UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Engenharia
Câmpus de Ilha Solteira

Debora Satiko Matsumura

O AEROPORTO INTERNACIONAL DE OLÍMPIA COMO MODELO DE AEROPORTO INTELIGENTE: APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA SEGURANÇA OPERACIONAL E OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PASSAGEIROS FRENTE À DEMANDA TURÍSTICA REGIONAL

Ilha Solteira - SP

2026

Debora Satiko Matsumura

O AEROPORTO INTERNACIONAL DE OLÍMPIA COMO MODELO DE AEROPORTO INTELIGENTE: APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA SEGURANÇA OPERACIONAL E OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PASSAGEIROS FRENTE À DEMANDA TURÍSTICA REGIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia Ilha Solteira - FEI da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho" - UNESP

Orientadora: Prof.ª Dra. Luzenira Alves Brasileiro.

Ilha Solteira - SP

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Matsumura, Debora Satiko.
M434a O aeroporto internacional de Olímpia como modelo de aeroporto inteligente: aplicação de tecnologias para segurança operacional e otimização do fluxo de passageiros frente à demanda turística regional / Debora Satiko Matsumura. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
57 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2026

Orientadora: Luzenira Alves Brasileiro

Inclui bibliografia

1. Aeroportos inteligentes. 2. Gestão aeroportuária. 3. Tecnologia. 4. Inovação. 5. Eficiência operacional.

Sandra Montibeller - CRB-8/060/2025

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: DEBORA SATIKO MATSUMURA

Título: **O AEROPORTO INTERNACIONAL DE OLÍMPIA COMO MODELO DE AEROPORTO INTELIGENTE: APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA SEGURANÇA OPERACIONAL E OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PASSAGEIROS FRENTE À DEMANDA TURÍSTICA REGIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

COMISSÃO EXAMINADORA

Profª Drª Luzenira Alves Brasileiro

(Orientadora)

Profª Drª Maria da Consolação Fonseca de Albuquerque

(Examinadora)

Prof. Dr. Sérgio Augusto Mello da Silva

(Examinador)

Ilha Solteira

18/06/2026

AGRADECIMENTOS

Dedico este agradecimento, primeiramente, aos meus pais, Elena e Milton, e às minhas irmãs, Daniela e Carolina. O apoio incondicional, o incentivo constante e a inspiração que recebi de vocês foram fundamentais para a conclusão desta etapa. Sou grata não apenas pelas palavras de motivação, mas, acima de tudo, pela presença constante e pelo suporte que sustentaram minha trajetória até aqui.

Expresso minha gratidão à Prof.ª Dra. Luzenira Alves Brasileiro, minha orientadora, por ter aceitado conduzir este trabalho. Agradeço por compartilhar seu vasto conhecimento e experiência, guiando-me com paciência e dedicação durante todo o desenvolvimento deste estudo."

Por fim, agradeço à Faculdade de Engenharia - FEIS UNESP pelas oportunidades de aprendizado e vivências e aos meus amigos e colegas de curso pelos momentos de troca, companheirismo e auxílio mútuo ao longo desta jornada acadêmica.

O AEROPORTO INTERNACIONAL DE OLÍMPIA COMO MODELO DE AEROPORTO INTELIGENTE: APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA SEGURANÇA OPERACIONAL E OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PASSAGEIROS FRENTE À DEMANDA TURÍSTICA REGIONAL

Candidato: Debora Satiko Matsumura

Orientador: Prof.ª Dra. Luzenira Alves Brasileiro

RESUMO: O presente estudo analisa a implementação do conceito de Aeroportos Inteligentes (*Smart Airports*) como estratégia fundamental para a otimização da gestão aeroportuária contemporânea. A crescente complexidade das operações aéreas demanda a adoção de tecnologias avançadas — tais como Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (*IoT*) e *Big Data* — para elevar a segurança, melhorar a experiência do usuário e otimizar a infraestrutura operacional. Por meio de uma revisão bibliográfica e pesquisa documental, o trabalho explora as principais vantagens e os desafios de implementação dessas tecnologias, examinando casos de sucesso globais que demonstram ganhos em sustentabilidade, logística integrada e eficiência energética, indo além de soluções isoladas de automação. Como estudo de caso aplicado, a pesquisa contextualiza a viabilidade de tais tecnologias no projeto do futuro Aeroporto de Olímpia, cuja construção é justificada pela relevância turística da região e pela necessidade de expandir a conectividade aérea. Conclui-se que a adoção de sistemas inteligentes é crucial para a resiliência operacional e para o desenvolvimento econômico, servindo como modelo para a modernização e interiorização da infraestrutura aeroportuária brasileira.

Palavras-chave: Aeroportos Inteligentes. Gestão Aeroportuária. Tecnologia. Inovação. Eficiência Operacional.

THE OLÍMPIA INTERNATIONAL AIRPORT AS A SMART AIRPORT MODEL: APPLICATION OF TECHNOLOGIES FOR OPERATIONAL SAFETY AND PASSENGER FLOW OPTIMIZATION FACING REGIONAL TOURIST DEMAND

Candidate: Debora Satiko Matsumura

Advisor: Prof.ª Dra. Luzenira Alves Brasileiro

ABSTRACT: This study analyzes the implementation of the Smart Airport concept as a fundamental strategy for optimizing contemporary airport management. The increasing complexity of air operations demands the adoption of advanced technologies—such as Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and Big Data—to enhance safety, improve user experience, and optimize operational infrastructure. Through a literature review and documentary research, this work explores the main advantages and implementation challenges of these technologies, examining global case studies that demonstrate gains in sustainability, integrated logistics, and energy efficiency, moving beyond isolated automation solutions. As an applied case study, the research contextualizes the feasibility of such technologies for the future Olímpia Airport project, whose construction is justified by the region's tourist significance and the need to expand air connectivity. The study concludes that the adoption of intelligent systems is crucial for operational resilience and economic development, serving as a model for the modernization and expansion of Brazil's inland airport infrastructure.

Keywords: Smart Airports. Airport Management. Technology. Innovation. Operational Efficiency.

1. INTRODUÇÃO **1**
2. OBJETIVO **3**
3. JUSTIFICATIVA **4**
4. METODOLOGIA **5**
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **6**
5.1. HISTÓRICO DO SETOR AÉREO 6
5.2. INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL 8
5.3. TENDÊNCIAS DO SETOR AÉREO 10
6. AEROPORTO INTELIGENTE - TECNOLOGIAS, CASES DE SUCESSO **12**
6.1. AEROPORTOS INTELIGENTES 12
6.2. TECNOLOGIAS APLICADAS AOS AEROPORTOS INTELIGENTES 13
6.2.1. BIG DATA 13
6.2.2. INTERNET DAS COISAS (IOT) 14
6.2.3. NAVEGAÇÃO INTERNA - BEACON 15
6.2.4. BIOMETRIA 15
6.2.5. RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) 16
6.3. VANTAGENS E DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM AEROPORTO INTELIGENTE 17
6.3.1. VANTAGENS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM AEROPORTO INTELIGENTE 17
6.3.1.1. SEGURANÇA 17
6.3.1.2. CONVENIÊNCIA PARA OS PASSAGEIROS 18
6.3.1.3. EFICIÊNCIA OPERACIONAL 18
6.3.1.4. OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS LIMITADOS 19
6.3.2. DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM AEROPORTO INTELIGENTE 19
6.3.2.1. CIBERSEGURANÇA 19
6.3.2.2. ALTOS CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO 20
6.3.2.3. ACEITAÇÃO POR PARTE DOS PASSAGEIROS 20
6.4. CASES DE SUCESSO 21
6.4.1. AEROPORTO CHANGI - SINGAPURA (SIN) 21
6.4.2. AEROPORTO INTERNACIONAL DE INCHEON - COREIA DO SUL (ICN) 26
7. AEROPORTO INTERNACIONAL DO NORTE PAULISTA EM OLÍMPIA **32**
7.1. IMPORTÂNCIA REGIONAL 32
7.2. AEROPORTO INTERNACIONAL DO NORTE PAULISTA EM OLÍMPIA COMO UM AEROPORTO INTELIGENTE 35
7.2.1. MONITORAMENTO E GESTÃO DO FLUXO DE PASSAGEIROS 35
7.2.3. SEGURANÇA INTELIGENTE 37
7.2.4. SISTEMAS PREDITIVOS DE DEMANDA E OTIMIZAÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA 40
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS **42**
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **43**

1. INTRODUÇÃO

Aeroportos são definidos pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) como aeródromos públicos dotados de edificações, instalações e equipamentos essenciais para o suporte às operações de aeronaves, bem como ao processamento de pessoas e cargas. O pleno funcionamento dessas infraestruturas demanda requisitos rigorosos de segurança, comunicação e operação, englobando desde o controle de entrada de pessoas e objetos e a manutenção de pistas e pátios, até o monitoramento constante de informações meteorológicas, sistemas de resposta a emergências e a gestão do entorno aeroportuário.

Dada a complexidade inerente a essa infraestrutura, o mercado aeroportuário tem buscado inovações tecnológicas para tornar as operações mais céleres e eficientes. Nesse cenário, emerge o conceito de Aeroportos Inteligentes (*Smart Airports*), modelos de gestão que integram tecnologias avançadas — como Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (*IoT*) e *Big Data* — para aprimorar a segurança, a eficiência operacional e a experiência dos usuários. A implementação desses recursos permite a automação e o monitoramento em tempo real, fundamentais para a gestão estratégica de fluxos de passageiros e demandas operacionais. (DA SILVA; KONARZEWSKI; 2022)

É sob essa perspectiva de modernização que se insere o projeto do Aeroporto Internacional do Norte Paulista, a ser construído na cidade de Olímpia (SP). Projetado com uma pista de 2.100 metros de extensão por 45 metros de largura, o empreendimento terá capacidade para atender cerca de um milhão de passageiros anuais e contará com pátio para estacionamento de até seis aeronaves simultaneamente, incluindo modelos de grande porte como Boeing e Airbus. Além da estrutura operacional, o aeroporto incluirá salas administrativas e áreas de abastecimento, visando fomentar os atrativos locais e impulsionar o turismo regional e nacional. (OLÍMPIA, 2025)

A implantação do aeroporto na região é justificada pela sua localização estratégica, com potencial para atender empresas de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, e pela expressiva importância turística de Olímpia, que recebe cerca de 5 milhões de turistas por ano. (OLÍMPIA, 2025). Considerando o expressivo volume de visitantes, impulsionado por grandes parques aquáticos e novos investimentos em infraestrutura de eventos, a adoção de tecnologias de *Smart Airports* apresenta-se como um diferencial crucial para o sucesso da operação. Tais tecnologias permitirão o gerenciamento eficiente da demanda, especialmente

em períodos de pico, consolidando a viabilidade econômica do projeto frente aos desafios atuais do setor aeroviário.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo investigar o paradigma dos aeroportos inteligentes (*Smart Airports*), compreendendo suas tecnologias fundamentais e analisando dois estudos de caso de relevância global: o Aeroporto de Changi (Singapura) e o Aeroporto Internacional de Incheon (Coreia do Sul). A partir dessa fundamentação, o estudo propõe uma análise da aplicabilidade dessas soluções no futuro Aeroporto Internacional do Norte Paulista, localizado em Olímpia. Pretende-se demonstrar que a implementação de tecnologias inteligentes, ainda que em níveis iniciais, representa um avanço operacional e uma vantagem competitiva estratégica para o terminal, essencial para a gestão eficiente da expressiva demanda turística regional.

3. JUSTIFICATIVA

A relevância desta pesquisa fundamenta-se na convergência entre o rápido crescimento da demanda por transporte aéreo e a necessidade imperativa de modernização tecnológica na aviação civil contemporânea. Enquanto o setor aéreo global transita para o paradigma da Indústria 4.0, a infraestrutura aeroportuária tradicional, baseada majoritariamente em processos físicos e manuais, revela-se insuficiente para enfrentar os desafios de escala, segurança e eficiência exigidos pelos novos fluxos de viajantes.

A escolha de Olímpia como objeto de estudo é particularmente oportuna e estratégica. A cidade consolidou-se como um dos principais destinos turísticos do Brasil, projetando alcançar a marca de cinco milhões de turistas anuais, o que demanda uma infraestrutura de acesso capaz de suportar esse volume com agilidade e resiliência. O futuro Aeroporto Internacional do Norte Paulista não deve ser encarado apenas como uma obra de engenharia civil, mas como uma infraestrutura crítica que necessita de alta capacidade operacional para integrar a região a rotas nacionais e internacionais.

Ao investigar o potencial de tecnologias como *IoT*, IA e biometria, esta pesquisa pretende demonstrar que a adoção de uma governança baseada em dados — ainda que implementada de forma modular e progressiva — é o caminho mais eficaz para mitigar gargalos, elevar os padrões de segurança e proporcionar uma experiência de viagem superior.

4. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, estruturada por meio de um levantamento bibliográfico e documental. A fundamentação teórica foi construída a partir da análise de artigos científicos, relatórios governamentais e publicações técnicas especializadas, cujo escopo abrange os avanços, tendências e tecnologias aplicadas ao conceito de aeroportos inteligentes. Para a validação prática dos conceitos discutidos, optou-se pela análise de estudos de caso, sendo selecionados os terminais de Singapura e da Coreia do Sul. Esta escolha fundamenta-se na relevância internacional desses complexos, os quais se consolidaram como referências globais quanto à implementação bem-sucedida de soluções tecnológicas, volume de dados processados e eficácia nos resultados operacionais alcançados.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. HISTÓRICO DO SETOR AÉREO

A aviação civil brasileira consolidou-se ao longo do século XX, acompanhando o desenvolvimento mundial pós-Primeira Guerra Mundial. Inicialmente, o transporte aéreo voltado principalmente ao correio e a serviços estratégicos de pequena escala, servindo como complemento aos modais ferroviário e marítimo em um cenário de infraestrutura ainda limitada (BIELSCHOWSKY; CUSTÓDIO, 2011).

A década de 1920 representa, para o Brasil, um período de transição econômica e social. Até o início do século XX, a economia brasileira era predominantemente agroexportadora, baseada na produção e exportação de produtos primários, principalmente o café. O acúmulo de capital gerado pelo próprio setor cafeeiro, os investimentos em infraestrutura ferroviária e portuária, a crescente urbanização e o uso de mão de obra imigrante assalariada foram fatores que impulsionaram a gradual transição para uma economia de base urbano-industrial. (BIELSCHOWSKY; CUSTÓDIO, 2011)

Na década de 1930, com a quebra da Bolsa de Nova York, houve uma retração abrupta do comércio mundial e na demanda por produtos agrícolas. Somado a isso, as subsequentes e volumosas safras de café resultaram na queda do preço da *commodity* (MAY, 2009), reduzindo a receita do Brasil e evidenciando a fragilidade de uma economia excessivamente dependente de um único produto. Diante dessa instabilidade econômica, as oligarquias agrárias que sustentavam o governo de Washington Luís enfraqueceram-se. Com a Revolução de 1930, Getúlio Vargas assumiu o poder, inaugurando uma nova estratégia de desenvolvimento voltada à intervenção estatal e ao incentivo à industrialização. Nesse cenário e com o encarecimento dos produtos estrangeiros, o país adotou políticas de proteção tarifária, financiamento público, criação de empresas, como a Companhia Siderúrgica Nacional, e passou a estimular a produção interna, favorecendo a expansão de indústrias de bens de consumo. Esse novo paradigma econômico, pautado pela substituição de importações, exigiu uma malha de transporte mais eficiente, impulsionando a expansão da demanda pelo transporte aéreo. Nas décadas de 1920 e 1930 o setor era dominado por empresas europeias. (BIELSCHOWSKY; CUSTÓDIO, 2011)

Paralelamente, o período entre guerras foi decisivo para a maturidade do setor aeronáutico. Enquanto na Primeira Guerra Mundial (1914 - 1918) as funções das aeronaves eram limitadas a missões de apoio terrestre, reconhecimento do campo de batalha, combate

aéreo e bombardeio, o período pós-guerra viu o setor ascender como um pilar estratégico da economia e da mobilidade global. (SCHRAMM, 2019). Com o progresso técnico em potência e segurança, a indústria aeronáutica ampliou consideravelmente a eficiência, a velocidade e a capacidade de transporte das aeronaves. Diante desse progresso, os países detentores de tecnologia como Alemanha, França e Estados Unidos, buscaram desenvolver novos aviões e linhas aéreas, além de expandir suas rotas e influências em outros continentes. (MONTEIRO, 2007)

Nesse contexto, a Condor Sydikat, subsidiária da Lufthansa, foi importante na estruturação da aviação comercial no Brasil ao expandir as atividades da aviação comercial da Alemanha na América do Sul, explorando rotas aéreas comerciais e testando novas aeronaves. A partir de 1927, sob autorização governamental a empresa passou a operar serviços aéreos em caráter experimental, estabelecendo rotas aéreas para o transporte de passageiros, cargas e correio. Ademais, no mesmo ano, foi fundamental no surgimento da Viação Aérea Rio-Grandense (VARIG) ao oferecer apoio técnico, operacional e logístico para a implantação da nova companhia aérea, o que incluía o fornecimento de aeronaves, treinamento de pilotos e mecânicos, além de suporte para estruturação das rotas iniciais, em troca de 21% das ações da nova companhia. (MONTEIRO, 2007).

Em dezembro de 1927, segundo a Associação Brasileira de Pilotos da Aviação Civil (ABRAPAC), para se adequar à legislação brasileira, a Condor Syndikat deixou de existir, passando suas concessões de rotas para a Empresa de Navegação Aérea Sindicato Condor Ltda. No contexto da Segunda Guerra Mundial, a empresa foi obrigada a mudar o nome para Serviços Aéreos Condor e, em 1942, as empresas aéreas foram nacionalizadas.

O investimento em aeroportos como política pública começou a partir de 1950 com a criação do Departamento de Aviação Civil (DAC) e da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) em 1973, cuja finalidade é gerenciar, desenvolver e modernizar a infraestrutura aeroportuária brasileira. Durante décadas, o Estado teve papel de regulador central de tarifas e rotas. Contudo, esse cenário começou a mudar a partir da década de 1990, com a abertura do mercado à concorrência e, mais recentemente, em 2011, com as concessões de aeroportos à iniciativa privada, iniciada com o Aeroporto de São Gonçalo do Amarante, no Rio Grande do Norte. Essas mudanças promoveram um incremento de investimentos privados no setor e possibilitaram uma maior modernização. (BRASIL, 2025).

Em suma, a evolução do setor aéreo ao longo dos séculos XX e XXI não pode ser dissociada dos constantes avanços tecnológicos nas aeronaves — que se tornaram mais rápidas, seguras e eficientes — e das mudanças regulatórias que fomentaram a

competitividade. Esses fatores foram cruciais para a democratização e popularização das viagens aéreas, transformando o transporte aéreo em um pilar indispensável da mobilidade contemporânea. Ao reduzir barreiras e ampliar significativamente a conectividade entre regiões e nações, a aviação consolidou-se como um vetor estratégico para o desenvolvimento socioeconômico regional e global. (ABEAR, 2022).

5.2. INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

A infraestrutura aeroportuária, conforme a ANAC, corresponde ao "conjunto de órgãos, instalações ou estruturas terrestres de apoio que tem como função proporcionar segurança, regularidade e eficiência à navegação aérea". Trata-se de um elemento essencial para o funcionamento do sistema de aviação, pois envolve todos os componentes físicos e operacionais que viabilizam o funcionamento de um aeroporto, desde o fluxo de passageiros e cargas até o controle do tráfego e a manutenção das aeronaves.

De acordo com a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), os aeroportos transcendem sua função técnica, posicionando-se como componentes fundamentais do bem-estar socioeconômico de todos os países. Ao conectarem pessoas e empresas, essas instalações atuam como elos de integração global e infraestruturas estratégicas, inclusive em cenários de crise. Por isso, para atender a esses propósitos, os aeroportos devem possuir infraestrutura integrada e adequada para atender às necessidades das aeronaves, das companhias aéreas e dos passageiros, garantindo níveis elevados de segurança, eficiência e regularidade das operações. Essa infraestrutura envolve tanto instalações no lado aéreo quanto no terrestre, entre as quais pode-se citar:

- Pista de pouso e decolagem: conforme a ANAC, trata-se de uma área em um aeródromo terrestre projetada para que as aeronaves consigam efetuar suas corridas durante as manobras de pouso e decolagem ao longo de sua extensão;
- Pátios de aeronaves (*aprons*): referem-se, segundo a *Federal Aviation Administration* (FAA), às áreas destinadas ao estacionamento das aeronaves para embarque e desembarque de passageiros, carregamento e descarregamento de cargas, abastecimento, manutenção e preparação para novos voos;

- Pistas de taxiamento (*taxiways*): vias dentro de um aeroporto destinadas ao deslocamento seguro e organizado de aeronaves entre diferentes áreas operacionais, conectando elementos essenciais da infraestrutura aeroportuária como pistas de pouso e decolagem, pátios de aeronaves e terminais (FAA, 2012);
- Terminais de passageiros: a *International Air Transport Association* (IATA) define os terminais de passageiros como a principal interface entre os modais aéreo e terrestre. Trata-se de uma instalação aeroportuária destinada a processar passageiros e suas bagagens entre o lado terrestre do aeroporto e a aeronave, o que envolve *check-in*, inspeção de segurança, controle migratório, embarque e desembarque;
- Terminais de carga: de acordo com a IATA, os terminais de carga são responsáveis pela interface logística entre o transporte aéreo e demais modais e são destinados ao processamento, armazenamento e movimentação de mercadorias transportadas por via aérea, o que envolve recebimento, inspeção, armazenamento temporário, consolidação e distribuição de cargas.
- Torre de controle: instalação responsável pelo gerenciamento do tráfego aéreo nas proximidades do aeroporto, coordenando e garantindo a segurança e organização das operações de pouso, decolagem e movimentação das aeronaves em solo. (FAA, 2016).
- Sistemas de navegação: conjunto de equipamentos e tecnologias usadas para o suporte tecnológico indispensável à orientação das aeronaves durante o voo, especialmente nas etapas de aproximação, pouso e decolagem. (ICAO, 2018)

A infraestrutura aeroportuária caracteriza-se pela elevada complexidade e pelos elevados investimentos necessários para sua implantação e manutenção. Por esse motivo, o transporte aéreo é especialmente adequado para demandas que priorizam eficiência e agilidade. Esse modal é particularmente adequado para o deslocamento de mercadorias de alto valor agregado e baixo volume e que exigem rapidez na entrega - a exemplo de produtos tecnológicos, medicamentos e documentos urgentes - e para o transporte de passageiros que necessitam de rapidez. Ademais, o transporte aéreo possibilita a integração de áreas remotas ou de difícil acesso que, por vezes, carecem de infraestrutura adequada, contribuindo para a

conectividade territorial, a dinamização da economia e o desenvolvimento regional. (BRASIL, 2025)

Conforme a Airports Council International (ACI), os aeroportos atuam como impulsionadores de desenvolvimento, pois funcionam como importantes pólos de mobilidade e logística que estimulam a criação de novos negócios e atraem investimentos para o seu entorno. Assim, a implantação e modernização de aeroportos tornam-se estratégias essenciais para dinamizar economias locais, gerar oportunidades e fortalecer a integração territorial, sobretudo em regiões com vocação turística ou logística. (BRASIL, 2025)

5.3. TENDÊNCIAS DO SETOR AÉREO

O setor aéreo mundial vivencia um ciclo de transformação impulsionado pela convergência entre globalização, avanços tecnológicos, necessidade de sustentabilidade ambiental, contínua digitalização e aumento da demanda por mobilidade. Conforme a publicação *Long-Term Demand Projections* (LTDP) divulgada pela IATA, o transporte aéreo de passageiros tende a dobrar de volume até 2050. (IATA, 2026)

O estudo simula três cenários de crescimento - baixo, intermediário e alto - baseados em indicadores como crescimento econômico, populações, tendências de preço de combustível de aviação, transição energética e desenvolvimento da capacidade de oferta do transporte aéreo. Segundo a publicação, o número de passageiros-quilômetro pagos (RPK), isto é, o total de passageiros pagantes transportados multiplicado pela distância percorrida por esses passageiros e uma das principais métricas para medir a demanda por transporte de passageiros, deve saltar de 9 trilhões em 2024 para 21,9 trilhões em 2050. Esse cenário reforça a necessidade de estruturar políticas públicas que visam o desenvolvimento eficiente de infraestrutura, a facilitação do acesso aos mercados, a harmonização regulatória e a promoção de uma transição energética eficaz. (IATA, 2026)

É importante notar que esse crescimento não ocorrerá de modo uniforme. A publicação destaca que a maior dinâmica de expansão estará concentrada em mercados emergentes, notadamente nas regiões da Ásia-Pacífico e África. Esse comportamento reflete diferenças relacionadas a fatores como demografia, estágio de maturidade dos mercados, desenvolvimento econômico e potencial de conectividade entre as cidades. Diante desse panorama, torna-se imperativa a estruturação de políticas públicas que fomentem o desenvolvimento de infraestrutura robusta, a harmonização regulatória internacional e o aprimoramento da transição energética do setor. (IATA, 2026)

Outra tendência relevante refere-se à modernização tecnológica das aeronaves, com foco no desenvolvimento de soluções que aumentem a eficiência operacional, reduzam custos e minimizem os impactos ambientais. O foco do setor tem se voltado para inovações em aerodinâmica e o desenvolvimento de motores mais eficientes, complementado pelo uso crescente de combustíveis sustentáveis de aviação (*Sustainable Aviation Fuels* - SAF). (PEDROSO, 2026)

Como exemplo desse esforço técnico destaca-se o projeto X-66 Sustainable Flight Demonstrator, uma parceria da NASA e Boeing. A iniciativa explora configurações de aeronaves com asas mais longas e finas para proporcionar uma maior eficiência aerodinâmica, otimizar o consumo de combustível e reduzir a pegada de carbono. (PEDROSO, 2026)

Complementarmente, a digitalização tem redefinido a gestão do tráfego aéreo e a infraestrutura aeroportuária. A incorporação de tecnologias como análise de dados, automação e sistemas inteligentes permitem a otimização das rotas, o uso mais eficiente das pistas e a melhoria do fluxo de aeronaves nos aeroportos, elevando a segurança operacional, ampliando a capacidade do sistema aeroportuário e reduzindo os gargalos. (IATA, 2025; PEDROSO, 2026)

Paralelamente, o conceito de “aeroportos inteligentes” ganha força com a implementação de biometria, sistemas de autoatendimento, despacho automatizado de bagagens e monitoramento digital do fluxo de passageiros.Tais inovações visam não apenas a eficiência na gestão aeroportuária, mas também o aprimoramento da experiência do usuário. (IATA, 2025; PEDROSO, 2026)

Em suma, as tendências atuais do setor aéreo desenham um cenário onde a expansão da demanda e o avanço tecnológico são indissociáveis. A evolução do setor aéreo para as próximas décadas depende da capacidade de integrar inovações digitais, práticas sustentáveis e uma infraestrutura resiliente, eficiente e segura, garantindo que o setor aéreo mantenha sua função como um vetor essencial de mobilidade e desenvolvimento socioeconômico.

6. AEROPORTO INTELIGENTE - TECNOLOGIAS, CASES DE SUCESSO

6.1. AEROPORTOS INTELIGENTES

Diante da projeção de que o número de passageiros aéreos deverá duplicar até 2041, torna-se evidente a necessidade de adaptação da infraestrutura aeroportuária. A simples expansão física dos aeroportos por meio da construção de terminais maiores ou novas instalações já não se mostra suficiente para responder aos desafios operacionais do setor.

Nesse cenário, emerge o conceito de Aeroporto Inteligente (*Smart Airport*), que combina inovação tecnológica, eficiência operacional, gestão de dados em tempo real e sustentabilidade como eixos fundamentais para responder às demandas contemporâneas da aviação civil (IATA, 2026).

Segundo a SITA, empresa líder mundial especializada em comunicações e tecnologias da informação para o transporte aéreo, para que um aeroporto seja inteligente, ele deve ter sua própria infraestrutura e tecnologias integradas a sistemas que possam compartilhar suas informações digitalmente e em tempo real. Ademais, a inteligência operacional advém da capacidade de gerar, transformar e unificar todos esses dados heterogêneos oriundos de diferentes sistemas em soluções viáveis. (SITA, 2017)

Os aeroportos inteligentes operam de forma pró-ativa e colaborativa, utilizando os dados de modo a elevar a eficiência operacional, a segurança e a sustentabilidade do sistema. (IATA, 2026). A incorporação de tecnologias como Internet das Coisas (*IoT*), análise de dados (*big data*), automação, biometria e sistemas de informação em tempo real tem como objetivo otimizar os fluxos de passageiros, aeronaves e bagagens, além de contribuir para aprimorar a tomada de decisão operacional, elevar os níveis de segurança, aumentar a eficiência no uso da infraestrutura aeroportuária e proporcionar uma experiência mais ágil e conveniente aos passageiros ao compreender seus comportamentos e tempo de jornada. (DA SILVA; KONARZEWSKI, 2022)

6.2. TECNOLOGIAS APLICADAS AOS AEROPORTOS INTELIGENTES

A operação dos aeroportos inteligentes fundamenta-se na integração de tecnologias digitais voltadas à automação, ao monitoramento e à otimização das operações aeroportuárias. Essas soluções têm como objetivo incrementar a eficiência operacional, aprimorar a experiência do passageiro, elevar os padrões de segurança e proporcionar uma gestão estratégica da infraestrutura disponível. (DIAS, 2024)

Segundo Pell e Blondel, essas tecnologias podem ser classificadas de acordo com seu nível de prioridade. O primeiro grupo compreende as soluções essenciais, como *big data*, análise avançada e computação em nuvem, que constituem o núcleo da estratégia digital aeroportuária e possuem versatilidade de aplicação. O segundo grupo engloba tecnologias de automação, como a Internet das Coisas (*IoT*), que contribuem para a redução de barreiras organizacionais e para a melhoria do fluxo da informação. Por fim, o terceiro grupo abrange soluções emergentes e não prioritárias como realidade aumentada e sistemas de transporte autônomos, cujo uso, embora crescente, ainda possui caráter restrito.

A incorporação de tecnologias nas atividades de gestão e atendimento é um processo complexo e de longo prazo. No entanto, os benefícios alcançados, como aumento da segurança e eficiência operacional, otimização de recursos e conveniência para os passageiros, consolidam o modelo de aeroporto inteligente como uma necessidade para a modernização do setor aéreo.(DIAS, 2024)

6.2.1. *BIG DATA*

Segundo a IBM, *big data* refere-se a conjuntos volumosos, variados e complexos de dados, enquanto a inteligência artificial (IA) representa a tecnologia que permite que computadores e máquinas simulem processos cognitivos humanos como o aprendizado, a resolução de problemas e a tomada de decisões. Nesse sentido, o primeiro atua como a fonte de dados (matéria-prima) e a segunda é o motor de processamento, analisando e identificando padrões, otimizando o aprendizado com dados e apoiando a tomada de decisões em tempo real.

Nos aeroportos inteligentes, a disponibilidade e a qualidade dos dados são críticas, pois a assertividade dos sistemas depende diretamente da integração das informações processadas. Desse modo, essas tecnologias desempenham função estratégica, permitindo a análise de grandes volumes de informações para prever demandas, identificar gargalos

operacionais, otimizar recursos e apoiar a tomada de decisões em tempo real. (NEGRI, et. al, 2017)

Entretanto, um dos desafios para a consolidação dos aeroportos inteligentes é a fragmentação de informações. Como muitos sistemas aeroportuários evoluíram de forma isolada, a comunicação entre eles é, por vezes, limitada. Nesse cenário, a interoperabilidade de dados entre os diversos subsistemas que compõem o ambiente aeroportuário e a integração entre os diferentes agentes do setor tornam-se essenciais para uma gestão plenamente inteligente.

6.2.2. INTERNET DAS COISAS (*IOT*)

Outra tecnologia relevante é a Internet das Coisas (*IoT*), termo que surgiu em 1999 e popularizou-se em 2008 a partir de uma conferência realizada em Zurich, Suíça. Trata-se da interconexão de dispositivos físicos equipados com sensores, softwares e tecnologias de comunicação capazes de coletar, transmitir e processar dados por meio da internet. Trata-se de uma tecnologia integradora voltada ao monitoramento, automação e controle inteligente de processos. (FERREIRA, 2021)

Sua aplicação é vasta, abrangendo casas inteligentes, empresas, indústrias, agronegócios e aeroportos. O relatório especial *Augmented Business* publicado na revista *The Economist*, cita empresas de diferentes áreas que estão se beneficiando com o uso da tecnologia. Como exemplos, pode-se citar o uso de sensores de temperatura para um controle automático, garantindo uma melhor produção e redução de custos; microchips instalados no gado para monitoramento das atividades metabólicas, alimentação e comportamentos atípicos; em casas inteligentes, objetos conectados à internet visam à melhoria da qualidade de vida dos habitantes e à economia de recursos como água e energia.

No contexto dos aeroportos inteligentes, a *IoT* aplica-se ao monitoramento do fluxo de passageiros, controle de ocupação de áreas, rastreamento de bagagens, gestão de ativos e manutenção preditiva de equipamentos. A distribuição de sensores pela infraestrutura aeroportuária permite a coleta de dados em tempo real, proporcionando uma gestão mais eficiente e integrada. Desse modo, a *IoT* constitui um pilar na construção de aeroportos inteligentes, garantindo visibilidade operacional constante e suporte à tomada de decisão fundamentada em dados. (FERREIRA, 2021)

6.2.3. NAVEGAÇÃO INTERNA - BEACON

A navegação interna em terminais aeroportuários utiliza dispositivos e técnicas especializadas destinadas a auxiliar os viajantes em sua circulação. Esses recursos de orientação incluem o uso de sinalização digital, aplicativos e mapas e visam minimizar a confusão e ansiedade associadas ao deslocamento em terminais de grande porte, diminuindo a dependência de atendimento presencial. Nesse sentido, alguns aeroportos estão adotando tecnologias como beacons, Wi-Fi e realidade virtual aumentada. (DIAS, 2024)

A tecnologia *Beacon* funciona como um sistema de posicionamento *indoor* (IPS) e consiste em transmissores baseados em *Bluetooth Low Energy* (BLE) capazes de identificar a localização dos usuários, bem como realizar comunicações por proximidade. Em aeroportos inteligentes, essa tecnologia viabiliza a navegação orientada até os portões de embarque, áreas de *check-in*, estabelecimentos comerciais e serviços, além do envio de notificações personalizadas em tempo real, com informações sobre voos, alterações de portão, tempo de espera em filas e horários de embarque. (FERREIRA, 2021)

Além da experiência do passageiro, os *beacons* contribuem para a gestão de fluxo de passageiros e rastreamento de bagagens, auxiliando na identificação de gargalos operacionais e apoiando no controle logístico de equipamentos. A partir da análise desses dados fornecidos, é possível otimizar a alocação de recursos e aprimorar a eficiência das operações aeroportuárias. (FERREIRA, 2021)

Desse modo, percebe-se que a tecnologia *beacon* contribui para a consolidação do conceito de aeroporto inteligente, ao promover maior eficiência operacional, melhoria da experiência do passageiro e fornecer suporte à tomada de decisão com base em dados de localização e comportamento do usuário. (FERREIRA, 2021)

6.2.4. BIOMETRIA

A Kaspersky, empresa líder em tecnologia no desenvolvimento de software de segurança cibernética, define biometria como “uma medida biológica ou característica física que pode ser usada para identificar indivíduos.”

No contexto de aeroportos inteligentes, a biometria consolidou-se como uma tecnologia fundamental para a segurança e fluidez aeroportuária. Sua aplicação automatiza etapas como *check-in*, despacho de bagagens e embarque, agilizando o trânsito nos terminais, aumentando a precisão na identificação dos passageiros e dificultando o uso de documentos ilegais. (LARISSA, 2026)

Segundo o relatório *Air Transport IT Insights* da Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques (SITA), a adoção da biometria e identidade digital em aeroportos e companhias aéreas é crescente. A publicação ainda aponta que aproximadamente 43% dos aeroportos já implementaram sistemas de embarque habilitados à essa tecnologia, com perspectivas de expansão, com mais de 50% dos aeroportos pretendendo adotar a tecnologia em processos como *check-in* e despacho de malas até esse ano (2026) e aproximadamente 70% das companhias aéreas esperam utilizar sistemas de gestão biométrica no mesmo período. O relatório também destaca que a biometria não apenas eleva os padrões de segurança, mas é indispensável para enfrentar o crescimento da demanda, reduzindo o tempo de espera e otimizando a experiência do usuário. (SITA, 2024)

6.2.5. *RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)*

O *Radio-Frequency Identification* (*RFID*) é uma tecnologia de rastreamento de objetos via radiofrequência, permitindo a identificação por meio de um banco de dados centralizado, o que facilita a gestão das informações dentro da cadeia de suprimentos. (FERREIRA, 2021). O sistema opera por meio da fixação de etiquetas (*tags*) nos itens monitorados as quais contém informações essenciais que são lidas sem fio por dispositivos que registram e processam os dados. (DIAS, 2024)

Quando a etiqueta *RFID* entra na zona de leitura, o leitor emite ondas eletromagnéticas que a energizam. Em seguida, ela transmite os dados armazenados ao leitor e, posteriormente, as informações coletadas são enviadas a um banco de dados centralizado para fins de verificação e processamento por meio de aplicações de *IoT*. Desse modo, a tecnologia *RFID* permite um rastreamento preciso e contínuo do mundo físico. (DIAS, 2024)

No contexto aeroportuário, as etiquetas *RFID* são amplamente utilizadas nos processos de *check-in*, principalmente na identificação e rastreamento de bagagens, permitindo monitorar o deslocamento das malas e notificar o passageiro quando elas são carregadas ou descarregadas da aeronave, além de fornecer informações adicionais como tipo de produto presente dentro da mala e monitorar condições ambientais, o que ajuda a reduzir o risco de manuseio incorreto de bagagens e o índice de extravios. (DIAS, 2024)

Ademais, o *RFID* pode ser utilizado para registrar informações dos próprios passageiros, como número do voo, origem e destino, permitindo o acompanhamento da chegada até o portão de embarque, auxiliando no monitoramento de fluxo de pessoas em

instalações, como sanitários, para determinar momentos ideais de limpeza e elevar a eficiência das operações. (DIAS, 2024)

6.3. VANTAGENS E DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM AEROPORTO INTELIGENTE

A transição do modelo de gestão aeroportuária tradicional para o conceito de aeroportos inteligentes configura-se como um imperativo estratégico para a aviação civil contemporânea. Conforme apontam Dias e Silva (2024), essa evolução fundamenta-se na capacidade de coletar, analisar e compartilhar dados em tempo real, otimizando processos operacionais e conferindo maior precisão à tomada de decisão. A adoção dessas tecnologias não apenas racionaliza os recursos, mas, como reforçam Rajapaksha e Jayasuriya (2020), eleva a agilidade dos fluxos, mitiga gargalos e melhora significativamente a experiência do passageiro.

Entretanto, o êxito nessa jornada exige uma análise equilibrada que pondere os benefícios operacionais frente aos desafios inerentes, como os vultosos investimentos iniciais, a complexidade de integração de sistemas e a necessidade de uma gestão rigorosa de riscos cibernéticos (RAJAPAKSHA; JAYASURIYA, 2020).

6.3.1. VANTAGENS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM AEROPORTO INTELIGENTE

A implementação de aeroportos inteligentes foca na convergência entre a excelência na experiência do usuário e a otimização operacional. A integração de sistemas permite o monitoramento contínuo das atividades, possibilitando uma alocação mais inteligente e dinâmica dos recursos disponíveis (DIAS; SILVA, 2024).

6.3.1.1. SEGURANÇA

A automação fortalece a segurança sem comprometer a fluidez da jornada do passageiro. Scanners de tomografia computadorizada, por exemplo, elevam a eficácia na detecção de ameaças e agilizam a inspeção ao reduzir a necessidade de intervenções manuais. Além disso, tecnologias como *IoT*, *RFID* e biometria conferem precisão à identificação e ao controle de bagagens, reduzindo vulnerabilidades como fraudes e acessos não autorizados (DIAS; SILVA, 2024).

Complementarmente, a infraestrutura digital demanda protocolos avançados de cibersegurança, incluindo criptografia, testes de intrusão periódicos e monitoramento contínuo. A aplicação de *blockchain* surge como ferramenta estratégica para o rastreamento de ameaças e proporciona maior consistência no tratamento de vulnerabilidades, proporcionando uma interface confiável entre administradores, companhias aéreas e órgãos de segurança, o que consolida a percepção de proteção em todo o ecossistema (DIAS; SILVA, 2024).

6.3.1.2. CONVENIÊNCIA PARA OS PASSAGEIROS

A redução de atritos operacionais é um pilar central. Soluções como quiosques de autoatendimento, *check-in* móvel e despacho automatizado de bagagens mitigam filas e aumentam a autonomia do viajante (DIAS; SILVA, 2024).

Além disso, o acesso em tempo real a informações via aplicativos e painéis interativos, somado a uma conectividade de alta qualidade, transforma o tempo de espera em um período produtivo e agradável, facilitando a navegação pela infraestrutura aeroportuária (DIAS; SILVA, 2024).

6.3.1.3. EFICIÊNCIA OPERACIONAL

A eficiência operacional é sustentada pelo processamento inteligente de dados. A combinação de sensores, redes de comunicação, inteligência artificial e *machine learning* permite prever demandas, analisar comportamentos e identificar gargalos antes que ocorram (RAJAPAKSHA; JAYASURIYA, 2020).

A automação aprimora a experiência dos passageiros e reduz a dependência de intervenções manuais, simplificando processos e diminuindo o tempo de atendimento. Simultaneamente, dados provenientes de múltiplos dispositivos fornecem subsídios para que as autoridades tomem decisões rápidas e operem de modo mais eficaz (DIAS; SILVA, 2024).

Outro diferencial é a manutenção preditiva. Infraestruturas monitoradas por dispositivos *IoT* e sensores permitem reparos antes da ocorrência de falhas, reduzindo interrupções e aumentando a confiabilidade sistêmica (DIAS; SILVA, 2024).

A sustentabilidade também é beneficiada por sistemas inteligentes de climatização e iluminação que reduzem o desperdício de energia e os custos operacionais. Assim, a maximização do uso de recursos físicos, humanos e energéticos consolida uma gestão aeroportuária mais resiliente (DIAS; SILVA, 2024).

6.3.1.4. OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS LIMITADOS

Os aeroportos inteligentes maximizam recursos escassos através de estratégias baseadas em dados, garantindo o aproveitamento total da infraestrutura disponível e minimizando perdas operacionais (DIAS; SILVA, 2024).

Sistemas de *IoT* e IA permitem planejar antecipadamente as operações e sugerir redistribuição de recursos conforme a demanda. Isso possibilita uma alocação de mão de obra mais assertiva, liberando equipes de tarefas que podem ser automatizadas (RAJAPAKSHA; JAYASURIYA, 2020).

Em suma, a convergência de *big data*, inteligência artificial e robótica permite expandir a capacidade operacional sem necessariamente ampliar o espaço físico, promovendo uma gestão de alto desempenho (DIAS; SILVA, 2024).

6.3.2. DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM AEROPORTO INTELIGENTE

Apesar dos benefícios, a transição para o modelo inteligente enfrenta barreiras significativas que exigem planejamento e governança robusta.

6.3.2.1. CIBERSEGURANÇA

A hiperconectividade amplia a superfície de exposição a ataques cibernéticos, que podem comprometer operações e expor dados sensíveis de passageiros e parceiros (RAJAPAKSHA; JAYASURIYA, 2020).

Criminosos cibernéticos podem explorar as vulnerabilidades existentes na rede, aproveitando-se de configurações inadequadas e versões desatualizadas de softwares. Portanto, a atualização contínua e a proteção dos sistemas e redes tornam-se um esforço contínuo e indispensável para impedir acessos não autorizados. (DIAS; SILVA, 2024)

Outro risco refere-se a ameaças internas, isto é, provenientes de indivíduos que possuem acesso legítimo às informações e aos sistemas e pode decorrer de negligência, ações maliciosas ou comportamentos não intencionais. A mitigação desses riscos envolve a implementação de mecanismos eficientes de controle de acesso, programas de conscientização dos colaboradores, monitoramento rigoroso das atividades realizadas e auditorias periódicas. (DIAS; SILVA, 2024)

Dessa forma, a forte dependência tecnológica coloca a cibersegurança como um dos principais pilares para a sustentabilidade e confiabilidade das operações aeroportuárias modernas (DIAS; SILVA, 2024).

6.3.2.2. ALTOS CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

A adoção de tecnologias como *IoT*, *big data*, realidade aumentada e inteligência artificial proporcionam inúmeras vantagens e aprimoram a capacidade operacional. Entretanto, a necessidade de um suporte financeiro considerável torna o investimento inicial uma das principais barreiras à implementação. (DIAS; SILVA, 2024)

Os elevados custos decorrem de investimentos significativos em infraestrutura e tecnologia, modernização dos sistemas existentes e desenvolvimento de ferramentas capazes de suportar a complexidade inerente aos aeroportos inteligentes, como centros de processamento de dados, redes de sensores e sistemas automatizados. Ademais, a integração de diferentes sistemas e tecnologias frequentemente demanda adaptações, o que pode representar custos relacionados ao desenvolvimento de *softwares*, à integração entre plataformas e à realização de testes. (RAJAPAKSHA; JAYASURIYA, 2020)

O investimento contínuo e de longo prazo em segurança cibernética e em profissionais especializados é considerável. Devido à maior vulnerabilidade a ataques cibernéticos, torna-se indispensável a adoção de mecanismos robustos de proteção, investimentos em tecnologias avançadas de segurança, auditorias periódicas e contratação e treinamento dos profissionais.

6.3.2.3. ACEITAÇÃO POR PARTE DOS PASSAGEIROS

A transição digital pode encontrar resistência em perfis de usuários com menor familiaridade tecnológica ou que valorizam o atendimento humano personalizado. Os passageiros podem encontrar dificuldades para se adaptarem às transformações promovidas pelas tecnologias e pessoas idosas ou com menor grau de alfabetização digital podem sentir-se excluídas ou frustradas diante de sistemas exclusivamente automatizados. (RAJAPAKSHA; JAYASURIYA, 2020)

Outro fator que influencia negativamente a aceitação das inovações aeroportuárias está relacionado às preocupações em relação à privacidade e segurança dos dados, que podem incluir informações pessoais, dados biométricos e preferências de viagens. O uso inadequado ou o acesso não autorizado a essas informações sensíveis gera desconfiança e compromete a aceitação de aeroportos inteligentes. Portanto, a superação desse desafio requer, além da

tecnologia, estratégias de comunicação e *design* inclusivo que garantam a aceitação e o conforto dos diversos perfis de passageiros que transitam pelo aeroporto. (DIAS; SILVA, 2024)

6.4. CASES DE SUCESSO

A crescente demanda por eficiência operacional, segurança e aprimoramento da experiência do usuário tem impulsionado a transformação digital no setor aeroportuário, consolidando o conceito de aeroportos inteligentes. Alinhados às premissas da Indústria 4.0, esses complexos integram tecnologias avançadas como Internet das Coisas (*IoT*), Inteligência Artificial (IA), *big data* e automação de processos com o objetivo de otimizar operações e oferecer serviços personalizados aos passageiros.

Nesse panorama, diversos terminais ao redor do mundo despontam como referências em inovação ao implementarem, com sucesso, essas soluções tecnológicas. A análise desses casos é fundamental para compreender a aplicabilidade prática das inovações no ecossistema aeroportuário, bem como para elucidar os benefícios alcançados e os desafios inerentes ao processo de implementação.

Dessa forma, a presente seção apresenta casos de sucesso selecionados, discutindo os contextos de aplicação, as tecnologias empregadas, bem como as principais vantagens e limitações associadas a esse modelo.

6.4.1. AEROPORTO CHANGI - SINGAPURA (SIN)

A República de Singapura é o menor país do sudeste asiático e está situada ao extremo sul da Península Malaia, entre os Oceanos Índico e Pacífico. Durante o século XIX, o país destacou-se como um importante entreposto comercial devido a sua localização estratégica no cruzamento entre as principais rotas marítimas entre o Oriente e Ocidente. Em 1819, Thomas Stamford Raffles, representante da Companhia Britânica das Índias Orientais, estabeleceu Singapura como um porto livre, o que significava que mercadorias podiam ser comercializadas sem a cobrança de tarifas elevadas, atraindo comerciantes da China, Índia, Oriente Médio e Europa e impulsionando rapidamente seu crescimento econômico. (RESINA, 2013)

Após a Segunda Guerra Mundial e um período de instabilidade política, Singapura tornou-se independente em 1965. Nesse período, o país enfrentava limitações significativas como elevado desemprego e escassez de recursos naturais. Como resposta, o governo adotou

uma estratégia baseada na industrialização, abertura ao investimento estrangeiro e modernização da infraestrutura. Outro fator importante para o desenvolvimento do país foi transformá-lo em um ponto de transporte internacional, atraindo um crescente fluxo de pessoas e mercadorias. (RESINA, 2013)

Nesse cenário de crescimento econômico acelerado, o antigo aeroporto de Paya Lebar já não atendia à demanda e, por estar em uma região de potencial crescimento urbano, sua expansão era limitada. Por esses motivos, optou-se por iniciar o planejamento de construção de um novo aeroporto mais eficiente e moderno. (RESINA, 2013)

Assim, em 1981, foi inaugurado o Aeroporto Internacional de Changi, planejado desde o início como um hub internacional de alta capacidade. A Skytrax, consultoria britânica conhecida como o "Oscar da Aviação" e especializada em auditar e avaliar a qualidade de companhias aéreas e aeroportos mundialmente, elegeu o aeroporto como o melhor do mundo 13 vezes. Isso é o resultado da combinação entre inovação, conforto, entretenimento, gastronomia e eficiência. (SOFIA, 2025)

O Aeroporto Internacional de Changi é amplamente reconhecido como um aeroporto inteligente por integrar tecnologias associadas à Indústria 4.0 em suas operações. Essa integração permite a otimização dos processos aeroportuários, aumento da eficiência operacional e a melhoria da experiência do passageiros, buscando, desde o início de suas atividades, um atendimento de alta qualidade. Nesse sentido, o terminal 4 teve seu projeto orientado pelo conceito FAST (Fast and Seamless Travel), que abrange um conjunto de tecnologias a fim de equilibrar eficiência e segurança, acelerar o fluxo de passageiros e aprimorar a experiência de viagem. (BERTRAN, 2024)

Um dos principais pilares dessa inteligência está na automação de processos. O aeroporto utiliza sistemas de autoatendimento, como *check-in* automatizado e despacho de bagagens em um totem (self bag drop). Essas soluções reduzem o tempo de espera, minimizam filas e diminuem a necessidade de intervenção humana, tornando os fluxos mais ágeis e eficientes. (BERTRAN, 2024)

O aeroporto conta com sistemas biométricos que possibilitam a verificação de identidade de forma integrada, permitindo que os passageiros passem por diferentes etapas com mínima intervenção manual. A verificação de identidade é simplificada com os passageiros escaneando seus passaportes, cartões de embarque e impressões digitais. Além disso, seus portões são equipados com autenticação biométrica, o que torna o controle de imigração um processo automatizado, mais rápido e seguro. (BERTRAN, 2024)

A tomografia computadorizada é outra tecnologia empregada principalmente nos processos de inspeção de segurança de bagagens de mão, sendo um dos elementos mais avançados do sistema de triagem do aeroporto, especialmente no Terminal 4. Seu funcionamento é semelhante ao da área médica é permite que os agentes de segurança visualizem os itens em diferentes ângulos e camadas, aumentando significativamente a precisão na identificação de objetos suspeitos. A tomografia computadorizada possibilita o aumento da eficiência do processo de triagem, uma vez que, em muitos casos, os passageiros não precisam retirar líquidos ou dispositivos eletrônicos das bagagens, reduzindo o tempo de inspeção e as filas, além de melhorar os níveis de segurança, pois possibilita uma detecção mais precisa de ameaças, como explosivos ou itens proibidos. Desse modo, trata-se de uma tecnologia que contribui para elevar a segurança sem comprometer a fluidez da experiência do passageiro. Entretanto, sua implementação envolve desafios como o alto custo de aquisição e manutenção dos equipamentos, além da necessidade de treinamento especializado para os operadores. (BERTRAN, 2024)

Outro aspecto fundamental é a integração com a Internet das Coisas (*IoT*) por meio da qual painéis digitais estrategicamente posicionados ao longo dos terminais fornecem informações em tempo real sobre voos, direções e avisos, melhorando a comunicação e a orientação dos passageiros. Ademais, sensores distribuídos pelo aeroporto permitem o monitoramento contínuo da movimentação de pessoas, o uso das instalações e as condições ambientais. Essas informações permitem ajustes automáticos nos sistemas operacionais, promovendo maior controle e eficiência. (BERTRAN, 2024)

O uso de robótica e inteligência artificial também se destaca no contexto do aeroporto. Robôs são empregados em atividades como limpeza, atendimento ao passageiro e suporte logístico, enquanto sistemas inteligentes auxiliam em processos de segurança e reconhecimento facial, elevando o nível de automação e precisão das operações. (BERTRAN, 2024)

Conforme Heather Chen da CNN, o aeroporto de Changi conta com robôs de aproximadamente 1,7 metros e mastros extensíveis de até 2,3 metros e equipados com alto-falantes embutidos, um painel LCD traseiro e câmeras que proporcionam uma visão 360 graus. Por meio de sensores, eles são capazes de detectar incidentes e formar cordões de segurança, avisando as forças de segurança através de sirenes e piscas. Para a polícia aeroportuária, isso representava um aumento na eficiência operacional e capacidade dos oficiais de linha de frente.

Nesse contexto de uso intensivo de dados, a análise avançada possibilita ao aeroporto monitorar e prever o comportamento dos passageiros em tempo real. Com isso, é possível otimizar a alocação de recursos, reduzir congestionamentos e melhorar a tomada de decisão operacional. Essa abordagem orientada por dados contribui diretamente para o aumento da eficiência e da capacidade de resposta do aeroporto. (BERTRAN, 2024)

A Mckinsey & Company, renomada empresa internacional de consultoria de gestão, publicou o relatório *The Future Takes Flight at Singapore Changi Airport*, em que entrevista Lim Ching Kiat, vice-presidente executivo de hub aéreo e desenvolvimento de cargas do Changi Airport Group e analisa como o aeroporto tornou-se modelo global de operação aeroportuária eficiente, combinando arquitetura icônica, tecnologia de ponta e serviços personalizados. (SRIDHAR, 2025)

O relatório mostra que, em 2024, o aeroporto atendeu aproximadamente 68 milhões de passageiros e realizou uma operação de voo a cada 80 segundos. Nesse contexto, o aeroporto está construindo o terminal 5 com capacidade inicial de 50 milhões de passageiros por ano e seu projeto busca ser o mais modular possível de modo a permitir expansões conforme a demanda do mercado, tanto em relação ao aumento no número de passageiros quanto ao tamanho das aeronaves. Ademais, representa um novo tipo de megaterminal, onde apesar de concentrar todas as operações em um único local, ele foi concebido para ser “mega mas acolhedor”, sendo adotadas soluções arquitetônicas e áreas distintas que reduzem a percepção de escala, criando ambientes mais intuitivos, convidativos e humanizados. Outro aspecto importante é a preocupação com as mudanças climáticas. O terminal está localizado 5, 5 metros acima do nível do mar, como forma de prevenção contra condições climáticas extremas e riscos de alagamento. (SRIDHAR, 2025)

Lim Ching Kiat enfatiza a busca em aproveitar ao máximo a inteligência artificial e a análise de vídeo. Segundo testes realizados utilizando IA na triagem de segurança, especialmente na detecção de itens proibidos, o tempo de inspeção foi reduzido em até 50% em comparação a um processo tradicional e manual, em que o passageiro passa por um scanner ou equipamento de raio-X, e um operador analisa as imagens.(SRIDHAR, 2025)

Em relação ao gerenciamento de todas as operações que ocorrem simultaneamente quando uma aeronave estaciona para o embarque, como abastecimento dos tanques de combustível, *catering*, limpeza, carregamento de carga e bagagens, entre outros, existe um projeto piloto em que todas essas atividades são registradas e os dados gerados pela análise de vídeo são compartilhados com todos os envolvidos. Desse modo, sempre que uma atividade sofre atraso ou sai do sincronismo, todas as partes responsáveis recebem a informação,

permitindo ações corretivas rápidas. O objetivo é manter os voos pontuais e garantir uma jornada fluida ao passageiro. Segundo Lim Ching Kiat, “até o momento, os resultados têm sido bastante positivos, e os testes continuam para aperfeiçoamento e expansão”. (SRIDHAR, 2025)

Outro teste sendo realizado é o uso da robótica e veículos autônomos para o transporte de bagagens mesmo em condições climáticas adversas, garantindo a continuidade do fluxo e a entrega pontual aos passageiros. Trata-se de uma área em desenvolvimento em que busca-se soluções tecnológicas para reduzir interrupções operacionais como as causadas por raios. (SRIDHAR, 2025)

Em relação à experiência do passageiro, o aeroporto oferece opções de lazer, bem-estar e compras por meio de suas atrações espalhadas pelos seus quatro terminais. (CASAGRANDE, 2021)

Entre elas, está a piscina na cobertura do terminal 1, disponível a todos os passageiros a uma taxa de US$20 por pessoa e de onde é possível ver uma parte do estacionamento dos aviões. Ademais, localizadas nos terminais 2 e 3, há duas salas de cinema e jardins temáticos, com sensores de movimento que acionam sons da natureza e desabrocham as flores, para que os passageiros relaxem enquanto aguardam seus voos. Em 2019 foi inaugurada a *Jewel Changi Airport*, espaço com 900 árvores, 60 mil arbustos e a *Rain Vortex*, uma queda d’água de 40 metros de altura que sai diretamente do teto. (CASAGRANDE, 2021)

Diante do exposto, o Aeroporto Internacional de Changi consolida-se como um dos exemplos mais emblemáticos de aeroporto inteligente ao integrar, de forma sistêmica, tecnologias avançadas da Indústria 4.0 em todas as etapas da jornada do passageiro. Essa integração resulta em ganhos significativos de eficiência operacional, redução de filas, aumento da segurança e melhoria da experiência do usuário, além de potencializar receitas não aeronáuticas por meio de ambientes mais atrativos e conectados. Por outro lado, a adoção desse modelo também implica desafios relevantes, como os elevados custos de implementação e manutenção das tecnologias, a necessidade de constante atualização dos sistemas e a gestão de grandes volumes de dados, incluindo questões relacionadas à privacidade e segurança da informação. Assim, Changi exemplifica como a inovação tecnológica pode transformar aeroportos em ecossistemas inteligentes, ao mesmo tempo em que evidencia a complexidade e os desafios inerentes à sua consolidação.

6.4.2. AEROPORTO INTERNACIONAL DE INCHEON - COREIA DO SUL (ICN)

O Aeroporto Internacional de Incheon, inaugurado em 2001, está localizado na ilha artificial Yeongjong-Yongyu que liga as ilhas Yeongjong e Yongyu e foi concebido como parte de uma estratégia nacional para posicionar a Coreia do Sul como um importante hub global de transporte aéreo. (BRITANNICA, 2026)

Os Jogos Olímpicos de Seul (1988) funcionaram como um catalisador de visibilidade internacional e crescimento econômico da Coreia do Sul. Em um primeiro momento, o tráfego aéreo internacional apresentou um aumento imediato, atraindo milhões de visitantes, atletas, delegações, imprensa e investidores. A longo prazo, o país passou a receber mais turistas e a intensificar relações comerciais internacionais. Ademais, a década de 1990 foi marcada por um forte crescimento econômico marcado pela industrialização, expansão de grandes conglomerados (*chaebols*) e inserção no comércio internacional. (MASIERO, 2002)

Nesse cenário de aumento da demanda e com limitações para expansões, o Aeroporto de Gimpo, até então o principal do país, foi gradualmente substituído pelo Aeroporto Internacional de Incheon, que assumiu a maior parte das operações de voos de longa distância, enquanto Gimpo passou a desempenhar um papel complementar, concentrando-se principalmente em voos domésticos e regionais. (KASARDA; CHEN, 2021)

A Incheon International Airport Corporation (IIAC) é uma entidade corporativa estatal que opera como uma autoridade pública independente sob a Lei Corporativa do Aeroporto Internacional de Incheon, o que lhe permite atuar com flexibilidade semelhante à de uma empresa privada. Trata-se da entidade responsável por planejar, construir e administrar e cuja principal missão era tornar o Aeroporto Internacional de Incheon o principal aeroporto internacional do mundo, ao mesmo tempo em que contribuía para a competitividade e o crescimento econômico da Coreia do Sul. (KASARDA; CHEN, 2021)

Nesse sentido, a IIAC adotou cinco estratégias para alcançar sua missão:

- Estabelecer zonas logísticas e comerciais baseadas no aeroporto. O objetivo dessa estratégia é criar uma cidade aeroportuária por meio do desenvolvimento de centros internacionais de negócios e uma zona de livre comércio e da construção de resorts integrados e outras atrações para atrair turistas internacionais de alto poder aquisitivo;
- Garantir e fortalecer a posição do aeroporto como principal hub aeronáutico no nordeste asiático por meio da ampliação da conectividade e

demanda de tráfego e do aprimoramento do acesso por transporte terrestre entre o aeroporto e áreas estratégicas ao redor;

- Melhorar a experiência dos passageiros. Para tanto, deve-se oferecer serviços diferenciados com foco em conveniência, rapidez e valor, além de disponibilizar opções sofisticadas de varejo, lazer e cultura nos terminais;
- Construir, gerenciar e operar o aeroporto com máxima eficiência. Desse modo, deve-se atualizar continuamente tecnologias, instalações e infraestrutura e manter os sistemas de gestão e operações aeroportuárias de última geração;
- Tornar-se um motor econômico de baixo carbono e ambientalmente sustentável para a região de Incheon. Com essa estratégia, o aeroporto busca garantir crescimento sustentável por meio da inovação e criar valor social com práticas empresariais inclusivas e ações comunitárias.

Para que seus objetivos sejam alcançados, a IIAC adotou quatro ações concreta: atrair ativamente novas companhias aéreas para expandir sua malha de rotas; construir infraestrutura aeronáutica e instalações de ponta em quatro fases previstas até 2030; desenvolver as funções comerciais e de lazer da cidade em torno do aeroporto, a zona de livre comércio e três grandes centros empresariais dentro do aeroporto; e contribuir e aproveitar as vantagens de toda a aerotrópole de Incheon, especialmente a zona econômica livre de Incheon. (KASARDA; CHEN, 2021)

Essas ações ajudaram a elevar o tráfego para 71,2 milhões de passageiros e 2,76 milhões de toneladas de carga em 2019, movimento que envolveu 88 companhias aéreas atendendo 173 cidades em 53 países. Com isso, o Aeroporto Internacional de Incheon consolidou sua posição como um dos principais hubs aeroportuários do mundo e frequentemente ocupa posições de destaque em pesquisas do setor aeroportuário, sendo reconhecido tanto pela experiência dos passageiros e qualidade dos serviços quanto pela eficiência operacional. (KASARDA; CHEN, 2021)

Esse prestígio é refletido nos consecutivos prêmios em satisfação do cliente e operações aeroportuárias recebidos ao longo dos anos. Em 2015, o aeroporto foi eleito o Melhor Aeroporto do Mundo pela revista Global Traveler pelo décimo primeiro ano consecutivo e, em 2018, conquistou pela sexta vez consecutiva o prêmio de Melhor Aeroporto no Travel Trade Gazette Travel Service Awards. (KASARDA; CHEN, 2021)

A ampliação da infraestrutura e das instalações do Aeroporto Internacional de Incheon ocorre de forma faseada, planejada e alinhada ao crescimento econômico e à inserção internacional da Coreia do Sul. A primeira fase de desenvolvimento foi concluída com a inauguração do aeroporto, em 2001, incluindo o Terminal 1 e duas pistas com capacidade para atender 30 milhões de passageiros, além de um complexo de cargas, ao custo de US$4,8 bilhões. (KASARDA; CHEN, 2021)

A segunda fase de construção iniciou-se em maio de 2002 e foi concluída em junho de 2008 e teve um investimento de US$2,6 bilhões em uma área de 956,8 hectares. Entre as melhorias proporcionadas, pode-se citar a modernização do Terminal 1 com novas tecnologias e a adição de um saguão central (*Concourse A*) com 30 portões e 166.000 m², além de uma torre de controle moderna e reformas no pátio. Outras melhorias incluíram uma terceira pista de 4.000 metros (construída entre 2005 e 2007). Com isso, a capacidade do aeroporto foi ampliada para 54 milhões de passageiros por ano em meados de 2008. (KASARDA; CHEN, 2021)

O planejamento da terceira fase começou em junho de 2009, visando atender à crescente demanda e reforçar a competitividade do aeroporto como um importante hub internacional. Essa fase foi concluída em janeiro de 2018, com investimento total de US$3,9 bilhões, elevando a capacidade anual para 87 milhões de passageiros. O principal componente foi o Terminal 2, com 38,8 hectares e elementos clássicos do *design* coreano, criando uma forte identidade local. Desse modo, os passageiros podem visitar 16 áreas de arte e escultura, relaxar em jardins internos amplos ou apreciar aviários e lagos de carpas, contribuindo para um ambiente tranquilo e valorização do espaço. (KASARDA; CHEN, 2021)

Ainda na terceira fase foram incluídos ao complexo um hotel cinco estrelas e centro de convenções, 11,2 km de novas vias de acesso e a expansão dos parques logísticos, além de um centro de transporte conectado ao Terminal 2 e complementado por um sistema automatizado subterrâneo que o conecta ao Terminal 1. Nesse período, o Aeroporto Internacional de Incheon destacou-se como líder em tecnologias de aeroportos inteligentes e tornou-se o primeiro da região Ásia-Pacífico a obter a certificação ISO 20000 em gestão de serviços de TI. (KASARDA; CHEN, 2021)

A quarta fase começou em maio de 2017 e inclui a adição de uma quarta pista, novos pátios, um complexo de manutenção e a expansão do Terminal 2 com duas novas alas e jardins externos. Ademais, estão previstas melhorias em acesso, estacionamentos, serviços e tecnologias para acelerar o fluxo de passageiros. (KASARDA; CHEN, 2021)

Esse planejamento de expansão faseado mostra o foco em serviços e comodidade aos passageiros. Incheon destaca-se pela oferta superior de opções de compra, experiências culturais e integração eficiente de tecnologias como biometria, inteligência artificial, automação de processos, *IoT* e análise de dados, formando um sistema digital completo que otimiza o fluxo de passageiros, aumenta a segurança e melhora a experiência do usuário. (KASARDA; CHEN, 2021)

O Aeroporto Internacional de Incheon é reconhecido mundialmente por sua eficiência, qualidade de serviço e incorporação de tecnologias avançadas e sua importância vai além da conectividade, abrangendo impactos significativos no turismo, comércio e logística internacional. Desse modo, consolidou-se como um dos principais exemplos de aeroportos inteligentes no cenário global. (KASARDA; CHEN, 2021)

O Plano de Aeroporto Inteligente da IIAC busca inovações tecnológicas para melhorar a experiência dos passageiros. Nesse sentido, o sistema *Smart Pass*, inaugurado em 2023, permite a autenticação biométrica nos portões de embarque e nas áreas de partida, sem a necessidade de apresentar passaporte ou cartões de embarque. Para utilizá-lo, os passageiros devem baixar o aplicativo *ICN Smart Pass* ou usar os totens de autoatendimento para registrar suas informações faciais com no mínimo 30 minutos antes de dirigirem-se aos portões de embarque. (KASARDA; CHEN, 2021)

Conforme o *Smart City Korea*, portal nacional de políticas de cidades inteligentes da Coreia do Sul, inicialmente o serviço foi implementado de forma limitada, estando disponível em seis áreas de embarque e 16 portões. Em 2025, o *Smart Pass* foi ampliado para todos os portões dos Terminais 1 e 2 e está sendo gradualmente estendido a mais companhias aéreas. Ademais, o serviço está evoluindo tecnologicamente quanto à integração com *check-in* automático, *e-gates* e sistemas biométricos para possibilitar uma jornada *"hands free"* e busca unificar *check-in*, embarque e imigração em uma única identidade biométrica. No futuro, a ideia é a interoperabilidade com outros aeroportos internacionais, de modo que a mesma identidade biométrica possa ser usada em diferentes países.

Segundo a matéria da *Korea Times*, a IIAC espera reduzir filas e o tempo de processamento dos passageiros, integrar inteligência artificial, *IoT* e automação aeroportuária e aumentar a segurança da aviação, visto que as características biométricas humanas são únicas para cada indivíduo e difíceis de falsificar ou duplicar. Segundo a IATA, o reconhecimento biométrico pode reduzir o tempo de *check-in* em 10% e o tempo de embarque em 40%.

Outra tecnologia presente no aeroporto são os robôs *AIRSTAR,* introduzidos em 2018 em parceria com a LG Electronics, responsável pela tecnologia e integração dos sistemas. Esses robôs usam inteligência artificial para atendimento e operação, fornecendo informações aos passageiros e auxiliando-os a se locomoverem no aeroporto. Além disso, falam quatro idiomas (inglês, coreano, japonês e chinês), reconhecem emoções humanas e contam com telas sensíveis ao toque, câmeras, microfones, sensores térmicos e dispensadores de álcool em gel. Para garantir uma limpeza dentro dos padrões mais altos de higienização, há uma frota separada de robôs autônomos. (KASARDA; CHEN, 2021)

O Aeroporto Internacional de Incheon conta com algoritmos de visão computacional aplicados à segurança aeroportuária que reduzem o tempo de processamento de segurança, especialmente na análise de imagens de raio-X e identificação automatizada de pessoas, objetos e comportamentos suspeitos. Esses sistemas usam inteligência artificial e *deep learning* para analisar imagens de bagagens em tempo real, identificando ameaças e objetos proibidos como armas, líquidos, explosivos, entre outros e reconhecendo padrões visuais complexos em imagens sobrepostas. Para tanto, os principais modelos utilizados são YOLO (*You Only Look Once*) para detecção rápida de objetos; CNNs (Redes Neurais Convolucionais) responsáveis pelo reconhecimento de padrões visuais; e algoritmos de segmentação que separam os objetos sobrepostos. (KASARDA; CHEN, 2021)

A aplicação desses algoritmos contribui diretamente para o modelo de aeroportos inteligentes, possibilitando redução do tempo de processamento, aumento da taxa de detecção de ameaças, diminuição de filas e congestionamentos e padronização dos processos de segurança. Entretanto, embora apresente benefícios operacionais, traz desafios relacionados à confiabilidade dos algoritmos, sobreposição e complexidade visual que reduzem a precisão das informações, necessidade de grandes volumes de dados e governança dessas informações. (KASARDA; CHEN, 2021)

O sistema de manuseio de bagagens (*Baggage Handling System* - BHS) do Aeroporto Internacional de Incheon é responsável por transportar, inspecionar, classificar e entregar as bagagens, desde o *check-in* até a aeronave e foi sendo aprimorado ao longo das fases de expansão, acompanhando o crescimento da demanda aeroportuária e a necessidade de maior eficiência, consolidando-se como um dos mais avançados do mundo. Além disso, é possível notar um aumento na capacidade e complexidade do sistema, que conta com 184 km de esteiras. (KASARDA; CHEN, 2021)

Segundo o site do próprio aeroporto, a bagagem despachada nos balcões de *check-in* ou dispositivos de *check-in* inteligente (*smart check-in*) é inserida no sistema de esteiras e

depois é inspecionada. Se não forem identificados itens perigosos, ela é transportada até a área de carregamento designada, onde as equipes de apoio em solo carregam em ULDs (*Unit Load Devices*) e, em seguida, na aeronave. Toda essa rede de instalações operacionais (balcões de *check-in*, áreas de despacho de bagagens, pontos de indução para bagagens em conexão etc) são integrados por meio de sistemas automatizados que garantem o fluxo contínuo e sincronizado das bagagens ao longo de toda a cadeia operacional.

Com a implementação e aprimoramento contínuo da tecnologia, o aeroporto registrou, entre 2019 e 2024, 154 bagagens extraviadas, o que representa duas bagagens extraviadas a cada um milhão, eficiência operacional, com processamentos mais rápidos e com menos erros, menor dependência de processos manuais e uma operação mais previsível e padronizada. Entretanto, essa integração entre os sistemas é complexa, com alto custo de implantação e demanda um alto nível de coordenação operacional, além da necessidade de monitoramento e atualização tecnológica contínuos. (IATA, 2024)

7. AEROPORTO INTERNACIONAL DO NORTE PAULISTA EM OLÍMPIA

7.1. IMPORTÂNCIA REGIONAL

Em um país de dimensões continentais como o Brasil no qual a malha de modos de transporte como ferrovias, hidrovias e rodovias apresenta limitações de abrangência e integração, o transporte aéreo assume papel estratégico na mobilidade de pessoas e cargas, contribuindo para a integração e o desenvolvimento econômico. Portanto, o setor aéreo torna-se fundamental para conectar regiões e dinamizar atividades produtivas. (BRASIL, 2026)

A integração aérea regional é reconhecida como instrumento relevante para o desenvolvimento econômico ao proporcionar intenso fluxo de pessoas e mercadorias, o fortalecimento do turismo e a redução de custos logísticos. Alinhado a essa perspectiva, o Governo Federal instituiu a Agenda Conectar, política pública voltada à ampliação da conectividade aérea, ao estímulo à concorrência no setor e à expansão da infraestrutura aeroportuária, com o objetivo de promover maior integração nacional, suporte ao crescimento da demanda e desenvolvimento regional. (BRASIL, 2026)

Nesse contexto, o projeto do Aeroporto Internacional do Norte Paulista, a ser implantado em Olímpia, surge como uma iniciativa voltada ao fortalecimento do turismo regional e à ampliação da conectividade aérea em uma das áreas de maior crescimento turístico do país, além de contribuir para a descentralização da infraestrutura aeroportuária paulista, historicamente concentrada em grandes centros urbanos. (FERNANDO, 2026)

Localizada a 430 quilômetros da capital paulista, Olímpia possui uma população estimada em 56.874 habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ademais, destaca-se nacionalmente como um dos principais polos turísticos do estado de São Paulo, evidenciando uma dinâmica econômica fortemente baseada no setor de serviços e turismo. (IBGE, 2025)

O reconhecimento desse potencial ocorreu em 2014, com a elevação do município à categoria de Estância Turística, e foi consolidado com a criação do primeiro Distrito Turístico do estado, regulamentado pela Lei 17.374/21, do Governo do Estado de São Paulo. Essa legislação tem como objetivo estimular a atração de investimentos privados, promover o desenvolvimento de infraestrutura e organizar o uso do solo voltado à atividade turística, contribuindo para a criação de um ambiente mais favorável à implantação de grandes empreendimentos. (OLÍMPIA, 2025)

Considerada a “Orlando Brasileira”, Olímpia tem o turismo como principal atividade econômica, impulsionado pela presença de parques aquáticos e temáticos como o Parque Aquático Thermas dos Laranjais, considerado o mais visitado do Brasil, e o Hot Beach Olímpia, o 9º mais visitado da América Latina. Ademais, a cidade é reconhecida como a Capital Nacional do Folclore, destacando-se no cenário cultural brasileiro pela realização, há mais de 60 anos, do Festival do Folclore de Olímpia, evento que contribui para a preservação das tradições populares e para o fortalecimento do turismo regional. (OLÍMPIA, 2025)

O dinamismo do setor turístico pode ser observado pelo crescimento expressivo do fluxo de visitantes ao longo dos últimos anos. De acordo com dados da Prefeitura Municipal e do Observatório de Turismo local, o número de turistas passou de aproximadamente 2 milhões em 2017 para cerca de 4 milhões em 2025, evidenciando a consolidação do município como destino turístico de relevância nacional. (OLÍMPIA, 2025)

Em abril de 2026, a cidade instituiu a segunda revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Turístico (PDDT), que estabelece metas e ações com o objetivo de consolidar Olímpia como o principal destino de lazer e águas termais do estado. O documento busca alcançar seis milhões de turistas por ano até 2029, aumentar a permanência média de visita e os gastos médios, além de elevar a taxa média de ocupação hoteleira, tudo isso integrado como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU. Nesse contexto de expansão, intensifica-se a demanda por infraestrutura de transporte mais eficiente, especialmente no que se refere ao acesso aéreo. (FERNANDO, 2026)

Atualmente, o acesso à Olímpia depende majoritariamente do modal rodoviário. O site do Festival do Folclore da cidade indica as rodovias Anhanguera (SP-330), dos Bandeirantes (SP-348), Washington Luis (SP-310), Rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP-326), Rodovia Armando Sales de Oliveira (SP-322). Uma alternativa mais rápida é o uso de aeroportos regionais, como o de São José do Rio Preto, a 50 km de distância. Nesse sentido, a implantação do aeroporto em Olímpia representa uma solução estratégica para reduzir o tempo de deslocamento, ampliar o alcance geográfico do destino e atrair novos fluxos turísticos, incluindo visitantes de maior poder aquisitivo e oriundos de outros países. (BATISTA, 2024)

Além de atender à demanda turística, o aeroporto possui potencial para atuar como vetor de desenvolvimento regional, promovendo a geração de empregos, o aumento da arrecadação e a atração de novos investimentos. A proximidade a rodovias posiciona a cidade como um centro de distribuição, conectando o interior paulista a rotas comerciais internacionais em a influência econômica regional, caracterizada pelo agronegócio,

principalmente de commodities como cana-de-açúcar, citricultura e pecuária poderão transformar o aeroporto em um pólo multimodal de passageiros e cargas. (BATISTA, 2024)

A Agenda Conectar é uma política de Estado do Governo Federal lançada pelo Ministério de Portos e Aeroportos em 2026 com o objetivo de expandir a conectividade aérea no Brasil e tornar o transporte aéreo mais acessível, competitivo, sustentável e eficiente. A iniciativa reúne ações voltadas para o desenvolvimento do setor aéreo com foco na redução de custos, ampliação do número de rotas, integração de mais cidades ao sistema de transporte aéreo, fortalecer a aviação regional e atrair investimentos para aeroportos e infraestrutura. (BRASIL, 2026)

Conforme a Agenda Conectar, "globalmente o transporte aéreo sustenta aproximadamente 86,5 milhões de empregos, dos quais cerca de 11,5 milhões correspondem a empregos diretos, incluindo aproximadamente 6,5 milhões vinculados à infraestrutura aeroportuária". (BRASIL, 2026). Dessa forma, o projeto deve ser compreendido não apenas como uma obra de infraestrutura, mas como um elemento estruturante para a consolidação de um modelo de desenvolvimento baseado no turismo e na integração logística regional que visa atender à crescente demanda de visitantes.

Segundo a Portaria Nº 472, de 01 de outubro de 2024 do Ministério de Portos e Aeroportos, o projeto prevê a construção de um aeroporto com capacidade para atender voos nacionais e internacionais em uma área estimada de 2.004.360,56 metros quadrados (200,4360 ha). Ademais, a Infraero é responsável pela implantação, administração, operação e exploração do Aeroporto de Olímpia, além de realizar os estudos prévios e o dimensionamento dos investimentos necessários considerando fatores como demanda projetada, saturação dos aeroportos da região, potenciais turísticos e econômicos regionais, entre outros. (BRASIL, 2024)

O Aeroporto Internacional do Norte Paulista estará a 20 km do centro de Olímpia, a 4 km da Rodovia Assis Chateaubriand e a 8 km da Vicinal Natal Breda. Inicialmente, o investimento é de R$104 milhões, uma pista de 2.100 metros de extensão por 45 metros com possibilidade de ampliação, uma capacidade operacional de taxiar até seis aeronaves tipo Boeing ou Airbus simultaneamente no pátio e de atender um milhão de passageiros por ano. (OLÍMPIA, 2025)

7.2. AEROPORTO INTERNACIONAL DO NORTE PAULISTA EM OLÍMPIA COMO UM AEROPORTO INTELIGENTE

Os aeroportos são centros fundamentais para a conectividade, o comércio e o turismo em níveis regional e global. Com o crescimento contínuo da demanda por transporte aéreo, a infraestrutura aeroportuária enfrenta uma pressão crescente para oferecer operações eficientes, segurança e conforto aos passageiros. Para atender a esses desafios, os aeroportos têm cada vez mais adotado tecnologias inteligentes. (ALNOMAN; BAHROUN; HASSAN, 2025)

Tecnologias como inteligência artificial (IA), *IoT*, biometria e quiosques de autoatendimento estão transformando as operações aeroportuárias, otimizando processos como *check-in*, inspeções de segurança, movimentação de passageiros e manuseio de bagagens. Consequentemente, a qualidade dos serviços é melhorada e a dependência de trabalho manual é reduzida. Além disso, permite-se que os aeroportos adaptem-se às expectativas em constante evolução dos passageiros e às demandas de ambientes dinâmicos e de alta complexidade. (ALNOMAN; BAHROUN; HASSAN, 2025)

Alnoman, Bahroun, Hassan (2025) revisaram 51 publicações para avaliar a aplicação de tecnologias, especialmente *IoT*, inteligência artificial e *machine learning* (ML) na modernização das operações aeroportuárias e na melhoria da experiência dos passageiros. Segundo os autores, os resultados revelam avanços significativos em automação, análise de dados em tempo real e personalização baseada em IA com foco em atender à diversidade de passageiros, os quais, em conjunto, aumentam a eficiência, reduzem congestionamentos e elevam a qualidade dos serviços. Entretanto, além de destacar os benefícios na adoção tecnológica, são apresentadas as barreiras como custos elevados, complexidade de integração e preocupações com a privacidade.

Nesse contexto, propõe-se um modelo conceitual de Aeroporto Inteligente para Olímpia, integrando infraestrutura física e sistemas digitais com foco em gestão eficiente do fluxo de passageiros, otimização da capacidade instalada e aumento da segurança operacional.

7.2.1. MONITORAMENTO E GESTÃO DO FLUXO DE PASSAGEIROS

A implementação de um aeroporto inteligente baseia-se na integração de diferentes tecnologias cuja finalidade é resolver problemas como congestionamento de passageiros, atrasos operacionais, segurança e limitação de capacidade, além de estarem organizadas em três grupos: monitoramento, previsão e automação. No que se refere ao monitoramento e gestão de fluxo de passageiros, o uso combinado de Internet das Coisas (*IoT*) e Inteligência

Artificial (IA) permite a coleta e análise de dados em tempo real, possibilitando maior eficiência operacional, melhor distribuição de recursos e a realização de previsões. (ROSSITER, 2025)

Segundo a *PriceSenz*, empresa especializada em soluções de inteligência artificial, o Aeroporto Internacional de Dallas-Fort Worth (DFW) utiliza sensores e câmeras para rastrear veículos e passageiros. Assim, é possível identificar pontos de congestionamento e emitir alertas quanto a comportamentos anormais. Esses dados são enviados para uma central onde as equipes podem tomar decisões de modo a coordenar respostas, otimizar a alocação de recursos para evitar congestionamentos e garantir a segurança dos passageiros. Com a aplicação dessas tecnologias, o aeroporto registrou redução de 60% nos atrasos do *check-in*, aumento de 35% na eficiência operacional, redução de 25% nos atrasos de voos e aumento da aprovação dos passageiros de 3,1 para 4,2 em uma escala de 5. (ROSSITER, 2025)

GIANNOPOULOU et al (2026) apresentaram a implementação em escala piloto de um ecossistema de robôs de serviço baseados em inteligência artificial, integrada a câmeras térmicas e uma plataforma centralizada de gestão sobre uma rede privada 5G no Aeroporto Internacional de Atenas. A arquitetura geral consiste em quatro camadas principais: sensoriamento, conectividade, processamento e apresentação.

O sistema aborda a gestão do fluxo de passageiros por meio de análises de multidões em tempo real, detecção de congestionamentos e robôs que conseguem acessar horários de voos, portões e outras informações para fornecer assistência personalizada aos passageiros. Além disso, oito câmeras térmicas foram estrategicamente posicionadas nas áreas de *check-in*, zonas de segurança e acessos de embarque. (GIANNOPOULOU et al, 2026)

Todos os dispositivos conectam-se à plataforma wi.move que é composta por microsserviços para processamento, armazenamento de dados e disponibilização de APIs. Os quadros de vídeo passam por detecção de pessoas usando um modelo de IA baseado em rede neural para câmeras térmicas, treinado para identificar cabeças humanas a partir de 50.000 quadros de imagens térmicas coletados no próprio aeroporto. (GIANNOPOULOU et al, 2026)

A plataforma oferece também um painel que permite que os supervisores de operações consultem mapas interativos com a localização de câmeras e robôs; vídeo ao vivo com sobreposição de detecções; gráficos de métricas como contagem de pessoas, tempo médio de espera, taxa de fluxo e tempo de fila; e notificações de alerta para congestionamentos e anomalias. (GIANNOPOULOU et al, 2026)

O Aeroporto Internacional de Atenas representa um caso real de aplicação eficaz do uso combinado de robôs, imagens térmicas e internet para análises do fluxo de pessoas e

detecção de anomalias. Como resultados, o sistema alcançou uma latência de 42,9 milissegundos, confiabilidade e disponibilidade do serviço de 100% , índices de satisfação dos passageiros superiores a 4,3 em uma escala de 5 e potencial promissor para implementação em larga escala. Por fim, o estudo destaca que apesar de a conectividade 5G suportar o ecossistema, para a sua expansão serão necessários recursos mais avançados, como uma rede 6G. (GIANNOPOULOU et al, 2026)

7.2.3. SEGURANÇA INTELIGENTE

A segurança de um aeroporto inteligente divide-se em três eixos principais: física, operacional e cibersegurança e é reforçada com tecnologias integradas como monitoramento em tempo real de multidões; detecção automática de comportamentos anômalos; e sistemas de análise de risco. (KORONIOTIS et al, 2020)

A segurança física refere-se a sistemas de vigilância e monitoramento baseados em *IoT* como câmeras inteligentes, *scanners* e biometria, capazes de detectar comportamentos suspeitos e controlar o fluxo de passageiros. Além disso, envolve o controle de áreas restritas por meio de sistemas de circuito fechado (CFTV), sensores de movimento e câmeras térmicas para o monitoramento no interior do aeroporto. O uso de soluções baseadas em *IoT* como fechaduras eletrônicas, cartões habilitados com *RFID* e *NFC* (*Near Field Communication*) e fechaduras eletrônicas, permite detectar entradas não autorizadas em áreas de alto risco. Entretanto, essas aplicações dependem de sistemas em rede que podem ser acessados pela intranet do aeroporto e pela internet, o que pode representar uma vulnerabilidade às operações. (KORONIOTIS et al, 2020)

A segurança operacional em aeroportos inteligentes baseia-se na utilização de tecnologias capazes de monitorar, prever, analisar e mitigar riscos e falhas em tempo real. Esses surgem de perigos que afetam diretamente o movimento das aeronaves, o desempenho das pistas, as operações e fluxos nos lados ar e terrestre e, embora sejam raros, a complexidade dos aeroportos representa uma dificuldade na sua detecção, prevenção e gerenciamento, pois falhas operacionais podem se propagar rapidamente. (ALMARRI; BAHROUN; HASSAN, 2026)

Nesse sentido, é crescente estudos e usos de inteligência artificial baseada em visão computacional e sensores na avaliação de sua influência na segurança da aviação e identificação de riscos como detritos nas pistas, monitoramento das condições do pavimento e previsão de aquaplanagem. Além disso, eles mostram que a IA melhora significativamente a

precisão e a velocidade na detecção de perigos e, por exemplo, para o caso de aquaplanagem, modelos de IA baseados em simulação ampliam a compreensão das condições ambientais e da pista, o que permite decisões mais seguras sobre a velocidade de aproximação. (ALMARRI; BAHROUN; HASSAN, 2026)

A inteligência artificial também pode ser usada para transformar a avaliação de risco de uma abordagem pós-evento em uma previsão contínua e para mitigar riscos, sendo utilizada na manutenção preditiva, monitoramento da infraestrutura, modelagem de custos de colisões com a fauna, entre outros. Almarri, Bahroun, Hassan (2026) ressaltam limitações como base de dados pequena, falta de modelos empíricos e soluções isoladas e focadas em riscos específicos, sem integração com fluxos operacionais. Os autores sugerem para pesquisas futuras, estudos que avaliem o impacto organizacional, incluindo a confiança dos operadores e as mudanças nos procedimentos; uso de simulações realistas; validação em múltiplos aeroportos; e foco na interação humano-IA. (ALMARRI; BAHROUN; HASSAN, 2026)

Com o crescimento constante de passageiros, os aeroportos estão cada vez mais aprimorando sua infraestrutura com o uso de dispositivos conectados. Nesse cenário, a identificação de desafios relacionados a ameaças cibernéticas, abordagens de avaliação de riscos e diretrizes para aprimorar a cibersegurança são prioridades atuais da indústria da aviação. (LYKOU; ANAGNOSTOPOULOU; GRITZALIS, 2018)

A cibersegurança pode ser definida como o conjunto de ferramentas, políticas, diretrizes e práticas de proteger dispositivos, redes, programas e dados contra ataques digitais, roubos, danos e acesso não autorizado. No âmbito de aeroportos inteligentes, a segurança e a antecipação de ameaças cibernéticas são responsabilidade das companhias aéreas, fornecedores, parceiros e órgãos reguladores. (LYKOU; ANAGNOSTOPOULOU; GRITZALIS, 2018)

Nesse sentido, a inteligência artificial, as tecnologias baseadas em *IoT* e sistemas interconectados representam, simultaneamente, uma maior eficiência operacional e uma fonte de riscos cibernéticos, pois permitem automação, integração, monitoramento em tempo real e melhoria da experiência dos passageiros, mas atuam como vetores de ameaças, tornado os aeroportos vulneráveis a ataques cibernéticos. A transformação digital que ocorre nos aeroportos continuará revolucionando sua eficiência operacional, mas também está intensificando os desafios de cibersegurança. Portanto, essa se torna essencial para garantir a proteção das infraestruturas aeroportuárias inteligentes e a resiliência dos serviços digitais. (LYKOU; ANAGNOSTOPOULOU; GRITZALIS, 2018)

A superfície de ataque cibernético de um aeroporto é extremamente complexa, pois envolve diversas aplicações como sistemas de emissão de bilhetes e de manuseio de bagagens, estações de embarque eletrônico, entre outros, além de diferentes entidades que necessitam de acesso aos sistemas de TI: passageiros, tripulações, funcionários das companhias aéreas, equipes de segurança, polícia, órgãos governamentais etc. Desse modo, vulnerabilidades de terceiros também podem comprometer a segurança dos aeroportos. (ROSSITER, 2025)

Os ataques cibernéticos possuem diferentes formas e objetivos, como obtenção de informações confidenciais, interrupção das operações, derrubada de sites ou instalação de vírus e códigos maliciosos e, embora muitos aeroportos possuam sistemas para lidar com ameaças comuns de *hackers*, muitas vezes não consideram ameaças mais amplas à aviação. Desse modo, a ICAO incentiva estados e *stakeholders* a promoverem coordenação em estratégias e políticas de cibersegurança, além do compartilhamento de informações sobre ameaças, incidentes e ações mitigadoras para identificar vulnerabilidades críticas, por meio de sistemas estruturados. (LYKOU; ANAGNOSTOPOULOU; GRITZALIS, 2018)

Para enfrentar esse problema, as organizações precisam adotar uma postura proativa e não apenas reativa, isto é, apenas respondendo aos incidentes. Tradicionalmente, a detecção de ataques cibernéticos baseia-se em técnicas reativas e assistivas, em que algoritmos de correspondência de padrões auxiliam especialistas na busca de assinaturas conhecidas de vírus ou *malware*. Buscando uma maior proatividade e automação, pesquisadores introduziram modelos de *machine learning* para a automatização da tarefa de detectar, rastrear e bloquear *malwares* e invasores. (ALMAHMOUD et al, 2023)

ALMAHMOUD et al (2023) demonstram que o crescimento da digitalização e da conectividade amplia os riscos de ataques cibernéticos. Entretanto, os autores destacam que o avanço tecnológico também oferece ferramentas como *Big Data Analytics*, inteligência artificial e análise preditiva, capazes de fortalecer a defesa digital de organizações e infraestruturas críticas, como os aeroportos. (ALMAHMOUD et al, 2023)

No estudo "*A holistic and proactive approach to forecasting cyber threats*", publicado na revista *Scientific Reports*, os autores argumentam uma defesa proativa baseada em *machine learning*, em que computadores aprendem padrões a partir de dados e conseguem tomar decisões, fazer previsões ou identificar comportamentos. Para tanto, os autores coletaram informações principalmente na *Hackmageddon*, site referência na coleta de estatísticas e análises dos principais ataques cibernéticos, e depois validaram-nas e analisaram-nas. (ALMAHMOUD et al, 2023)

O modelo proposto é baseado em uma rede neural do tipo *Bayesian Encoder-Decoder Long Short-Term Memory* (B-LSTM), que usa inteligência artificial para prever acontecimentos ao longo do tempo, principalmente quando há muitos dados sequenciais e incerteza. Os resultados obtidos mostram que o modelo foi capaz de prever as tendências dos ataques para os 36 meses seguintes com um erro absoluto médio de 0,25, valor considerado bom porque avalia riscos com 36 meses de antecedência, os ataques cibernéticos possuem comportamento altamente imprevisível e os dados são complexos, incompletos e variáveis. (ALMAHMOUD et al, 2023)

Por fim, os autores destacam que os aeroportos inteligentes dependem de tecnologias como *IoT*, biometria, sistemas automatizados, inteligência artificial e análise de dados em tempo real. Embora a digitalização aumente os riscos de ataques cibernéticos, as tecnologias não devem ser evitadas, pois além dos benefícios como eficiência, rapidez e percepção dos passageiros, a própria tecnologia oferece meios de defesa. Desse modo, deve-se aliar a expansão da digitalização dos aeroportos com estratégias de cibersegurança como análises preditivas; monitoramento contínuo; arquitetura *Zero Trust*, modelo baseado no princípio "*Never trust, always verify*", o que significa que todos acessos, identidades e permissões devem ser controlados e verificados, adoção de autenticação multifator, entre outras práticas; e sistemas SIEM (*Security Information and Event Management*), tecnologia de segurança que coleta, centraliza e analisa eventos de vários sistemas em tempo real, cujo objetivo é identificar atividades suspeitas, detectar ataques rapidamente e auxiliar equipes na resposta a incidentes. (ALMAHMOUD et al, 2023)

7.2.4. SISTEMAS PREDITIVOS DE DEMANDA E OTIMIZAÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA

Nas últimas décadas, os aeroportos passaram a realizar um número crescente de operações para apoiar o crescimento regional e nacional, além do desenvolvimento das companhias aéreas. Entretanto, sua capacidade operacional é limitada pela infraestrutura e sistemas existentes. Esse desequilíbrio pode resultar no agendamento de voos acima da capacidade e atrasos, gerando elevados custos, como o registrado nos Estados Unidos em 2007, estimado em 30 bilhões de dólares. Desse modo, destaca-se a necessidade de uma gestão proativa da demanda e da capacidade, abrangendo análise preditiva, infraestrutura, operações e programação de voos. (JACQUILLAT; ODONI, 2018)

No entanto, prever a capacidade futura é um desafio, visto que depende de diversos fatores com comportamentos altamente dinâmicos e estocásticos. Por esse motivo, modelos preditivos passaram a ser desenvolvidos com base em abordagens orientadas por dados, com objetivo de auxiliar os gestores na tomada de decisões. (DOS SANTOS; MURÇA, 2025)

Modelos baseados em inteligência artificial e *machine learning* têm apresentado resultados relevantes na previsão de capacidade aeroportuária e na otimização operacional. DOS SANTOS, MURÇA (2025) elaboraram um estudo em que utilizam um modelo para prever a capacidade aeroportuária com base na aplicação de técnicas de aprendizado de máquina sobre dados operacionais e um sistema estruturado de apoio à decisão para o gerenciamento do fluxo do tráfego aéreo. (DOS SANTOS; MURÇA, 2025)

Para avaliarem seus potenciais impactos, os autores aplicaram o estudo no Aeroporto Internacional de São Paulo e identificaram que modelos preditivos associados à otimização estocástica podem reduzir custos decorrentes de atrasos de voos em até 10%, contribuindo para uma melhor alocação das chegadas e maior eficiência operacional. (DOS SANTOS; MURÇA, 2025)

Outro estudo sobre o tema foi publicado na revista *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* e propõe um modelo integrado de otimização e simulação para a gestão aeroportuária sob condições de incerteza operacional. (SCALA et al, 2021)

Ademais, foi desenvolvido um algoritmo para integrar completamente os modelos de otimização e simulação. O foco do estudo é a integração entre o sequenciamento de aeronaves em aproximação no espaço aéreo próximo ao aeroporto e o congestionamento da movimentação de aeronaves em solo. Para sua validação, o sistema foi aplicado no Aeroporto Charles de Gaulle (LFPG), o mais importante de França e o segundo maior da Europa em número de passageiros. (SCALA et al, 2021)

Os experimentos foram realizados considerando duas aplicações do sistema e em quatro cenários diferentes. Os resultados obtidos mostram que, embora o sistema proposto não elimine totalmente os conflitos entre aeronaves, houve uma redução de 57,64% em comparação com a situação não otimizada. (SCALA et al, 2021)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a viabilidade e a importância da implementação do modelo de Aeroportos Inteligentes (*Smart Airports*) no contexto do futuro Aeroporto Internacional de Olímpia. A análise demonstrou que a efetiva consolidação desse modelo está diretamente associada à convergência de tecnologias digitais — como a Internet das Coisas (*IoT*), Inteligência Artificial (IA) e *Big Data* — que permitem uma gestão aeroportuária baseada em dados, mais ágil, preditiva e integrada.

Identificou-se que, para o caso específico de Olímpia, a adoção destas tecnologias não é meramente um diferencial competitivo, mas uma estratégia fundamental para a eficiência operacional. Diante de uma demanda turística caracterizada por picos sazonais, feriados e férias escolares, o uso de sistemas inteligentes possibilita ajustes dinâmicos na operação: a automação do fluxo de passageiros via biometria e o monitoramento em tempo real reduzem gargalos, enquanto a análise preditiva de demanda permite uma melhor alocação de recursos humanos e infraestrutura, minimizando o tempo de espera e elevando a experiência do usuário.

Entretanto, a transição para este paradigma enfrenta desafios significativos, notadamente a necessidade de vultosos investimentos iniciais em infraestrutura digital, a complexidade da interoperabilidade de sistemas e a imperativa exigência de segurança cibernética. Portanto, a viabilidade do projeto depende de um planejamento estratégico robusto, que assegure não apenas a modernização tecnológica, mas também a inclusão digital e a resiliência operacional do ecossistema aeroportuário.

Em suma, a transformação digital do Aeroporto Internacional de Olímpia revela-se um passo decisivo para a aviação civil contemporânea. Ao equilibrar a inovação tecnológica com estratégias de mitigação de riscos e *design* centrado no usuário, o aeroporto consolida-se não apenas como um terminal de transporte seguro, eficiente e sustentável, mas como um motor estratégico de desenvolvimento, capaz de sustentar o crescimento do pólo turístico regional, garantir competitividade nacional e assegurar operações seguras e sustentáveis no longo prazo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPACSITE. **HISTÓRIA DA AVIAÇÃO NO BRASIL – Parte 6**. Disponível em: <https://www.pilotos.org.br/post/hist%C3%B3ria-da-avia%C3%A7%C3%A3o-no-brasil-parte-6>. Acesso em: 7 mar. 2026.

Aeroporto Internacional do Norte Paulista em Olímpia será construído pela Infraero com previsão de entrega em 2026. Disponível em: <https://www.olimpia.sp.gov.br/portal/noticias/0/3/6606/aeroporto-internacional-do-norte-paulista-em-olimpia-sera-construido-pela-infraero-com-previsao-de-entrega-em-2026>. Acesso em: 30 abr. 2026.

ALMARRI, Mohamed; BAHROUN, Zied; HASSAN, Noha M. **Artificial Intelligence for safety and resilience in airport Transportation Systems: A systematic review of Operational, Security, and environmental risks. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 37, p. 101961, 2026.

ALMAHMOUD, Zaid et al. **A holistic and proactive approach to forecasting cyber threats**. Scientific Reports, v. 13, n. 1, p. 8049, 2023.

ANAC. **ANACpédia.** Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr389.htm>. Acesso em: 12 mar. 2026.

ANAC. Por dentro da aviação. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/por-dentro-da-aviacao/arquivos/anac-cOmo-funciona-um-aeroporto-2.pdf>. Acesso em 11 fev. 2026.

ANACpédia. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por-esp/tr1457.htm>. Acesso em: 7 mar. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS AÉREAS (ABEAR). **Panorama 2022**. Disponível em:<https://www.abear.com.br/wp-content/uploads/2023/12/Panorama2022-vf.pdf>. Acesso em 14 mar. 2026.

BADMAN, A.; KOSINSKI, M. **Big data**. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/big-data>. Acesso em 17 abr. 2026.

BATISTA, D. A. Como chegar a Olímpia, cidade do maior parque aquático do Brasil. Disponível em: <https://www.melhoresdestinos.com.br/como-chegar-a-olimpia.html>. Acesso em: 30 abr. 2026.

BERTRAN, Cristina Rosich. **Flying towards the future: Understanding the Smart Airport concept, focusing on Changi Singapore Airport and a proposal implementation for Barcelona's Airport**. 2024.

BIELSCHOWSKY, Pablo; CUSTÓDIO, Marcos da Cunha. A evolução do setor de transporte aéreo brasileiro. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 13, n. 13, p. 72-93, 2011.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos. **Agenda Conectar.** Brasília, 2026. Disponível em:< https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aereo/AgendaConectarv.2.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2026.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos. Portaria Nº 472, de 01 de outubro de 2024. Brasília, 2024.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Estudo Estratégico de Infraestrutura**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/planejamento/estrategia-2050-conteudo/Arquivos/eb2050-estudo-estrategico-de-infraestrutura.pdf>. Acesso em 14 mar. 2026.

BRITANNICA. **Incheon**. Disponível em: <https://www.britannica.com/place/Incheon>. Acesso em: 24 abr. 2026.

CASAGRANDE, Vinícius. **Melhor aeroporto do mundo tem cachoeira, jardins, piscina e cinema**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/melhor-aeroporto-do-mundo-tem-cachoeira-jardins-piscina-e-cinema/>. Acesso em: 20 abr. 2026.

Changi international airport, Singapore. **Airport Technology**. Disponível em: <https://www.airport-technology.com/projects/changi/?cf-view>. Acesso em: 21 abr. 2

CHEN, Heather**. Robôs com mais de 2 metros de altura integram força policial de Singapura em aeroporto**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/robos-com-mais-de-2-metros-de-altura-integram-forca-policial-de-singapura-em-aeroporto/>. Acesso em: 21 abr. 2026.

Como chegar em Olímpia. Disponível em: <https://www.folcloreolimpia.com.br/-como-chegar-em-olimpia>. Acesso em: 30 abr. 2026.

DA SILVA, José Roberto; KONARZEWSKI, Karine Almeida. **Aeroportos Inteligentes: O Embarque Para O Futuro: Smart Airports: Boarding to the Future**. Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas, v. 2, n. 1, p. 7-24, 2022.

DIAS, Clara Alexandra Simões. **Smart airports: analysing digital transformation and technological advancements in aviation**. 2024. Tese de Doutorado. Master Thesis, University of Beira Interior, Aeronautical Engineering, 1-159.

DIAS, Clara; SILVA, Jorge. Unveiling the future: Smart airports-applications, advantages, strategies and technological challenges. **Journal of Airline and Airport Management**, v. 14, n. 2, p. 38-56, 2024.

'Do not take out your passport or boarding pass'... Incheon International Airport launches 'Face Recognition Pass' service. Smart City Korea, 2023. Disponível em:< https://smartcity.go.kr/en/2023/07.com>. Acesso em: 29 abr. 2026.

DOS SANTOS, Rafael Mariano; MURÇA, Mayara Condé Rocha. A**irport capacity prediction and optimal allocation for strategic air traffic flow management at São**

Paulo/Guarulhos International Airport. Case Studies on Transport Policy, v. 20, p. 101414, 2025.

IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html> .Acesso em: 30 abr. 2026.

FÁVARO, Tati. **Os aeroportos tecnológicos que mudam a experiência de voar**. Disponível em: <https://revistaforum.com.br/tecnologia/aeroportos-tecnologicos-ia/>. Acesso em: 20 abr. 2026.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Airport Design: Advisory Circular AC 150/5300-13A**. Washington, DC, 2012. Disponível em: https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm. Acesso em: 12 mar. 2026.

FERNANDO, H. O**límpia atualiza Plano Diretor de Turismo e projeta 6 milhões de visitantes**. Disponível em: <https://www.band.com.br/band-multi/rio-preto-e-aracatuba/noticias/olimpia-atualiza-plano-diretor-de-turismo-e-projeta-6-milhoes-de-visitantes-202604231602>. Acesso em: 30 abr. 2026.

FERREIRA, LARISSAH CEZAR. **APLICAÇÃO DA INTERNET DAS COISAS EM AEROPORTOS**.

GHEE, Ryan. **Changi Airport Terminal 4 – how self-service and biometric technology will support a seamless passenger experience**. Disponível em: <https://www.futuretravelexperience.com/2017/09/changi-airport-terminal-4-self-service-and-biometric-technology/>. Acesso em: 21 abr. 2026.

GIANNOPOULOU, Eleni et al. A**I-Powered Service Robots for Smart Airport Operations: Real-World Implementation and Performance Analysis in Passenger Flow Management**. Sensors, v. 26, n. 3, p. 806, 2026.

HAE-RIN, L. **Incheon airport introduces Smart pass facial recognition system**. Disponível em: <https://www.koreatimes.co.kr/lifestyle/travel-food/20230731/incheon-airport-introduces-smartpass-facial-recognition-system?utm_source=legacy_url&utm_medium=redirect&utm_campaign=news_manager_id>. Acesso em: 29 abr. 2026.

HASSAN ALNOMAN; ZIED BAHROUN; NOHA HASSAN. **A Review of Emerging Airport Technologies from a Passenger-Centric Perspective. Proceedings of Engineering and Technology Innovation**, v. 31, p. 86–112, 31 out. 2025.

IATA. ***Global Outlook for Air Transport – December 2025***. Disponível em: https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/global-outlook-for-air-transport-december-2025/. Acesso em: 3 abr. 2026.

IATA. ***Long-Term Air Transport Passenger Demand Projections***. Disponível em: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/iata-long-term-air-transport-passenger-demand-projections/>. Acesso em: 3 abr. 2026.

IATA. **One ID**. Disponível em: <https://www.iata.org/en/programs/passenger/one-id/>. Acesso em: 4 abr. 2026.

IBM. **Inteligência artificial**. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/artificial-intelligence>. Acesso em: 17 abr. 2026.

INCHEON INTERNATIONAL AIRPORT CORPORATION. Disponível em: <https://www.airport.kr/co_en/4348/subview.do>.Acesso em: 29 abr. 2026.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Baggage Handling System Optimization and Automation at Incheon International Airport**. 2024. Disponível em:

<https://www.icao.int/sites/default/files/APAC/Meetings/2024/2024%20AOP-SG-8/4-Information%20Papers/IP09-AI7-ROK_Baggage-Handling-System-Optimization-and-Automation.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2026.

JACQUILLAT, Alexandre; ODONI, Amedeo R. **A roadmap toward airport demand and capacity management**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 114, p. 168-185, 2018.

JAYASURIYA, Nisha. Smart airport: **A review on future of the airport operation. Global Journal of Management and Business Research**, 2020.

KASARDA, John; CHEN, Michael. **The Incheon aerotropolis: an exemplar of 21st-century airport-centric development**. Available at SSRN 3806194, 2021.

KASPERSKY. **O que é biometria?** Disponível em: <https://www.kaspersky.com.br/resource-center/definitions/biometrics>. Acesso em: 17 abr. 2026.

KORONIOTIS, Nickolaos et al. A **holistic review of cybersecurity and reliability perspectives in smart airports**. Ieee Access, v. 8, p. 209802-209834, 2020.

LARISSA. **Como a biometria transforma a segurança nos aeroportos**. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/aqui/2026/04/16/como-a-biometria-transforma-a-segurança-nos-aeroportos/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

LYKOU, Georgia; ANAGNOSTOPOULOU, Argiro; GRITZALIS, Dimitris. S**mart airport cybersecurity: Threat mitigation and cyber resilience controls**. Sensors, v. 19, n. 1, p. 19, 2018.

MASIERO, Gilmar. **A economia coreana: características estruturais. Coreia: visões brasileiras**. Brasília: Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais, p. 199-252, 2002.

MAY, Célio Borba et al. **A industrialização no Brasil: uma análise histórica e econômica de suas origens**. 2009.

MONTEIRO, Cristiano Fonseca. A Varig e o Brasil entre o desenvolvimento nacional e a competitividade global. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, v. 7, n. 1, p. 35-58, 2007.

NEGRI, Nathane Ana Rosa et al. **Uma reflexão sobre requisitos para identificação de um aeroporto inteligente**. In: Paper presented Air Transport Symposium. COPPE UFRJ, XVI SITRAER. Rio de Janeiro. 2017.

NEXUS INTEGRA. **Smart Airports, the digital transformation of airports**. Disponível em: <https://nexusintegra.io/smart-airports-the-digital-transformation-of-airports.com>. Acesso em: 5 abr. 2026.

PEDROSO, M. N. N**ovas tecnologias da aviação prometem tornar voos mais rápidos e eficientes nos próximos anos**. Disponível em: <https://oantagonista.com.br/ladooa/entretenimento/novas-tecnologias-da-aviacao-prometem-tornar-voos-mais-rapidos-e-eficientes-nos-proximos-anos/>. Acesso em: 3 abr. 2026.

PELL, Russel; BLONDEL, Mathieu. **Airport digital transformation.** Amadeus. Disponível em:< https://amadeus.com/documents/en/airports/research-report/airports-digital-transformation.pdf >. Acesso em: 18 abr. 2026.

PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE OLÍMPIA. A Cidade. Disponível em:<https://www.olimpia.sp.gov.br/portal/servicos/1001/a-cidade/>. Acesso em 30 abr. 2026.

PRICESENZ. **DFW International Airport: Reduced Late Check-ins by 60% with ML-Powered Passenger Flow Optimization**. Disponível em: <https://www.pricesenz.com/case-studies/dfw-airport-passenger-flow>. Acesso em: 4 maio. 2026.

RESINA, Lucieli Alessandra. Crescimento e desenvolvimento econômico de Cingapura após a independência. 2013.

ROSSITER, Ash. **Smart airports and the evolving cyber threat**. Journal of Transportation Security, v. 18, n. 1, p. 26, 2025.

SANTOS[1], Pedro Vieira Souza; DA SILVA, Eduína Carla. Panorama da aviação civil no Brasil: uma análise. **Production Engineering**, v. 5, n. 1, p. 122-142, 2018.

SCALA, Paolo et al. An optimization–simulation closed-loop feedback framework for modeling the airport capacity management problem under uncertainty. Transportation

SCHRAMM, João Francisco. O domínio do ar:: surgimento, impacto e evolução do poder aéreo nas duas grandes guerras mundiais. **Revista da UNIFA**, v. 32, n. 2, p. 46-46, 2019.

SITA. **Air Transport IT Insights 2024**. Disponível em: <https://www.sita.aero/resources/surveys-reports/air-transport-it-insights-2024/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

SITA. **Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques. 2017a**. Disponível em: <http://www.sita.aero/>.Acesso em: 17 abr. 2026.

SOFIA, Júlia. **O que faz um aeroporto ser o 'melhor do mundo'? Singapura pode ter a resposta**. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/o-que-faz-um-aeroporto-ser-o-melhor-do-mundo-singapura-pode-ter-a-resposta/>. Acesso em: 20 abr. 2026.

SRIDHAR, M. **The future takes flight at Singapore Changi Airport**. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/the-future-takes-flight-at-singapore-changi-airport>. Acesso em: 17 abr. 2026.

THE ECONOMIST, **Augmented business: Smart systems will disrupt lots of industries, and perhaps the entire economy**. Special report. 2010. Disponível em: <https://www.economist.com/special-report/2010/11/06/augmentedbusiness>.Acesso em 11 abr. 2021

ICAO. **The Postal History of ICAO**. Disponível em: <https://www.icao.int/sites/default/files/postalhistory/annex_14_aerodromes.htm.com>. Acesso em: 7 mar. 2026.

ZOLDI, D. DFW **Airport Goes Digital With Geospatial Data, AI/ML and Event-Driven Architecture - Autonomy Global**. Disponível em: <https://www.autonomyglobal.co/dfw-airport-goes-digital-with-geospatial-data-ai-ml-and-event-driven-architecture/>. Acesso em: 4 maio. 2026.