ferramentas para obter resultados expressivos de grandes bases de dados repartido entre parceiros, propiciando decisões rápidas e coordenadas (Seyedan; Mafakheri, 2020; Lee; Mangalaraj, 2022). Em logística e manufatura, ela embasa conceitos de logística inteligente e manufatura inteligente, aprisionando dados “de ponta a ponta” — em todo ciclo de vida do produto — para aprimorar processos, coordenar ativos e reduzir perdas (Mageto, 2021). Em termos operacionais, a BDA:

- Amplia a previsão de demanda, mitigando custos associados a erros de previsão e superando limitações de métodos probabilísticos tradicionais (Ahmed et al., 2024);
- Preserva registros sobre produto (insumos, processos, uso, resíduos), auxiliando para aperfeiçoamento do desempenho e decisões mais informadas (Khan; Tahir; Sheikh, 2024);
- Possibilita partilhar dados em tempo real devido à computação em nuvem e ao armazenamento, barateando coleta, processamento e transmissão entre múltiplos elos (Lee; Mangalaraj, 2022; Mageto, 2021).

Com as evoluções de IA, IoT, *Blockchain* e Computação em Nuvem, *Big Data* deixou de ser um conceitual e tornou-se uma ferramenta prática de transformação (He et al., 2024; Stefanovich et al., 2025). Dispositivos conectados e “inteligentes” aumentam a captura constante de dados; algoritmos de aprendizado de máquina convertem dados não estruturados em previsões e recomendações; estruturas em nuvem garantem colaboração escalabilidade entre empresas; e o *blockchain* permite rastreabilidade e acrescenta níveis de integridade aos dados logísticos. A associação desses componentes promove eficiência de transporte e estoques e colaboração entre operadores logísticos e fornecedores, criando cadeias com mais transparência, confiança e mais agilidade (He et al., 2024; Mageto, 2021; Lee; Mangalaraj, 2022; Stefanovich et al., 2025).

Estudos apresentam benefícios em três aspectos principais:

1. Eficiência operacional — racionalização de compras, estoques, planejamento, produção e transporte; reduzindo a variabilidade e acelerando o tempo de resposta (Seyedan; Mafakheri, 2020; Lee; Mangalaraj, 2022; Zhang; Gong; Tong, 2023).
2. Economia circular e sustentabilidade — BDA sustenta encerramentos de ciclo (*closed-loop supply chains, reverse omnichannel*), apoia metas ambientais com indicadores rastreáveis e minimiza incertezas/ riscos (Khan; Tahir; Sheikh, 2024; Stefanovich et al., 2025; Mageto, 2021).
3. Resiliência — ao agregar dados estruturados/ não estruturados, a BDA melhora a percepção de riscos, mantém a continuidade operacional e antecipa rupturas (Stefanovich et al., 2025; He et al., 2024).

Mas, além do grande potencial, existem algumas barreiras:

- (i) Limitação da capacidade analítica (integração legada, habilidades, processos);

(ii) Falhas de governança e segurança (*compliance*, confidencialidade, privacidade, entre parceiros); e

(iii) empecilhos na identificação de dados realmente relevantes — o que contribui para a adoção ainda incipiente (Alsolbi et al., 2023).

Estudos atuais propõem projetar estruturas em nuvem adaptativas para BDA sustentável (Stefanovich et al., 2025), consolidar a integração com *blockchain* e inteligência artificial, alinhando ambiental, desempenho econômico e social, conciliando escala analítica com rastreabilidade e integridade dos dados (He et al., 2024; Mageto, 2021).

## Integração entre inteligência artificial, *blockchain* e *big data*

Para a Lei de Inteligência Artificial da Comissão Europeia, um sistema de Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia suportada por equipamento projetado para atingir objetivos explícitos ou implícitos, processando entradas para gerar saídas como previsões, conteúdos, recomendações ou decisões capazes de influenciar ambientes físicos e virtuais (Romano, 2025).

A IA se estabeleceu como agente gerador de informação, sendo capaz de produzir bases de dados artificiais para validação de modelos, treinamento e pesquisa, em variadas áreas, como engenharia de software, indústria e saúde (BMJ Evidence-Based Medicine, 2025; JCO Clinical Cancer Informatics, 2023). Atua como sistemas computacionais projetados para executar tarefas que requerem inteligência semelhante à humana (Ayed et al., 2025), com apto a produzir dados sintéticos que reproduzem características e relações estatísticas de populações reais (Foraker et al., 2025).

A obtenção de dados de alta qualidade é um fator determinante para o êxito de aplicações em segmentos como finanças, saúde e segurança cibernética, sobretudo quando envolvem aprendizado de máquina (Goyal e Mahmoud, 2024). Em função disso, os modelos generativos com base em redes neurais multicamadas vêm se destacando por sua aptidão em aprender a distribuição de dados reais e gerar novos conjuntos de dados simulados, mantendo as características estatísticas originais (D'amico et al., 2023). Os dados sintéticos também aceleram pesquisas e reforçam a proteção de privacidade, equivalentes aos dados reais somente em parâmetros importantes para a sua aplicação (Achterberg et al., 2025).

O procedimento de criação, denominado como síntese de dados, utiliza se de técnicas de aprendizado profundo, árvores de decisão e modelos generativos, somando-se em bases de dados artificiais aptas para experimentação e modelagem (Romano, 2025; Pilgram et al., 2025). Estudos também demonstram limitações, indicando que modelos treinados somente com dados sintéticos, mesmo obtendo-se inúmeras vantagens, revelam desempenho inferior aos treinados com dados reais em aplicações de alto risco (Voutsas et al., 2025).

Entre os destaques estão os Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLM's), que processam grandes volumes de dados textuais e são aplicados em aprendizado profundo, classificação e processamento de linguagem natural, reduzindo o esforço humano na interpretação de dados e em anotação (Guo et al., 2024). Associadas a modelos de linguagem pré-treinados supervisionados, essas tecnologias podem representar documentos em vetores semânticos, ampliando a eficiência interpretativa e analítica (Guo et al., 2024).

A BDA trata de altos volumes, velocidades e variedades de dados, capturando *insights* açãoáveis; a IA fornece modelos preditivos e prescritivos de suporte às decisões; e o *blockchain* possibilita imutabilidade, auditabilidade, eficiência, segurança nos fluxos de informação e transparência entre organizações — atributos relevantes em redes com assimetria de informação e múltiplos atores (Wamba; Zamani et al., 2023; Chen e Sun, 2025; Wang, 2025; Karaduman; Gulhas, 2025; Al Shareef et al., 2024; Marchang et al., 2025).

A integridade dos registros é assegurada por sistemas de consenso, que asseguram transações em redes Ponto a Ponto (P2P) sem autoridade central, validando que todos os nós concordem quanto à autenticidade das informações (Marchang et al., 2025; NAZ e LEE, 2025). Esses algoritmos resguardam a segurança dos dados, otimizam a escalabilidade das transações e evitam gastos duplos (Villegas-Ch et al., 2025).

Em todo esse processo a atuação dos validadores é fundamental, examinando transações e assegurando a aceitação da rede. Sua atuação mantém a confiabilidade, descentralização e integridade do sistema (Alizadeh e Khabbazian, 2025; Jumani e Raza, 2025).

A IA combinada com BDA pode simular cenários e identificar padrões de dados (estoques, demanda e transporte), otimizando os tempos de resposta e custos (Wamba; Queiroz, 2022; Zamani et al., 2023). Já o *Blockchain* atua como camada de proteção, elevando a transparência do comprador-fornecedor e capacidade de responsabilização. Entretanto, para uma tomada de decisões baseada em dados concretos, existe a dependência da qualidade, governança e integridade dos dados compartilhados. (Wamba; Queiroz, 2022; Karaduman; Güllas, 2025).

Estudos avaliam como promissor as estruturas que integram nuvem, BDA, IA e *blockchain*, com foco em validação/auditoria de dados e automatização de conformidade por meio de contratos inteligentes — principalmente em setores regulados e cadeias globais (Wamba; Queiroz, 2022; Chen; Sun, 2025; Wang, 2025; Al Shareef et al., 2024; Marchang et al., 2025).

A integração entre inteligência artificial, blockchain, nuvem e big data analytics tem deslocado a competitividade setorial para a capacidade de adquirir, orquestrar e transformar dados em produtividade (Chen; Sun, 2025; Wang, 2025). O conjunto melhora planejamento e previsão (IA/BDA), coordenação e confiança (blockchain), e sustenta rastreabilidade verificável para conformidade, sustentabilidade e resposta a crises — elementos centrais de resiliência (Wamba; Queiroz, 2022; Zamani et al., 2023; Al Shareef et al., 2024; Marchang et al., 2025).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste estudo possui abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, fundamentada em pesquisa bibliográfica sistemática voltada à identificação de padrões, lacunas e tendências sobre a integração entre Big Data, Inteligência Artificial (IA) e Blockchain na Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS). Essa abordagem foi escolhida por permitir a análise interpretativa de múltiplas fontes, integrando evidências recentes que sustentam o problema de pesquisa e os objetivos propostos neste artigo.

As bases de dados utilizadas foram Scopus, Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico, por se destacarem na abrangência e qualidade das publicações indexadas em temas ligados à logística, tecnologia e transformação digital. A pesquisa foi conduzida entre os meses de agosto e outubro de 2025.

Foram empregados como descritores principais as expressões: "Big Data na Cadeia de Suprimentos", "Inteligência Artificial na Cadeia de Suprimentos" e "Blockchain na Cadeia de Suprimentos", pesquisadas individualmente em cada plataforma. O resultado totalizou 43 artigos selecionados, com variação entre 10 e 25 publicações relevantes por tema, todos com resultados positivos quanto à contribuição tecnológica para a eficiência, rastreabilidade e resiliência logística.

Quando foram aplicados os três descritores de forma conjunta (Big Data, IA e Blockchain simultaneamente relacionados à Cadeia de Suprimentos\*\*), não foram encontrados resultados diretamente convergentes, especialmente na base do Portal de Periódicos da CAPES. Esse dado evidencia a escassez de estudos integrados e reforça a originalidade e relevância da presente pesquisa.

Foram excluídos os artigos que, embora tratassesem de uma ou mais das tecnologias em análise, não apresentavam conexão direta com o contexto logístico ou com a gestão da cadeia de suprimentos. A delimitação temporal privilegiou publicações compreendidas entre 2019 e 2025, considerando o período de maior produção científica relacionada à Logística 4.0, à Indústria 5.0 e às tecnologias emergentes aplicadas à gestão digital das cadeias.

A etapa de análise seguiu o procedimento de revisão teórico-descritiva, com leitura integral e categorização temática dos estudos, priorizando as evidências empíricas e conceituais que sustentam os objetivos específicos:

- (a) compreender o papel de cada tecnologia na GCS;
- (b) identificar casos de integração e desafios; e
- (c) apontar tendências e oportunidades futuras.

Os resultados foram sistematizados em eixos temáticos que fundamentaram a seção “Resultados e Discussões”, permitindo a construção de um panorama crítico sobre as sinergias entre Big Data, IA e Blockchain e seus impactos sobre a eficiência, rastreabilidade e resiliência das cadeias de suprimentos digitais

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Introdução e análise

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) contemporânea caracteriza-se pela complexidade decorrente da globalização e pela crescente demanda por transparência e sustentabilidade — elementos centrais da transformação digital (Gomes et al., 2024).

O cenário atual da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0) e a transição para a Logística 5.0 exigem o uso intensivo de Tecnologias Digitais (TD), como Internet das Coisas (IoT), Big Data e Inteligência Artificial (Santos et al., 2024; Hellweg et al., 2021).

Diante desse contexto, o problema de pesquisa que orienta este estudo questiona de que forma a integração entre Big Data, IA e Blockchain pode aumentar a rastreabilidade, mitigar fraudes e otimizar a tomada de decisão em tempo real nas cadeias de suprimentos digitais.

Esta seção apresenta a análise de um conjunto de artigos científicos que tratam da aplicação do Big Data (BD), da Inteligência Artificial (IA) e do Blockchain (BC) na cadeia de suprimentos, com o objetivo de identificar padrões, lacunas e tendências na literatura. A revisão bibliográfica, adotada como metodologia de apoio, confirma a relevância do tema diante do aumento da produção científica a partir de 2015, especialmente em tópicos como Big Data Analytics e tecnologias emergentes, indicando que se consolidam como eixos centrais nas próximas décadas (Guedes, 2023; Luz et al., 2024). A análise temática e estrutural reforça a centralidade dessas tecnologias como alicerces para a inovação e o avanço competitivo nas cadeias de suprimentos (Härtig et al., 2020).

## Panorama dos resultados

Os resultados obtidos confirmam o papel transformador e complementar do Big Data, da IA e do Blockchain na GCS, alinhados ao objetivo deste artigo de fortalecer a eficiência, a rastreabilidade e a resiliência organizacional.

O Big Data Analytics (BDA), caracterizado pelos “5Vs” (volume, velocidade, variedade, valor e veracidade), sustenta a capacidade analítica das organizações ao permitir o processamento de grandes volumes de dados em tempo real, melhorando previsões e decisões estratégicas (Seyedan; Mafakheri, 2020; Alsolbi et al., 2023). A literatura demonstra que o BDA aprimora o gerenciamento de fornecedores e a previsão de demanda, resultando em redução de custos e estoques de segurança (Rossmann et al., 2018; Ahmed et al., 2024). Além disso, mantém registros detalhados de produtos e processos, subsidiando decisões mais informadas (Khan; Tahir; Sheikh, 2024).

A Inteligência Artificial é essencial para lidar com a complexidade da cadeia de suprimentos moderna. Por meio de algoritmos de aprendizado de máquina, a IA processa o Big Data, automatiza tarefas, otimiza rotas de transporte, reduz custos operacionais e aumenta a satisfação do cliente (Jackson et al., 2024; Rustice et al., 2024; Campos; Silva, 2024).

O Blockchain, por sua vez, é reconhecido como uma tecnologia que assegura a rastreabilidade, a transparência e a confiança nas transações logísticas (Yang et al., 2021). Suas propriedades de descentralização e imutabilidade impedem alterações indevidas nos registros, fortalecendo o combate a fraudes e falsificações (Rejeb et al., 2019; Massa'deh et al., 2024). Além disso, aumenta a confiabilidade entre parceiros e facilita a auditoria automatizada de dados (Xia; Li; He, 2023; Treiblmaier, 2018).

O ponto de maior relevância para o problema de pesquisa é a integração entre as três tecnologias. Estudos demonstram que algoritmos de IA aliados ao Blockchain podem automatizar auditorias e rastreamentos, utilizando registros imutáveis para validação de conformidades (Nguyen et al., 2022; Ferreira, 2024). A combinação entre IA e BDA reduz tempos de resposta e custos operacionais, enquanto o Blockchain acrescenta uma camada de segurança e confiança, formando uma estrutura integrada capaz de aprimorar a previsibilidade e a rastreabilidade da cadeia (Wamba; Queiroz, 2022; Karaduman; Güllas, 2025).

## Lacunas identificadas

Apesar do potencial transformador, a literatura destaca lacunas críticas que limitam a adoção plena da integração entre Big Data, IA e Blockchain na GCS,

afetando diretamente a mitigação de fraudes e a otimização da tomada de decisão — aspectos centrais deste artigo.

Um dos principais desafios é o elevado custo de investimento em infraestrutura tecnológica e em capacitação de recursos humanos (Shatat; Shatat, 2022; Ferreira, 2024). Muitas organizações enfrentam dificuldades para justificar os gastos iniciais e ainda carecem de maturidade tecnológica (Deng et al., 2022).

A interoperabilidade e a falta de padronização entre sistemas também são barreiras recorrentes (Hassani et al., 2018; Akter et al., 2025).

A integração com sistemas legados é complexa, e há carência de diretrizes industriais unificadas para a adoção do Blockchain (Kopyto et al., 2023; Xu et al., 2022).

Outro ponto crítico é a escassez de profissionais especializados em IA, análise de dados e segurança digital (Paiva, 2020).

A falta de formação técnica adequada compromete a implementação das soluções, além disso, persistem preocupações éticas e de privacidade, visto que a eficácia da IA e do BDA depende da qualidade e da governança dos dados (Alsolbi et al., 2023). Essas lacunas estão diretamente relacionadas ao problema central do estudo: a rastreabilidade e a segurança das transações dependem de dados confiáveis, interoperáveis e bem governados.

A ausência de estrutura tecnológica adequada e de profissionais capacitados inviabiliza a consolidação de cadeias de suprimentos inteligentes e transparentes.

## Tendências e direções futuras

A literatura recente aponta tendências que buscam superar as lacunas descritas e avançar para cadeias de suprimentos mais inteligentes e sustentáveis. Entre as principais direções estão a integração do Blockchain com a IoT e o Big Data, favorecendo a criação de ecossistemas digitais interconectados e sustentáveis (Esmaeilian et al., 2020; Santos et al., 2024).

O conceito de gêmeos digitais surge como ferramenta para simulação e otimização de processos logísticos, representando um elo entre o mundo físico e o virtual (Santana et al., 2023).

Em paralelo, o conceito de Blockchain Verde emerge como tendência de sustentabilidade, ao reduzir emissões e aumentar a rastreabilidade ambiental de produtos (Jasrotia et al., 2024; Myvizhi; Ahmed, 2023).

A Inteligência Artificial Explicável (XAI) também desponta como resposta à necessidade de transparência nos modelos de decisão automatizados, reduzindo

vieses e fortalecendo a confiança nos sistemas (Akter et al., 2025), por fim, os contratos inteligentes (smart contracts) são apontados como elemento essencial da Blockchain, garantindo conformidade automática e diminuindo custos operacionais (Clohessy et al., 2020; Prashar et al., 2020; Wang et al., 2024). Essas inovações têm potencial para elevar a eficiência e a rastreabilidade, contribuindo para o desenvolvimento de cadeias colaborativas e resilientes.

## Consolidação da Análise

O problema de pesquisa que orienta este artigo — compreender como a integração entre Big Data, IA e Blockchain aprimora a rastreabilidade, mitiga fraudes e optimiza decisões — foi amplamente abordado nos estudos analisados.

A literatura confirma que essa integração é promissora e essencial para a transformação digital das cadeias de suprimentos.

O Big Data fornece a base informacional, enquanto a IA transforma esses dados em insights e o Blockchain adiciona a camada de confiança e rastreabilidade (Wamba; Queiroz, 2022; Chen; Sun, 2025; Kshetri, 2018; Al Shareef et al., 2024).

Contudo, a concretização desses benefícios depende da maturidade tecnológica e da governança de dados das empresas.

A literatura evidencia que a adoção da Blockchain ainda é incipiente para a maioria das organizações (Oliveira et al., 2023) e que a ausência de profissionais qualificados compromete o aproveitamento pleno das tecnologias de IA e Big Data (Ferreira, 2024).

Em síntese, a integração tripla entre Big Data, IA e Blockchain representa um caminho estratégico para a competitividade e resiliência. Entretanto, sua consolidação requer investimentos consistentes, padronização técnica e capacitação profissional.

O alinhamento entre estratégia organizacional, governança digital e inovação tecnológica é determinante para que as cadeias de suprimentos se tornem realmente inteligentes, transparentes e sustentáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou uma análise aprofundada sobre a integração entre Big Data, Inteligência Artificial e Blockchain como vetor estratégico para a transformação digital da Cadeia de Suprimentos (GCS). Com base na revisão de 43 artigos publicados entre 2019 e 2025, observou-se que essas três tecnologias, embora frequentemente analisadas de forma isolada, revelam-se complementares e interdependentes na construção de cadeias mais inteligentes, transparentes e sustentáveis.

A pesquisa demonstrou que o Big Data atua como a principal fonte informacional, permitindo a captura, armazenamento e análise de grandes volumes de dados em tempo real. A Inteligência Artificial confere capacidade analítica e preditiva, transformando esses dados em insights açãoáveis e decisões mais rápidas e precisas. O Blockchain, por sua vez, adiciona a camada de confiança e rastreabilidade, assegurando a integridade e a imutabilidade das informações ao longo da cadeia.

Os resultados indicam que a integração tríplice dessas tecnologias potencializa a eficiência operacional, fortalece a segurança informacional e amplia a capacidade de resposta das empresas diante das incertezas e rupturas do mercado global. Entretanto, as lacunas identificadas — como os altos custos de implementação, a falta de interoperabilidade, a carência de profissionais qualificados e os desafios éticos e regulatórios — ainda representam barreiras significativas à adoção plena desse modelo.

As tendências emergentes destacam caminhos para superar tais barreiras, com destaque para o uso de gêmeos digitais, o avanço do Blockchain Verde, a disseminação da IA Explicável (XAI) e a aplicação de contratos inteligentes como instrumentos de automação e governança digital. Essas inovações tendem a redefinir o papel das cadeias de suprimentos no contexto da Indústria 5.0, tornando-as mais colaborativas, seguras e centradas no ser humano.

Conclui-se que a integração entre Big Data, IA e Blockchain constitui um pilar estratégico da resiliência logística moderna. Sua consolidação depende da maturidade tecnológica das organizações, do investimento em infraestrutura e capacitação profissional e da padronização de processos e políticas de governança de dados.

Ao integrar análise preditiva, automação e rastreabilidade em um ecossistema unificado, essas tecnologias consolidam-se como vetores essenciais da competitividade organizacional e da sustentabilidade global das cadeias de suprimentos.

## REFERÊNCIAS

ABEYRATNE, S.; MONFARED, R. **Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger.** International Journal of Research in Engineering and Technology, London, p. 1-10, 2016.

ACHTERBERG, Jim et al. Fidelity-agnostic synthetic data generation improves utility while retaining privacy. **Patterns**, 2025.

ADARYANI, R.L.; Palouj.; Kabasioun, M.; Gholami, A.A.; Kianirad, A.; Damirchi, M.J. **Antecedents of blockchain adoption in the poultry supply chain: An extended UTAUT model**, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol 202, 2024.

ADOW, Anass Hamadelneel et al. [Retracted] Analysis of Agriculture and Food Supply Chain through *Blockchain* and IoT with Light Weight Cluster Head. **Computational intelligence and neuroscience**, v. 2022, n. 1, p. 1296993, 2022.

AHMED, Supriyo; CHAKRABORTTY, Ripon K.; ESSAM, Daryl L. Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting. In: **Computational Intelligence Techniques for Sustainable Supply Chain Management**. Academic Press, 2024. p. 301-330.

AKTER, Shifat Shima et al. Integration of advanced Artificial Intelligence in Supply Chain Management, its Challenges and Opportunities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMMUNICATIONS TECHNOLOGY (ICACT), 27., 2025, PyeongChang. **Proceedings [...]**. PyeongChang: IEEE, 2025. p. 426-430. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10936759> Acesso em: 7 out. 2025.

AKTER, S. et al. **Supply chain risk management and visibility through Blockchain and AI: A systematic review**. International Journal of Production Economics, v. 280, p. 109531, 2025.

AL SHAREEF, Al Mothana; SEÇKİNER, Serap; EID, Bilal; ABUMETEIR, Hasan. **Integration of blockchain with artificial intelligence technologies in the energy sector: a systematic review**. Frontiers in Energy Research, v. 12, p. –, 23 out. 2024

AL SHARIEF, S. et al. **Towards a resilient and secure smart supply chain: A blockchain and AI-enabled architecture**. Journal of Network and Computer Applications, v. 235, p. 103734, 2024.

ALICKE, K. et al. **Blockchain technology for supply chain transparency**. McKinsey & Company, 2017.

ALIZADEH, Sajjad; KHABBAZIAN, Majid. Solana's transaction network: analysis, insights, and comparison. **EPJ Data Science**, v. 14, n. 1, p. 48, 2025.

ALSHEHRI, Mohammed. Blockchain-assisted cyber security in medical things using artificial intelligence. **Electronic Research Archive**, v. 31, n. 2, 2023.

ALSOLBI, Idrees et al. Big data optimization and management in supply chain management: a systematic literature review. **Artificial Intelligence Review**, v. 56, n. Suppl 1, p. 253-284, 2023.

ALSOLBI, S. et al. **Big data analytics in supply chain management: A review and framework for future research**. Journal of Cleaner Production, v. 410, p. 137279, 2023.

AYED, Ahmad et al. Perceived worries in the adoption of artificial intelligence among nurses in neonatal intensive care units. **BMC nursing**, v. 24, n. 1, p. 777, 2025.

BALLOU, H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5 ed. Porto Alegre, Bookman editora, 2006.

CAMPOS, V. S.; SILVA, R. O. **O uso da inteligência artificial (IA) na gestão de cadeias de suprimentos (GCS)**. Congresso Internacional de Administração (ADM), Ponta Grossa: UEPG, 2024. Disponível em [https://admpg.com.br/2024/anais/arquivos/07282024\\_220723\\_66a6ea5b8706b.pdf](https://admpg.com.br/2024/anais/arquivos/07282024_220723_66a6ea5b8706b.pdf). Acesso em: 5 out. 2025.

CATAÑO, A. L. et al. **A review of artificial intelligence applications in supply chain management**. International Journal of Production Economics, v. 201, p. 110-120, 2018.

CHEN, T.; SUN, S. **Blockchain-enabled supply chain transparency and traceability**. Journal of Business Logistics, v. 46, n. 1, p. 55-75, 2025.

CHEN, Xiangbing; SUN, Chen; WANG, Fang. **Digital technology innovation, supply chain resilience and enterprise performance-The case of listed automotive parts manufacturing companies**. PLoS One, v. 20, n. 1, p. e0313929, 2025.

CLOHESSY, T. et al. **Smart contracts in supply chain management: A systematic literature review and research agenda**. Computers in Industry, v. 119, p. 103227, 2020.

D'AMICO, Saverio et al. **Synthetic Data Generation by Artificial Intelligence to Accelerate Research and Precision Medicine in Hematology**. JCO Clinical Cancer Informatics, v. 7, p. 1-22, 2023.

DENG, N. et al. **Determinants of Blockchain technology adoption in small and medium-sized enterprises (SMEs) in the supply chain**. Technological Forecasting and Social Change, v. 182, p. 121856, 2022.

DUAN, Jiang et al. **A content-analysis based literature review in blockchain adoption within food supply chain**. International journal of environmental research and public health, v. 17, n. 5, p. 1784, 2020.

ESMAEILIAN, B.; SARKIS, J.; BEHDAD, S. **Blockchain technology for sustainable supply chain management: A review and proposed framework**. Resources, Conservation and Recycling, v. 154, p. 104595, 2020.

FERNÁNDEZ-CARAMÉS, Tiago M. et al. Towards an autonomous industry 4.0 warehouse: A UAV and blockchain-based system for inventory and traceability applications in big data-driven supply chain management. **Sensors**, v. 19, n. 10, p. 2394, 2019.

FERREIRA, E. R. de A.; FERREIRA, L. A. Desafios e oportunidades da implementação de inteligência artificial na gestão de suprimentos. **Revista Foco**, [S. I.], v. 17, n. 11, p. e6404, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n11-013. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/6404>. Acesso em: 5 out. 2025.

FORAKER, Randi et al. Understanding synthetic data: artificial datasets for real-world evidence. **BMJ Evidence-Based Medicine**, 2025.

GOMES, D. de A. et al. **Integração entre big data, inteligência artificial e blockchain na cadeia de suprimentos: caminhos para a eficiência, rastreabilidade e resiliência logística**, 2024.

GOYAL, Mandeep; MAHMOUD, Qusay H. A systematic review of synthetic data generation techniques using generative AI. **Electronics**, v. 13, n. 17, p. 3509, 2024.

GROSSE, E. H. et al. Projeto e gestão de sistemas de produção e logística centrados no ser humano: a transição da Indústria 4.0 para a Indústria 5.0. **International Journal of Production Research**, v. 61, n. 22, p. 7749–7759, 2023. DOI: 10.1080/00207543.2023.2246783.

GROSSE, E. H. et al. Logistics 5.0: **The human-centric evolution of the digital supply chain**. **International Journal of Logistics Management**, v. 34, n. 2, p. 355-385, 2023.

GUEDES, T. de A. **Gestão logística nas organizações: uma análise do posicionamento temático e agenda de pesquisa**. **Revista Produção Online**, v. 24, n. 1, e-5041, 2024.

GUO, Yuting et al. Evaluating large language models for health-related text classification tasks with public social media data. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 31, n. 10, p. 2181-2189, 2024.

HACKIUS, N.; PETERSEN, M. **Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat?** In: PROCEEDINGS OF THE HAMBURG INTERNATIONAL CONFERENCE OF LOGISTICS (HICL), publi, 2017. p. 3-18.

HÄRTING, R. C. et al. **Blockchain in supply chain management: A conceptual model of its potential**. **International Journal of Production Economics**, v. 222, p. 107521, 2020.

HASSANI, M. S.; HUANG, Z.; SILVA, F. J. **The impact of big data and artificial intelligence on supply chain management: A literature review**. **International Journal of Information Management**, v. 43, p. 345-356, 2018.

HE, Junbo; FAN, Min; FAN, Yaojun. Digital transformation and supply chain efficiency improvement: an empirical study from a-share listed companies in China. **Plos one**, v. 19, n. 4, p. e0302133, 2024.

IDC. **DataSphere and StorageSphere Forecast 2023–2027**. IDC Research, 2023.

JACKSON, Ilia. et al. Inteligência artificial generativa na gestão da cadeia de suprimentos e operações: uma estrutura baseada em capacidades para análise e implementação. **International Journal of Production Research**, v. 62, p. 6120-6145, 2024. DOI: 10.1080/00207543.2024.2309309. Acesso em 06 out. 2025.

JASROTIA, A. et al. **A study on the impact of blockchain adoption on sustainable supply chain practices and environmental performance.** Journal of Cleaner Production, v. 435, p. 140321, 2024.

JEFROY, Niloofar; AZARIAN, Mathew; YU, Hao. Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics? **Logistics**, v. 6, n. 2, 2022. DOI: 10.3390/logistics6020026. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2305-6290/6/2/26>. Acesso em: 6 out. 2025.

JUMANI, Fouzia; RAZA, Muhammad. Machine Learning for Anomaly Detection in Blockchain: A Critical Analysis, Empirical Validation, and Future Outlook. **Computers**, v. 14, n. 7, p. 247, 2025.

KARADUMAN, Özgür; GÜLHAS, Gülsena. Blockchain-Enabled Supply Chain Management: A Review of Security, Traceability, and Data Integrity Amid the Evolving Systemic Demand. **Applied Sciences (2076-3417)**, v. 15, n. 9, 2025.

KHALAFI, Mohammad; RAHMATI, Vala. Big Data Analytics in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. **Available at SSRN 4701502**, 2023.

KHAN, Syed Abdul Rehman; TAHIR, Muhammad Sohail; SHEIKH, Adnan Ahmed. Sustainable performance in SMEs using big data analytics for closed-loop supply chains and reverse omnichannel. **Helijon**, v. 10, n. 16, 2024.

KSHETRI, N. **Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy.** Telecommunications Policy, v. 42, n. 8, p. 581-596, 2018.

LEE, In; MANGALARAJ, George. Big data analytics in supply chain management: A systematic literature review and research directions. **Big data and cognitive computing**, v. 6, n. 1, p. 17, 2022.

LI, Jie. Construction and practice of supply chain optimization decision system driven by artificial intelligence. **Journal of Artificial Intelligence Practice**, v. 8, n. 2, p. 53-59, 2025. DOI: 10.23977/jaip.2025.080207. Disponível em: <https://www.claudiuspress.com/article/15592.html>. Acesso em: 7 out. 2025.

LUZ, C. A. N. da et al. **Análise bibliométrica do impacto das tecnologias blockchain, big data e cloud computing no gerenciamento da cadeia de suprimentos.** Brazilian Journal of Production Engineering, v. 9, n. 5, p. 60-69, 2023.

MADDALA, Suresh Kumar. 7 ways AI is revolutionizing supply chain forecasting and optimization. **World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences**, v. 15, n. 2, p. 680-686, 2025. DOI: 10.30574/wjaets.2025.15.2.0584. Disponível em: [https://journalwjaets.com/sites/default/files/fulltext\\_pdf/WJAETS-2025-0584.pdf](https://journalwjaets.com/sites/default/files/fulltext_pdf/WJAETS-2025-0584.pdf). Acesso em: 7 out. 2025.

MAGETO, Joash. Big data analytics in sustainable supply chain management: A focus on manufacturing supply chains. **Sustainability**, v. 13, n. 13, p. 7101, 2021.

MALDICHY, G. O.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Editora Senac Rio, 2020.

MARCHANG, Jims et al. Proof-of-Friendship Consensus Mechanism for Resilient Blockchain Technology. **Electronics**, v. 14, n. 6, 2025.

MARINO, Carlos Antonio; DIAZ PAZ, Claudia. Smart Contracts and Shared Platforms in Sustainable Health Care: Systematic Review. **JMIR Medical Informatics**, v. 13, p. e58575, 2025.

MASA'DEH, Ra'ed et al. The blockchain effect on courier supply chains digitalization and its contribution to industry 4.0 within the circular economy. **Sustainability**, v. 16, n. 16, p. 7218, 2024.

MASA'DEH, R. et al. **Supply chain management in the age of big data and blockchain: A theoretical perspective**. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, v. 10, n. 2, p. 100155, 2024.

MELOTTI, L. M. D. et al. **Utilização do sistema Blockchain e sua rastreabilidade no agronegócio**. Cadernos de Prospecção, v. 16, n. 5, p. 1543-1554, 2023.

NAZ, Sana; LEE, Scott Uk-Jin. Nazfast: An Exceedingly Scalable, Secure, and Decentralized Consensus for Blockchain Network Powered by S&SEM and Sea Shield. **Applied Sciences**, v. 15, n. 10, p. 5400, 2025.

NGUYEN, T. T. et al. The role of artificial intelligence and blockchain in supply chain sustainability. Journal of Cleaner Production, v. 379, p. 134444, 2022.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OLALEYE, Iyadunni Adewola et al. Real-time inventory optimization in dynamic supply chains using advanced artificial intelligence. **International Journal of Management & Entrepreneurship Research**, v. 6, n. 12, p. 3830–3843, 2024. DOI: 10.51594/ijmer.v6i12.1741. Disponível em: <https://www.fepbl.com/index.php/ijmer/article/view/1741>. Acesso em: 6 out. 2025.

OLIVEIRA, G. V. de et al. **Aplicação do Business Intelligence na gestão da cadeia de suprimentos**. Brazilian Journal of Production Engineering, v. 9, n. 5, p. 60-69, 2023.

ONU. **Food Waste Index Report 2023**. United Nations Environment Programme (UNEP), 2023.

PAIVA, L. B. **O uso da tecnologia blockchain para monitorar todas as etapas pelas quais os produtos agroalimentares passam pode assegurar transparência e economia nos processos logísticos**. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

PILGRAM, Lisa et al. A consensus privacy metrics framework for synthetic data. **Patterns**, 2025.

PRASHAR, Deepak et al. Blockchain-based traceability and visibility for agricultural products: A decentralized way of ensuring food safety in india. **Sustainability**, v. 12, n. 8, p. 3497, 2020.

REJEB, A. et al. **The Internet of Things and the circular economy: A systematic literature review and research agenda**. Journal of Cleaner Production, v. 350, n. 131439, 2019.

ROMANO, Antonello. Synthetic geospatial data and fake geography: A case study on the implications of AI-derived data in a data-intensive society. **Digital Geography and Society**, v. 8, p. 100108, 2025.

ROSSMANN, A. et al. **The future and impact of Big Data analytics on supply chain management**: Results of a Delphi study. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 48, n. 1, p. 25-47, 2018.

RUSTICE, L. A. de O.; CARVALHO, J. S. de; BARCELOS, A. F. V.; SANTANA, V. B. Aplicação de técnicas de inteligência artificial na otimização de processos logísticos. **Observatório de la economía latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 5, p. e4460, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n5-015. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/oel/article/view/4460>. Acesso em: 5 out. 2025.

RUSTICE, R. et al. **A integração entre a inteligência artificial (IA) e a cadeia de suprimentos no contexto da logística 4.0**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGET), 21., 2024, Resende. Anais [...]. Resende: AEDB, 2024.

SANTANA, H. L. et al. **Uma perspectiva colaborativa da cadeia de suprimentos para apoiar a indústria 4.0**. Revista Produção Online, v. 19, n. 2, p. 694-721, 2019.

SANTOS, Victor Lucio Bernardo dos et al. A integração entre a inteligência artificial (IA) e a cadeia de suprimentos no contexto da logística 4.0. In: **Simpósio de excelência em gestão e tecnologia (SEGET)**, 21., 2024, Resende. Anais [...]. Resende: AEDB, 2024. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/artigos2024.php?pag=425>. Acesso em: 4 out. 2025.

SEYEDAN, Mahya; MAFAKHERI, Fereshteh. Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: methods, applications, and research opportunities. **Journal of Big Data**, v. 7, n. 1, p. 53, 2020.

SCHMIDT, C.; WAGNER, M. **The blockchain in supply chain management: A comprehensive review of current challenges and future directions**. Journal of Business Logistics, v. 40, n. 4, p. 308-327, 2019.

SILVA, P. H. O. da et al. **Blockchain na cadeia de suprimentos no estado de Pernambuco: obstáculos e desafios**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGET), 44., 2024, Porto Alegre.

SOCCA JUNIOR, João Ricardo. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: impactos na competitividade organizacional e desafios na implementação. **Revista Tópicos**, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.13805716. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/gerenciamento-da-cadeia-de-suprimentos-impactos-na-competitividade-organizacional-e-desafios-na-implementacao>. Acesso em: 5 out. 2025.

SOUZA, F. R. **Aplicação da blockchain e IoT na gestão da cadeia de suprimentos: um estudo de caso sobre rastreabilidade**. Revista Produção Online, v. 23, n. 3, e-5016, 2023.

STEFANOVIC, Nenad et al. Adaptive cloud-based big data analytics model for sustainable supply chain management. **Sustainability**, v. 17, n. 1, p. 354, 2025.

TSAI, Wen-Chi; SHEN, Chung-Wei. Using a smart contract for the floral supply chain. **Asia Pacific Management Review**, v. 29, n. 3, p. 347-361, 2024.

TREIBLMAIER, H. **The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action**. Supply Chain Management: An International Journal, v. 23, n. 6, p. 545-559, 2018.

VIGNESH, B. et al. *Blockchain technology in agriculture: ensuring transparency and traceability in the food supply chain*. **Plant Science Today**, v. 12, p. 5970, 2025.

VILLEGAS-Ch, W.; GOVEA, J.; GUTIERREZ, R. Optimizing Consensus in Blockchain with Deep and Reinforcement Learning. **Emerging Science Journal**, v. 9, n. 4, p. 1886-1908, ago. 2025.

VOUTSA, Maria C.; TSAPATSOULIS, Nicolas; DJOUVAS, Constantinos. Biased by Design? Evaluating Bias and Behavioral Diversity in LLM Annotation of Real-World and Synthetic Hotel Reviews. **AI**, v. 6, n. 8, p. 178, 2025.

XIA, T.; LI, J.; HE, Z. **Coordination of supply chain based on blockchain technology**. **International Journal of Production Economics**, v. 257, p. 108781, 2023.

XU, X. et al. **Barriers to blockchain adoption in automotive supply chain management: An empirical study in China.** *Journal of Cleaner Production*, v. 343, p. 130831, 2022.

WAMBA, Samuel Fosso; QUEIROZ, Maciel M. A framework based on blockchain, artificial intelligence, and big data analytics to leverage supply chain resilience considering the COVID-19. *IFAC-PapersOnLine*, v. 55, n. 10, p. 2396–2401, 2022.

WANG, S. et al. *Blockchain-based access control for privacy protection of agricultural products.* **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 20048, 2024.

WANG, Shangping et al. Smart contract-based product traceability system in the supply chain scenario. **IEEE access**, v. 7, p. 115122-115133, 2019.

WANG, J. et al. **The role of blockchain in enhancing supply chain security and visibility: A comprehensive review.** *International Journal of Production Economics*, v. 270, p. 108199, 2024.

WANG, Shaohua et al. Método de controle de acesso por recriptografia proxy baseado em blockchain para proteção da privacidade de produtos agrícolas em relação ao risco biológico. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 20048, 2024.

WANG, S. et al. **Análise de Big Data, inteligência artificial, ambidestria e gestão de cadeia de suprimentos verde: implicações na economia responsável.** *Journal of Cleaner Production*, 2024.

YANG, X. et al. *A trusted blockchain-based traceability system for agricultural products.* **IEEE Access**, v. 9, p. 36282–36293, 2021.

YANG, Xinting et al. A trusted blockchain-based traceability system for fruit and vegetable agricultural products. **IEEE access**, v. 9, p. 36282-36293, 2021.

ZAMANI, Efpraxia D.; SMYTH, Conn; GUPTA, Samrat; DENNEHY, Denis. Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review. **Annals of Operations Research**, v. 327, p. 605–632, 2023.

ZHANG, Liuhua; GONG, Tianbao; TONG, Yanan. The impact of digital logistics under the big environment of the economy. **Plos one**, v. 18, n. 4, p. e0283613, 2023.

ZHANG, Xin et al. Blockchain-based safety management system for the grain supply chain. **IEEE Access**, v. 8, p. 36398-36410, 2020.

ZHU, Peng et al. A blockchain based solution for medication anti-counterfeiting and traceability. **IEEE Access**, v. 8, p. 184256-184272, 2020.

“Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e adequação às normas ABNT são de inteira responsabilidade dos autores.”

**Declaração de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de redação.**

Declara-se pelos autores que durante a preparação deste trabalho foi utilizado o NotebookLM, para revisão, certificação de dados e verificação de autenticidade. Após utilizar esta ferramenta/serviço, os autores editaram e revisaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

# SOBRE OS AUTORES

## ALEX MACEDO DE ARAUJO

Doutorando em Geografia Humana pela USP, mestre em Geografia, graduação e licenciatura em Geografia, licenciatura em História, em Pedagogia, graduado em Tecnologia em Logística, Administração de Empresas e em Ciências Contábeis, licenciado em Ciências Sociais e em Filosofia e graduando em Direito. Pós graduado em Metodologias para o Ensino a Distância, MBA em Gestão Estratégica de Negócios em Gestão de Projetos. Diretor e professor na Fatec da Zona Sul. Experiência no acompanhamento do reconhecimento de cursos superiores e comissões internas como CIPA, Núcleo Docente Estruturante, Conselho de Curso e Congregação da Faculdade e em micro empresas na área de treinamentos empresariais, coordenação de cursos superiores.

## ALEXANDRE CASTANHEIRA LUCAS DE OLIVEIRA

Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Fatec Guarulhos, pós graduado em Gestão Pública, Formação Pedagógica para Graduados Não Licenciados – Matemática, Aluno especial do Programa de Mestrado do Centro Paula Souza, com foco em capacitação, desenvolvimento e utilização de tecnologias disruptivas e digitalização de processos produtivos, com foco em pesquisa, para Indústria 4.0 e IoT. 20 anos de experiência produção de comunicação visual, sinalização e design com atuação na área de construção civil.

## ALEXSANDRO DINIZ

Graduando em Logística Aeroportuária pela Fatec Guarulhos, graduado em Direito. 26 anos de atuação em empresas de grande porte em gestão de equipes, negociação e planejamento estratégico. Instrutor homologado ANAC desenvolvendo atividades em companhias aéreas nacionais e internacionais.

## AMANDA SOARES MACHADO

Tecnóloga em Logística pela Fatec de Guarulhos, graduanda em Administração de empresas. 14 anos de experiência em análise, supervisão em atendimento, suporte ao cliente nos processos de qualidade, monitoria de atendimento e elaboração de treinamentos e acompanhamento de performance de grandes empresas



# SOBRE OS AUTORES

## ANDREZA SANTOS FEITOZA

Mestra em Educação e Trabalho pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Pós graduada em Gestão Estratégica da Educação, em Direito de Família e Sucessões, graduada em Direito. Professora de ensino superior na Fatec Bragança Paulista, Advogada atuante desde 2007 e professora na Fatec Bragança Paulista desde 05/2017

## CARLOS ALBERTO DINIZ GROTTA – *IN MEMORIAM*

Mestre e doutor em transporte público/mobilidade urbana e suas implicações espaciais pela UNESP. Graduado em Engenheira Civil pela Unisanta. Atuou nos cursos de Logística e Logística Aeroportuária na FATEC Guarulhos desenvolvendo pesquisas voltadas ao transporte e suas implicações espaciais, legais e de planejamento, envolvendo logística e desenvolvimento tecnológico.

## CARLOS EDUARDO SOARES GOMES

Graduando em Logística pela Faculdade de Tecnologia de Guarulhos - Fatec, 24 anos de experiência na área logística atuando como líder em operações nos modais aéreo e rodoviário em empresas de médio e grande porte.

## CÉLIA DE LIMA PIZOLATO

Mestra em Controladoria e Contabilidade Estratégica pela UNIFECAP, graduada em Ciências Contábeis, pós graduada em Didática do Ensino Superior, Gestão Financeira e Contabilidade. Professora da Fatec Guarulhos, da Unisep - Peruíbe. Membro Titular da Secretaria do Meio Ambiente Prefeitura de Guarulhos e do Núcleo Acadêmico da Semcitec. Presidente do NDE, membro da Congregação e coordenadora de curso da Fatec Guarulhos.

## CRISTIANE SANTOS SILVA

Graduada em Logística Aeroportuária pela Faculdade de Tecnologia de Guarulhos - Fatec. Possui experiência em empresas de e-commerce desenvolvendo atividades voltadas à análise e solução de problemas operacionais, otimização de processos e melhoria contínua.

# SOBRE OS AUTORES

## DANIEL NERY DOS SANTOS

Pós-Doc Geologia Sedimentar e Ambiental – USP, Doutor em Geociências e Meio Ambiente – Unesp, graduado em Geografia e Logística. Experiência nas áreas de Geoprocessamento e Análise de Impactos Ambientais na Área de Transportes. Coordenador e Professor da Fatec Guarulhos.

## DAVI DE ALBUQUERQUE GOMES

Mestre em Engenharia de Produção, MBA em Logística Empresarial e em Supply Chain, em Gestão da Qualidade e Produtividade, pós-graduando em Engenharia Metalúrgica e Processos de Fabricação e em Docência no Ensino Superior. Graduado em Engenharia de Produção, Administração, licenciado em Matemática e Pedagogia. Professor de ensino superior, ensino médio e técnico e coordenador. Experiência na indústria nas áreas de produção e logística nos segmentos de: eletrônica, alumínio, papel, implementos rodoviários, esquadrias, vidro e manutenção predial.

## DULCINÉIA SOUZA MATHIAS

Tecnóloga em Logística pela Fatec de Guarulhos, pós graduada em pedagogia, MBA em Logística Empresarial. 18 anos de experiência nas áreas de logística e vendas em empresas de grande porte na área de plásticos injetados. Atuou como professora em nível técnico.

## EDNA ARAÚJO SANTOS DA SILVA

Graduanda no curso de Logística Aeroportuária na Fatec Guarulhos, participação no projeto de Iniciação Científica sobre Vertiportos e Mobilidade Urbana Aérea (MUA) com veículos eVTOL, abordando inovações e perspectivas para o futuro da aviação.

## EDSON DEMÉTRIO LEAL

Mestre em Educação, Administração e Comunicação, Graduado em Administração e Direito, pós graduado em MKT, Gestão Empresarial, Processo do Trabalho e Direito do Trabalho, Planejamento, Implementação e Gestão do Ensino a Distância, Sócio / consultor / palestrante na Brasil Networks Ltda, sócio do Escritório Jurídico Advocacia Leal e professor do ensino superior em universidades pública e privada.

# SOBRE OS AUTORES

## ELISANGELA SANTOS TEIXEIRA

Graduanda em Tecnologia em Comércio Exterior - Fatec, graduada em Tecnologia em Gestão de Marketing. Larga experiência na função de liderança em empresas de grande e médio porte nas áreas administrativa, de logística, com destaque no ramo alimentício.

## ELZO BRITO DOS SANTOS

Graduado em Engenharia de Software, pesquisador em Inteligência Artificial Educacional. Experiência no desenvolvimento de soluções digitais, atuando na arquitetura de sistemas multi-tenant SASS, integração de modelos de linguagem e infraestrutura em nuvem, com foco em segurança e escalabilidade e impacto social e à aplicação da IA generativa na transformação da aprendizagem e na inovação curricular em instituições de ensino superior e técnico.

## EUCLIDES REAME JUNIOR

Mestre em Engenharia de Produção - USP; Pós-graduado em Marketing; Graduação em Ciências Contábeis e Administração de Empresas, Professor da Fatec Guarulhos. Experiência nas áreas: contábil, auditoria e de planejamento financeiro; marketing, publicidade e logística; desenvolvimento de produtos em empresas de grande porte.

## FELIPE BROWN ARAÚJO SOUZA

Graduando em Logística Aeroportuária pela Fatec Guarulhos, 23 anos de experiência na área de Logística de operações no modal aéreo, em gestão de equipes, conhecimento em ferramentas analíticas e de gestão, como Power BI aplicada.

## GLEIDMILSON DE AZEVEDO

Graduado em Administração de Empresas pela Unisantana e em Processos Gerenciais, licenciado em educação profissional de nível médio, pós graduado em EJA e em docência para a educação profissional, graduando em Tecnologia em Gestão Empresarial e formação em música pela Emesp. Professor da Etec de Guarulhos, Fatef, Senac e Seduc.

# SOBRE OS AUTORES

## JACY FERREIRA BRAGA

Mestre em Comunicação Social pela UNIP, pós graduado em Marketing e graduado em Comunicação Social - Publicidade e Propaganda. Professor da Fatec Guarulhos e da Zona Sul, inclusive EAD. Atuação em consultoria nas áreas de Marketing, Marketing Digital, Planejamento Estratégico, Comunicação, Mídia e Administração.

## JOSÉ CARLOS VAZ

Doutor em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas, Mestrado em Administração Pública, Titular da Cátedra Brasil CAPES-Universidade de Münster, graduado em Administração, Professor da Universidade de São Paulo, coordenador do GETIP,e pesquisador associado do OIPP. Titular da Cátedra Brasil CAPES-Universidade de Münster (Alemanha), junto ao Instituto de Ciéncia Política da Universidade de Münster.Graduação em Administração pela Universidade de São Paulo. Experiéncia na área de Administração Pública focado aspectos sociais e políticos do uso da tecnologia de informação, gestão pública e questões urbanas e municipais.

## JOSÉ CÍCERO MENDES DA SILVA

Graduando em Logística pela Faculdade de Tecnologia de Guarulhos-Fatec, 18 anos de experiência como gestor na área de logística nos ramos gráfico, de transporte e de operações gerais em empresas de pequeno e médio porte.

## JOSÉ MARTINO NETO

Doutor em Engenharia pela UNESP, Mestre em Gestão de Sistemas Produtivos, pós graduado em Logística Empresarial – IMAM, com extensão pela University of Toronto. Graduado em engenharia da produção, na gestão das áreas Industriais de Manufatura, Supply Chain, Logística e Engenharia de Processos. 32 anos de experiência em empresas nacionais e multinacionais de médio e grande porte na gestão de departamentos em diversos setores industriais e na transferência de tecnologia entre sites. Diretor da Faculdade de Tecnologia de Guarulhos - Fatec.

# SOBRE OS AUTORES

## LEONIDAS ALVAREZ NETO

Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP, mestre em Engenharia de Transportes. Possui experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Projeto, Construção e Controle de Qualidade de Obras Viárias, professor da Fatec da Zona Sul.

## MANOEL LUÍS FREIRE BELÉM

Graduado em Física, pós graduado em Administração e Marketing, pioneiro na implementação de programas PBL e STEM no Brasil, com projetos como *SpaceTrip4Us*, *F1 in Schools Brasil*, *Greenpower-EDUBRA* e *e-Kar*. Embaixador da *HTMLcoin* e da *CELO*, promove o uso de *blockchain* para cupons de desconto e compensação de carbono. Desenvolveu a plataforma *LearnSteam*, voltada ao suporte de professores e alunos, experiência em planejamento estratégico, tecnologia e educação em empresas grande porte na área de logística e inovação.

## MÁRCIA ARIANA KIRCOVISKIS DOS SANTOS

Tecnóloga em Logística Aeroportuária pela Fatec Guarulhos, graduada em Teologia FAETEL, curso chancelado pela Universidade de São Paulo (USP) em 2015. Possui experiência em desenvolvimento e trabalhos voluntários voltados ao ministério infantil.

## MARCO ANTONIO SOUTO PASTA TEBERGES

Mestre em Educação, Administração e Comunicação pela Universidade São Marcos, Pós graduado em Administração de Empresas, Graduado em Ciências Econômicas Professor da Fatec Guarulhos e São Caetano. Tutor EAD no Centro Paula Souza e no Grupo Educ. Drumond. Possui experiência no setor bancário, área em que ocupou diversas posições.

# SOBRE OS AUTORES

## MARCOS DONIZETE DE SOUSA

Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Paulista, pós graduado em Supply Chain e Logística Empresarial e graduado em Administração de Empresas. Experiência de 12 anos na área alimentícia na gestão de custos, orçamento e tributária, vivência na gestão de micro e pequenas empresas. Professor na Uninove e na Etec de Guarulhos. Facilitador e consultor em micro e pequenas empresas com foco em gestão das operações e qualidade.

## MARIANA ALVES OZÉAS

Graduada em Logística Aeroportuária pela Faculdade de Tecnologia de Guarulhos - Fatec. Possui 10 anos de experiência na área de Logística, com atuação como Analista de Operações nos modais aéreo e rodoviário com experiência na área de faturamento.

## MARIO CAMAROTTO JUNIOR

Graduado em Administração de Empresas – UNINOVE, técnico pelo ICEA. Experiência como Controlador de Tráfego Aéreo da Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, atuando na área de Defesa com ênfase em Tráfego Aéreo.

## MILTON FRANCISCO DE BRITO

Doutorando na UNICAMP, Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional - UNITAU, pós-graduado em Logística Empresarial, graduado em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Licenciatura em Ciências. Participação em treinamentos internacionais, como o Lean Production, e o The Epicenter of Brilliant Ideas. 20 anos de experiência nas áreas de Inspeção Eletrônica, Gerenciamento da Produção, Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Supply Chain Management. Professor e coordenador da Fatec Guarulhos. Foi membro da Comissão Assessora de Área no Sinaes.

# SOBRE OS AUTORES

## MOACIR DE FREITAS JUNIOR

Doutor em Engenharia da Produção pela UNIP - Universidade Paulista, Mestre em Eng. de Produção-UNIP, Pós graduado em Logística Empresarial, Gestão de Recursos Humanos, em Formação Profissional em Educação em Sistemas da Computação pela. Graduado em Administração de Empresas-UNICID. Professor da Fatec da Zona Sul e da Etec Guarulhos. Atuação profissional de 16 anos nos ramos automotivo, alimentício e de prestação de serviços em médias e grandes empresas nos setores de Armazenagem, Compras e PCP.

## OSMILDO SOBRAL DOS SANTOS

Pós-doc, doutorado e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista-UNIP, MBA-Gestão Empresarial, graduado em Engenharia de Produção Industrial, graduado em Tecnologia em Gestão Industrial e em Administração de Empresas. Professor da Fatec Guarulhos, avaliador do INEP/MEC, consultor especialista do Conselho Estadual de Educação de São Paulo, diretor, coordenador e pesquisador em universidades de grande porte.

## REGIANE DE FATIMA BIGARAN MALTA

Doutoranda e Mestre em Sustentabilidade pela Each - USP, pós graduada em Gestão Financeira, graduação em Logística e Transportes, Administração de empresas - UNIFRAN, Gestão Financeira pelo SENAC-SP e Pedagogia pela UBC, em Gestão Empresarial pela Fatec-SP, MBA em Comércio Exterior pela FMU, Desing Instrucional no SENAC. Professora na Fatec Guarulhos.

## SANDRA REGINA MILANO

Tecnóloga em Logística pela Faculdade de Tecnologia de Guarulhos-Fatec. 15 anos de experiência na área administrativa e de operações em logística, atuando no setor bancário, de transporte e alimentação em empresas de médio e grande porte.

## THIAGO BERGOCI

Mestrando em Gestão de Políticas Públicas – USP, pós graduado em Gestão Empresarial e graduado em Tecnologia em Logística. Larga experiência na área de administração pública e gestão de pessoas na função de coordenador.

# SOBRE OS AUTORES

## VANDERLEI TALLACH

Mestre em Sistemas Produtivos, Pós graduado em Qualidade e Produtividade, Logística Industrial e graduado em Engenharia Civil. Coordenador e professor em Logística na Fatec Guarulhos. Experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, Logística e Movimentação Industrial e na implantação de sistemas de ERP, Lean Manufacturing e Manufacturing Execution System (MÊS).

## WANNY ARANTES BONGIOVANI DI GIORGI

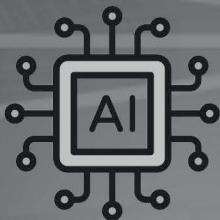
Mestra em Controladoria e Contabilidade Estratégica – FECAP, pós graduada em Administração de Empresas com Ênfase em Análise de Sistemas, Complementação Pedagógica com Ênfase em Orientação Educacional, Licenciatura em Ciências Políticas e Sociais. Coordenadora do curso de Ciências Contábeis, membro do NDE e professora da Fatec de Guarulhos. Membro do grupo de pesquisas registrado no CNPq sob a rubrica: Núcleo de Estudos em Contabilidade e Meio Ambiente NECMA, FEA USP, da Comissão Brasileira de Acompanhamento do Relato Integrado.

# LOGÍSTICA APLICADA AOS PROCESSOS DE GESTÃO

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



AHP



# LOGÍSTICA APLICADA AOS PROCESSOS DE GESTÃO

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 FACEBOOK [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



AHP

