

LARISSAH CEZAR FERREIRA

APLICAÇÃO DA INTERNET DAS COISAS EM AEROPORTOS

Monografia apresentada ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Especialista, pelo Programa de MBA USP Tecnologias Digitais e Inovação Sustentável.

SÃO PAULO

2021

LARISSAH CEZAR FERREIRA

APLICAÇÃO DA INTERNET DAS COISAS EM AEROPORTOS

Monografia apresentada ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Especialista, pelo Programa de MBA USP Tecnologias Digitais e Inovação Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Cugnasca

SÃO PAULO

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Ferreira, Larissah Cezar

APLICAÇÃO DA INTERNET DAS COISAS EM AEROPORTOS / L. C.
Ferreira -- São Paulo, 2021.
39 p.

Monografia (MBA em MBA USP Tecnologias Digitais e Inovação Sustentável) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Aviação 2.Internet das coisas 3.Inovação 4.Transformação digital
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Valdomiro Ferreira e Sarah Cristina, por terem me orientado a chegar até aqui e me incentivado a sempre buscar aprimorar os meus conhecimentos acadêmicos, ao meu namorado Alexandre Marino, por me apoiar e auxiliar durante o curso de MBA e na elaboração da monografia, ao professor orientador Carlos Cugnasca, pela orientação na escrita desse trabalho.

RESUMO

O transporte aéreo de passageiros civis é um mercado antigo; porém, devido à transformação digital acelerada a partir dos anos 2000, o investimento em inovação e tecnologia se torna cada vez mais presente. Muitos passageiros são mais jovens, mais conectados e desejam uma melhor experiência. O objetivo deste trabalho é demonstrar como a Internet das Coisas pode ser utilizada para garantir a melhor experiência aos passageiros e, conseqüentemente, um benefício para as companhias e aeroportos que investem nessa tecnologia. Busca destacar também as principais aplicações utilizadas nesse mercado. Serão utilizadas metodologias de revisão de literatura para obter as informações necessárias às análises pretendidas, como as principais tecnologias e aplicações de Internet das Coisas utilizadas pelas companhias aéreas e aeroportos e seus benefícios para os passageiros, que incentivam o uso da Internet das Coisas como fator diferencial de satisfação dos viajantes.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Aviação. Transformação digital. Transporte aéreo.

ABSTRACT

The civil passenger air transport is an old market, however the digital transformation was accelerated in recent years and brought a strong necessity to investing in innovation and technology. The passengers become younger, more connected and desires the best experience. This work objective is demonstrating how the Internet of things could be used for ensuring the best experience on air service transport and consequently a great benefit for companies and airports, that invest in this technology. Seeks to highlight the main technologies used in this market. Literature review methodologies will be used to obtain the expected results. The main IoT technologies used by airlines and airports and their benefits for passengers are presented, encouraging the use of the Internet of Things as a differential factor for travelers' satisfaction.

Keywords: Internet of Things. Aviation. Digital Transformation. Air Transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Início da IoT	15
Figura 2 - Satisfação de passageiros	25
Figura 3 - Parâmetros de referências de desempenho de processos aeroportuários	26
Figura 4- A arquitetura do Aeroporto Inteligente	29
Figura 5 - Google Maps Indoor	33
Figura 6- Navegação Indoor com Realidade Aumentada	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de passageiros pagantes em 2020

11

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Motivação.....	10
1.2	Justificativa	11
1.3	Objetivo.....	12
1.4	Metodologia	12
1.5	Contribuição	12
1.6	Organização do trabalho	12
2	INTERNET DAS COISAS.....	14
2.1	Conceitos e história	14
2.2	Pilares da Internet das Coisas	15
2.3	Utilizações práticas.....	17
2.4	Considerações sobre o capítulo	20
3	AVIAÇÃO CIVIL HISTÓRIA E DIGITALIZAÇÃO.....	21
3.1	Histórico da aviação civil	21
3.2	A digitalização da aviação civil	22
3.3	Considerações sobre o capítulo	25
4	AEROPORTOS INTELIGENTES	26
4.1	<i>Beacons</i>	28
4.2	Navegação Interna	29
4.3	Sistemas automatizados de controle de fronteira (<i>E-gates</i>)	31
4.4	RFID e controle de bagagem.....	33
4.5	Considerações sobre o capítulo	34
5	CONCLUSÃO.....	35
5.1	Contribuições do trabalho.....	35

5.2 Trabalhos futuros.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta a motivação, justificativa e objetivo deste trabalho, com um breve descritivo sobre como a Internet das Coisas, (do inglês *Internet of Things* - IoT) aplicada à indústria aérea pode trazer benefícios relevantes ao setor. Também apresenta a metodologia de pesquisa utilizada e a organização do trabalho.

1.1 Motivação

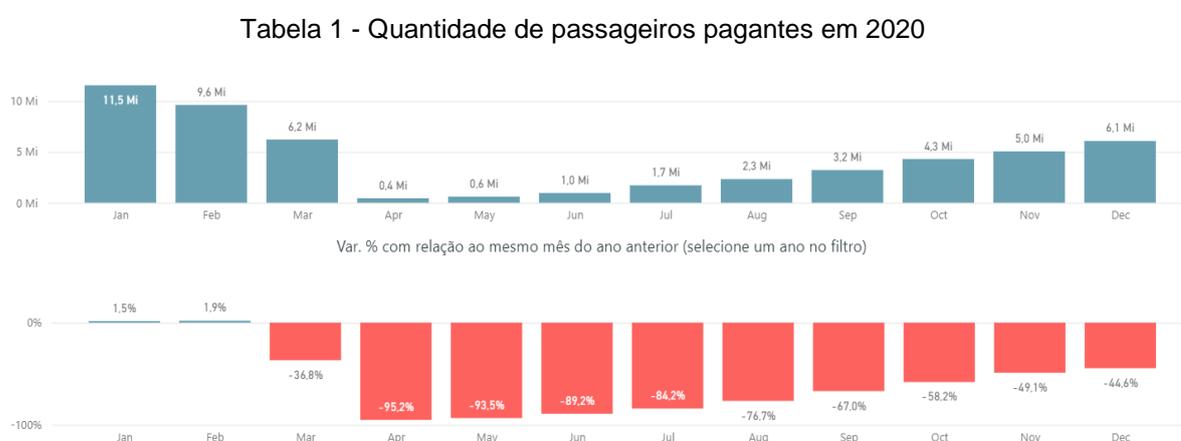
Viajar sempre foi uma paixão, em busca de viagens lazer, porém também se tornou uma atividade profissional ao ingressar em uma companhia aérea brasileira. A motivação desse trabalho se iniciou na observação de como as companhias aéreas investem em tecnologia, como os aeroportos diminuíram o tempo nas filas de espera ao se tornando mais tecnológicos, e como o perfil dos passageiros de aeroportos, mudaram ao longo do tempo.

O perfil dos viajantes de companhias aéreas está mudando, seguindo o avanço e desenvolvimento da internet e tecnologias digitais. Os novos passageiros estão desejando mais conectividade, agilidade e conforto (GOGO, 2017). Pros (2020) discute o estado da digitalização das companhias aéreas, destacando que mais de 90% delas estão buscando investir em mudanças tecnológicas. 64% das empresas que investem em inovação digital são companhias tradicionais, conhecidas como *full service carriers*, e apenas 29% são companhias de baixo custo, *low-cost carriers*.

Dentre as tecnologias que possuem o viés de inovação, a IoT atua como a extensão da internet tradicional, possibilita que os objetos a ela se conectem, facilitando as tarefas e proporcionando novas experiências aos usuários. Sendo a ubiquidade uma das características mais destacados desta tecnologia, a IoT se une a diversas outras tecnologias, gerando novas aplicações, como as da indústria, mas com potencial de aplicação em outras áreas, como a aviação, auxiliando na transformação digital da indústria de aviação civil (FAZION FILHO, 2016).

1.2 Justificativa

O ano de 2020, devido ao impacto da pandemia de COVID-19, foi difícil para as companhias aéreas. A Tabela 1 demonstra, por meio de dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a queda de 56,4% na quantidade de passageiros pagantes em relação ao ano anterior, com perdas de mais de 95% no mês de abril.



Fonte: gerada em (ANAC, 2021).

A pandemia trouxe perguntas de como o investimento em novas tecnologias pode auxiliar a retomada da indústria, em relação à crise de 2020, como a tecnologia pode auxiliar a retomada da aviação, trazendo melhor experiência e segurança. Como evitar o contato direto com funcionários de aeroportos e ao mesmo tempo trazer confiança, segurança e uma boa experiência.

Segundo o estudo de Gogo (2017), os passageiros estão mais digitalizados, sendo que 96% possuem aparelhos smartphones e 89% os levam a bordo. Eles estão habituados a usarem internet a todo momento e a realizarem mútuas tarefas, utilizarem múltiplas telas, múltiplos aparelhos, buscando sempre conectividade e melhor experiência. Com essa mudança no perfil dos passageiros, as companhias e

aeroportos também estão investindo mais em tecnologia, de modo a atrair esses passageiros.

1.3 Objetivo

O objetivo desta monografia é demonstrar como a Internet das Coisas pode ser utilizada para garantir a melhor experiência aos passageiros e, conseqüentemente, benefícios para as companhias e aeroportos que investem nessa tecnologia.

1.4 Metodologia

A metodologia utilizada foi revisão bibliográfica e pesquisa exploratória de artigos, livros e dissertações, como também análise de dados oficiais de organizações.

1.5 Contribuição

Este trabalho busca contribuir com o transporte aéreo civil, demonstrando como a IoT pode aumentar a satisfação dos passageiros. Busca apresentar as soluções mais aplicadas em aeroportos e companhias aéreas, e seus benefícios para a indústria e passageiros.

Será destacado como a IoT pode trazer benefícios à satisfação dos passageiros e, conseqüentemente, trazer maior reconhecimento para as companhias e aeroportos que investem nessa tecnologia, podendo ser um fator determinante para a competitividade no mercado aéreo civil.

1.6 Organização do trabalho

Este trabalho é dividido em cinco capítulos, sendo este o primeiro de introdução; o Capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre a história do negócio de aviação civil de passageiros, e como a tecnologia afeta o setor; o Capítulo 3 apresenta uma revisão da literatura sobre a tecnologia de IoT e conceitos associados, bem como ela

pode ser utilizada; o Capítulo 4 une os dois capítulos anteriores, fornecendo a integração entre o setor aéreo civil e a IoT, apresentando as tecnologias mais utilizadas no setor e seus benefícios; o Capítulo 5 refere-se às conclusões encontradas e resultados analisados e sugestões de futuros estudos. Ao final, foram relacionadas as referências consultadas.

2 INTERNET DAS COISAS

Este capítulo apresenta uma revisão da bibliografia sobre a IoT. Descreve pontos importantes sobre a origem do termo e da tecnologia, e as suas principais aplicações.

Demonstra, com exemplos, como a IoT pode ser utilizada nos mais diversos ramos, trazendo inúmeros benefícios econômicos, sociais e de bem-estar.

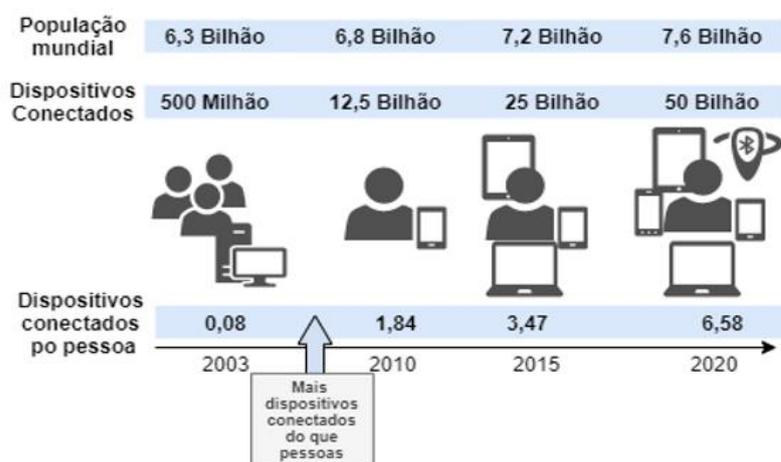
2.1 Conceitos e história

Devido aos avanços tecnológicos em diversas áreas, como sistemas embarcados, comunicação, sensoriamento e microeletrônica, surgiu a IoT. Essa tecnologia possibilita que objetos comuns, utilizados no dia a dia, como TVs, geladeiras, roupas, acessórios, e janelas, entre outros, se conectem à internet, conferindo a eles novas funcionalidades, como controlar esses objetos remotamente. Possibilita que objetos troquem informações entre si, acessem serviços da internet e interajam com pessoas. Essas novas funcionalidades geraram oportunidades para a indústria e para a academia (SANTOS et al., 2016).

O termo *Internet of Things* surgiu em 1999, e sua autoria é atribuída ao pesquisador Kevin Asthor. Ele estudava como os objetos estavam começando a usar a internet. Somente a partir de 2008 aconteceu a primeira conferência internacional sobre o tema, em Zurich, Suíça, onde foram discutidos temas como *Radio-Frequency Identification* (RFID), sensoriamento, conexões tecnológicas, entre outros. A partir daí o termo se popularizou sendo objeto de diversos estudos (DINIZ, 2006).

Segundo o *Cisco Internet Business Solutions Group* (IBSG), a IoT se iniciou quando mais objetos e coisas estavam conectados à internet do que pessoas. A Figura 1 apresenta os resultados de estudos realizados pela Cisco através de censos e pesquisas, em que demonstra que IoT surgiu entre 2008 e 2009 (IBSG; EVANS, 2011).

Figura 1 – Início da IoT



Fonte: adaptado de (CISCO IBSG, 2011).

2.2 Pilares da Internet das Coisas

A IoT não é um sistema único, mas sim a integração de diversos sistemas, aplicações e serviços. Para ela se tornar possível foi necessário o avanço de diversas tecnologias e fatores como:

- **Conectividade ubíqua:** o uso da IoT é capaz de promover a Ubiquidade. Ubiquidade é a característica das tecnologias se misturarem às atividades das pessoas, fazendo com que não percebam que estão conectadas, informação e conectividade se originam e fluem a todo tempo e de todos os lugares. A IoT conta com o uso de sensores inteligentes, internet sem fio e uma imensidão de dados existentes para criar dispositivos inteligentes de forma imperceptível (PATRICIO et al., 2018).

- **A identificação dos objetos através de IPs:** a expansão da rede de conexões baseadas em IP, que se tornou um padrão global e se tornou fundamental para uma conexão mais bem definida, fazendo com que os softwares e ferramentas possam ser facilmente incorporadas a objetos (SANTOS et al., 2016).
- **Miniaturização dos Objetos:** os objetos tecnológicos se tornaram cada vez menores e com grande força computacional, ocorrendo a evolução de micro sensores que são utilizados em tecnologias IoT (ALGHADEIR, 2016).
- **Armazenamento de dados:** o avanço das tecnologias ligadas ao armazenamento de grande quantidade de dados e a rapidez na análise destes, (do inglês *Data Analytics* e *Big Data*), trouxe a possibilidade de tomada de decisões precisas e rápidas, por meio de inteligência artificial (ALGHADEIR, 2016).
- **Processamento:** para que todo o volume de dados coletados e armazenados, tenham melhor utilidade, eles precisam ser processados. Esse processamento pode ocorrer localmente, ou em servidores de nuvem. O crescimento do poder computacional dos objetos, é considerado sua “inteligência” e é fundamental para torná-los capazes de agir e responder às requisições de IoT (FAZION FILHO, 2016).
- **Computação em nuvem:** o crescimento da computação em nuvem provê conexões remotas, gerenciamento e armazenamento de dados, possibilitando que objetos pequenos e distribuídos em diversos lugares interajam (ALGHADEIR, 2016).
- **Sensores/atuadores:** a evolução dos sensores, em conjunto com as tecnologias descritas anteriormente, foi de extrema importância para a IoT conseguir coletar informações. Podem ser utilizados diversos tipos de sensores, como de temperatura, movimento, localização e iluminação (SANTOS et al., 2016).
- **Comunicação:** a comunicação utilizada para conectar objetos inteligentes é uma das bases da IoT. O crescimento e aprimoramento dessas tecnologias de comunicação foram fundamentais para o avanço e utilização da IoT. Algumas

das comunicações utilizadas são Ethernet¹, *Internet wireless*², Bluetooth³, 3G/4G/5G⁴, RFID⁵, ZigBee⁶, LoRaWa⁷. Cada um dos fatores de comunicação apresenta usos diferentes devido ao seu alcance, frequência e velocidade de comunicação (SANTOS et al., 2016).

2.3 Utilizações práticas

Há grande diversidade nas aplicações de IoT. Pode ser utilizada nas mais diversas áreas da indústria, negócios e no meio acadêmico. Fornecendo inúmeros benefícios para as empresas e pessoas, trazendo aumento de lucro, redução de gastos, melhor experiência e qualidade de vida.

No aspecto econômico, segundo o relatório especial intitulado "*Augmented Business*" (Negócios Argumentados), publicado na revista *The Economist*, demonstra como dispositivos inteligentes podem mudar toda a economia e como a IoT permitirá uma explosão de novos modelos de negócios. O relatório cita como diversas empresas de variados ramos estão se beneficiando com o uso da tecnologia. Indústrias, estão instalando uma imensidão de sensores para melhorar a eficiência. Os sensores são utilizados para que temperaturas, velocidade e outros fatores de produção se ajustem automaticamente, assim melhores produtos são fabricados, os gastos diários e porcentagem de peças danificadas são reduzidos, conseqüentemente gera aumento significativo do lucro.

¹ A rede Ethernet se baseia em arquitetura de envio de pacotes de interconexão para redes locais.

² Internet wireless é a tecnologia de rede sem fio que permite que computadores, dispositivos móveis e outros equipamentos se conectem à Internet.

³ Bluetooth é um padrão de comunicação projetado originalmente para curto alcance e baixo consumo de energia, permitindo que dois dispositivos troquem informações entre si sem cabo.

⁴ 3G/4G/5G são nomenclaturas que representam gerações de diferentes de conexão móvel em celulares.

⁵ RFID é o termo que designa as tecnologias que utilizam a frequência de rádio para captura e transmissão de dados para identificação de objetos e seres vivos.

⁶ ZigBee é um padrão de comunicação sem fio que cria uma rede de conexões de baixo custo e baixa potência.

⁷ LoRaWa é uma tecnologia de comunicação sem fio de longo alcance que funciona através de radiofrequência.

A IoT pode ser aplicada nos mais variados ramos de negócios como, indústrias, agronegócio, empresas aéreas. No agronegócio sensores podem ser instalados no gado para que sejam monitorados, seus movimentos, comportamentos atípicos, atividades metabólicas, alimentação e outros fatores importantes para que o fazendeiro possa tomar decisões e garantir maior quantidade e melhor qualidade da carne. Há uma grande quantidade de informação gerada, cada animal gera em média cerca de 200 megabytes de informação por ano (THE ECONOMIST, 2021). Na agropecuária envolve o monitoramento das plantações através de informações baseadas em dados capturados por sensores, rastreamento, fertilização e irrigação inteligente, utilizando a associação dos elementos de sensoriamento, conectividade e processamento.

A IoT também é utilizada para melhorar as experiências das pessoas, em atividades consideradas cotidianas. As casas inteligentes estão se tornando mais presentes. Por meio de sensores em diversos objetos, como por exemplo, geladeiras, ar-condicionados e televisores, é possível controlar tais objetos remotamente e automaticamente. Além de auxiliar nas atividades do dia a dia, também pode contribuir na saúde, com a detecção de situações ambientais que podem trazer riscos, como vazamentos, mofo, umidade e temperatura. O objetivo das casas inteligentes é melhorar a qualidade de vida, ao mesmo tempo em que provê sustentabilidade por meio da economia de recursos, como energia e água (PATRICIO et al., 2018).

O crescimento contínuo das cidades aumenta a preocupação com o planejamento urbano. Com a utilização da IoT em cidades inteligentes, sensores são instalados em diversas cidades, para monitorar pedestres, ciclistas e veículos, de modo a detectar padrões de mobilidade, como as principais rotas utilizadas, ruas mais lotadas de acordo com o horário e relação de mobilidade com funcionamento de comércio. Todas essas informações podem ser utilizadas para projetos do planejamento urbano (CARRION, QUARESMA, 2019).

A IoT que está presente nas casas e cidades inteligentes, possui outro papel importante além de melhorar a qualidade de vida. Possui também um papel ambiental, pois pode ser utilizada para economia de recursos como água e energia, para gestão de resíduos, entre outros.

Um dos exemplos de como a IoT pode ser utilizada para economia de água é relatado pelo artigo publicado por Júlio Bernardes no Jornal da USP:

O professor Eduardo Simões, do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da USP, em São Carlos, desenvolveu e instalou em sua casa um sistema inteligente de automação residencial para aproveitar a água da chuva. Com capacidade de armazenamento de 5 mil litros, o sistema tem como principal inovação o duplo reuso: é possível encher a banheira com a água da chuva aquecida por aquecedor solar e, após o banho, uma canalização leva a água do ralo da banheira para os sprinklers (dispositivos de irrigação) do jardim. A instalação do sistema teve custo aproximado de R\$4 mil e permite uma economia de quase 60 mil litros de água durante o ano, além de uma redução mensal de até R\$300 na conta de água.

O estudo “Relatório de aprofundamento das Verticais – ambiente de cidades” é um dos capítulos do estudo IoT: um plano de ação para o Brasil, liderado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). No estudo do BNDES é relatado diversos usos de IoT e exemplos aplicados em cidades brasileiras. As cidades inteligentes utilizam IoT nos eixos: mobilidade, segurança pública, eficiência energética, empreendedorismo e inovação, urbanismo e moradia, saúde pública, qualidade de vida, educação e formação humana, governança e instituições, e atividades econômicas.

O emprego da IoT tem potência para gerar resultados positivos em todos os eixos citados, como redução de custos, economia de recursos, gestão de resíduos, melhora na mobilidade, qualidade de vida entre outros. Como exemplo, o município de Paulínia, do estado de São Paulo, instalou o primeiro sistema de lixeiras inteligentes da América Latina, que permitiu reduzir em 30% os custos desse serviço, otimizou o emprego de mão de obra, além de evitar enchentes e encaminhamento indevido do lixo. Belo Horizonte espera reduzir em 45% o consumo de energia com a utilização de IoT, e foi a primeira capital do Brasil a utilizar tele gestão em sua iluminação pública,

com 185 mil postes de energia automatizados. Já São José dos Campos utiliza IoT para medir umidade, temperatura e níveis de CO₂ através de sensores climáticos e de detecção de disparos e de ruídos. (BNDES, 2017)

2.4 Considerações sobre o capítulo

Esse capítulo tratou do surgimento da IoT, sua história e conceito. A IoT é composta por um conjunto de tecnologias e fatores conhecidos como seus pilares. Conforme os pilares evoluem e tecnologia IoT evolui junto, fazendo com que surjam novas utilidades. O uso da IoT está presente em diversas atividades do setor econômico como também nos auxilia nas atividades cotidianas sendo inúmeras possibilidades de aplicações. Pode trazer grandes benefícios ao ser utilizadas, tanto em questões financeiras, saúde, bem-estar e sustentabilidade.

3 AVIAÇÃO CIVIL HISTÓRIA E DIGITALIZAÇÃO

Este capítulo visa abordar uma breve história da aviação civil mundial e brasileira, e destacar como a tecnologia foi importante para o desenvolvimento da indústria relacionada com esta área. Também demonstra como a digitalização dos aeroportos e companhias aéreas é importante para manter e adquirir novos passageiros.

3.1 Histórico da aviação civil

As primeiras companhias aéreas surgiram para o transporte principalmente de cargas e correspondência, por volta da década de 1920. O transporte de passageiros ainda era inexpressivo nesta época. No final da década de 1930, o número de passageiros começou a se tornar mais substancial, porém até o final da Segunda Guerra Mundial, o transporte de passageiros tinha altos custos, era desconfortável e perigoso, e falhas e acidentes eram comuns. Na época a tecnologia empregada era limitada, e por não haver cabines pressurizadas, os aviões viajavam em baixas altitudes (FERREIRA, 2017).

Depois da Segunda Guerra Mundial, por volta dos anos de 1950, os aviões passaram a empregar mais tecnologia, tornando-se mais seguros e confortáveis, e se iniciou a chamada era de ouro da aviação (FERREIRA, 2017). O capital e a tecnologia norte-americana dominaram o setor mundialmente. No Brasil ocorreu a consolidação das empresas nacionais, e o capital brasileiro absorveu as empresas de origem alemã que haviam se instalado no país. No imediato pós-guerra houve a criação de 22 companhias aéreas no Brasil, mas as falências e fusões também eram constantes. Em 1960, este número já caía para 10 (BIELSCHOWSKY; CUSTÓDIO, 2011).

A indústria aérea de passageiros civis que se iniciou na década 1950, era voltada principalmente para as elites, era bastante atrativa e os valores das tarifas eram altos (FERREIRA; SANTOS; REIS, 2011). Em todo o mundo a maioria das companhias eram de propriedade dos governos e, os valores das tarifas e voos eram regulamentados. No Brasil, entre as décadas de 1960 e 1970, os valores e frequência dos voos eram ditadas pelo estado e havia uma limitação de companhias aéreas que podiam entrar no país (BIELSCHOWSKY; CUSTÓDIO, 2011).

A liberação do mercado se iniciou nos Estados Unidos no final dos anos de 1970, devido às inovações tecnológicas que surgiram no setor. Com o surgimento de aeronaves com melhores tecnologias, a capacidade de passageiros por avião foi aumentada, o que conseqüentemente aumentou a oferta no setor. Com a liberação do mercado, novas companhias começaram a surgir e junto com o desenvolvimento tecnológico reduziu-se o custo por passageiro e as tarifas, e a utilização dos serviços aumentou. Todos esses fatores desencadearam o surgimento das empresas de baixo custo, conhecidas como companhias *low-cost* (FERREIRA, 2018).

O modelo *low-cost* se baseia na oferta de um serviço de deslocamento básico, que se tornou popular entre 1990 e 2000, passando a ser um dos mais utilizados desde então. O novo modelo mudou a dinâmica de competitividade da indústria da aviação. Foi o responsável por mudar o padrão de passageiros, trazendo mais viajantes, aumentando a concorrência e pressão para as empresas diminuírem seus custos. Para se tornarem mais competitivas as empresas têm investido em melhor eficiência, melhor atendimento, e passaram a empregar tecnologias que podem gerar um diferencial para os seus clientes (FERREIRA, Manuel Portugal; SANTOS; REIS, 2011).

3.2 A digitalização da aviação civil

O desenvolvimento da tecnologia na aviação foi um dos fatores essenciais para o desenvolvimento da categoria *low-cost* e, conseqüentemente para a popularização da aviação civil. O perfil dos passageiros mudou de 1950 para os anos 2000 e continua mudando rapidamente.

Segundo o estudo “*The Travelers of Tomorrow*” (Os passageiros de amanhã), da *Gogo Global Traveler Research Series*, a mudança do perfil dos passageiros do futuro já está se iniciando e as decisões tomadas hoje para satisfazer esse perfil serão essenciais para o futuro das companhias. Os passageiros do futuro têm aparelhos móveis como uma extensão das próprias vidas: 96% possuem *smartphones* e desejam conexão em todo o lugar a todo o momento. Os passageiros do futuro, são multitarefas, possuem e utilizam múltiplos dispositivos conectados ao mesmo tempo,

se sentem confortáveis com a tecnologia presente em todos os lugares. A tecnologia e conectividade oferecida pela companhia e pelo aeroporto, serão consideradas fatores decisivos no momento de reservar a viagem (GLOBAL, [s. d.]).

Segundo a pesquisa *The Future of Airline Distribution*, (O futuro da distribuição das companhias aéreas), da Associação Internacional de Transportes Aéreos (*International Air Transport Association - IATA*), os passageiros estão adotando cada vez mais dispositivos móveis de forma ubíqua. Aplicativos baseados em tecnologias móveis como celulares, tablets e relógios inteligentes devem se tornar o principal foco de investimento das companhias, utilizando-os para oferecer conexões com veículos, máquinas e outros produtos através da IoT. O estudo prevê um grande crescimento de dispositivos conectados com uso de IoT sendo utilizados nos aeroportos e dentro das aeronaves (IATA, 2016).

A medição oficial da satisfação dos passageiros no Brasil é feita pela Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC). A pesquisa também monitora o tempo dos processos dos aeroportos.

Desde 2013, a Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) realiza a “Pesquisa Nacional de Satisfação do Passageiro e de Desempenho Aeroportuário”, a qual avalia a experiência do passageiro em diversos itens de infraestrutura, atendimento e serviços, bem como monitorar o desempenho de diferentes processos aeroportuários como check-in, inspeção de segurança, restituição de bagagens entre outros, nos principais aeroportos do país(...). A coleta de dados relacionados à satisfação do passageiro consiste na realização de entrevista presencial nas salas de embarque e desembarque dos aeroportos pesquisados. O entrevistado deve avaliar um total de 17 indicadores atribuindo “notas” de 1 a 5 para cada um deles, sendo 1 a pior nota possível e 5 a melhor nota possível, assim classificadas: 1 (muito ruim), 2 (ruim), 3 (regular), 4 (bom), 5 (muito bom). Ao fim do questionário, o passageiro ainda avalia sua satisfação geral (SAC, 2020).

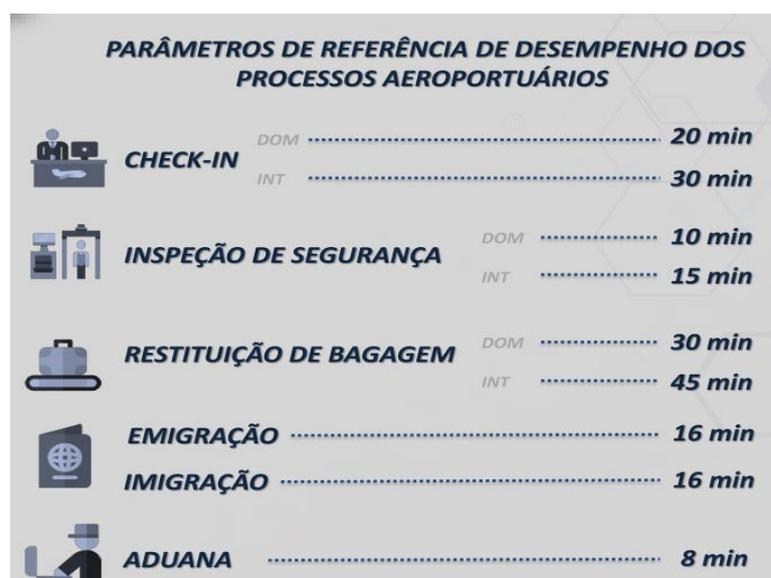
A Figura 2 apresenta a avaliação geral dos serviços prestados nos aeroportos brasileiros em 2020. A Figura 3 apresenta o tempo de referência de cada serviço, referente aos voos domésticos (DOM) e internacionais (IN), para as companhias e aeroportos terem vantagens competitivas o tempo de cada serviço deve ser menor ou igual aos tempos de referência (SAC, 2020).

Figura 2 - Satisfação de passageiros



Fonte: extraído de (SAC, 2020).

Figura 3 - Parâmetros de referências de desempenho de processos aeroportuários



Fonte: extraído de (SAC, 2020).

Para as companhias aéreas e aeroportos terem mais competitividade e prospectar novos passageiros é necessário oferecer melhores serviços, maior rapidez no atendimento e garantir a satisfação. O emprego de tecnologias com foco em melhorar a satisfação dos passageiros é essencial para atingir uma boa avaliação nos rankings oficiais e não oficiais e para consequentemente garantir melhor fidelização, maior número de clientes e melhor lucratividade.

Segundo pesquisa da PROS, *The State of Airline Digitization: Expectations Meet Reality*, é urgente que as empresas aéreas reajam e respondam rapidamente a mudança e às expectativas dos passageiros, que buscam serviços mais digitalizados. A pesquisa foi realizada com cerca de 400 executivos da área de aviação e concluiu que cerca de 90% das companhias já estão buscando mudanças relacionadas a investimentos tecnológicos, e que o principal motivador desse investimento é melhorar a experiência dos seus passageiros e se manterem competitivas no mercado. Para otimizar a satisfação dos passageiros 61% das empresas já estão investindo em *websites* e aplicativos para dispositivos móveis customizados, 58% em inteligência artificial e 52% em variadas experiências digitais incluindo o uso de IoT. O estudo conclui que a maioria das empresas aéreas estão investindo em digitalização e novas tecnologias, buscando a satisfação dos seus clientes, porém ainda não está claro como serão os resultados desses investimentos no futuro. (PROS, [s. d.]

3.3 Considerações sobre o capítulo

Ao decorrer da evolução e história da aviação civil, pode-se perceber que a tecnologia esteve sempre presente. Sem a evolução tecnológica não teríamos o marco principal na história da aviação, a criação das companhias de baixo custo. O setor não seria como conhecemos hoje. A mudança do perfil dos passageiros, para um perfil que busca mais tecnologia, conexão, rapidez e independência, fez com que as companhias e aeroportos buscassem se desenvolver mais tecnologicamente, apostando em ações de inovação como o uso de IoT e inteligência artificial.

4 AEROPORTOS INTELIGENTES

Esse capítulo tem como objetivo demonstrar como a tecnologia de IoT pode ser aplicada na indústria aérea, expor as aplicações das tecnologias em aeroportos inteligentes, e como podem gerar benefícios para os passageiros e indústria.

A IoT pode ser aplicada em aeroportos com a capacidade de reduzir filas e aumentar a satisfação dos passageiros, melhorar a eficiência operacional e gerar vantagem competitiva para aeroportos e companhias aéreas. A maioria das aplicações baseadas em IoT presentes em aeroportos se concentra em informações em tempo real e transporte inteligente, que contempla soluções com foco em manter os passageiros informados sobre as condições do voo, disponibilidade de estacionamento, informações úteis para sua viagem, rastreamento e controle de equipamentos internos e bagagens de passageiros, ferramentas para monitoramento do trajeto dos passageiros para controle e melhoria no embarque e navegação nos aeroportos.

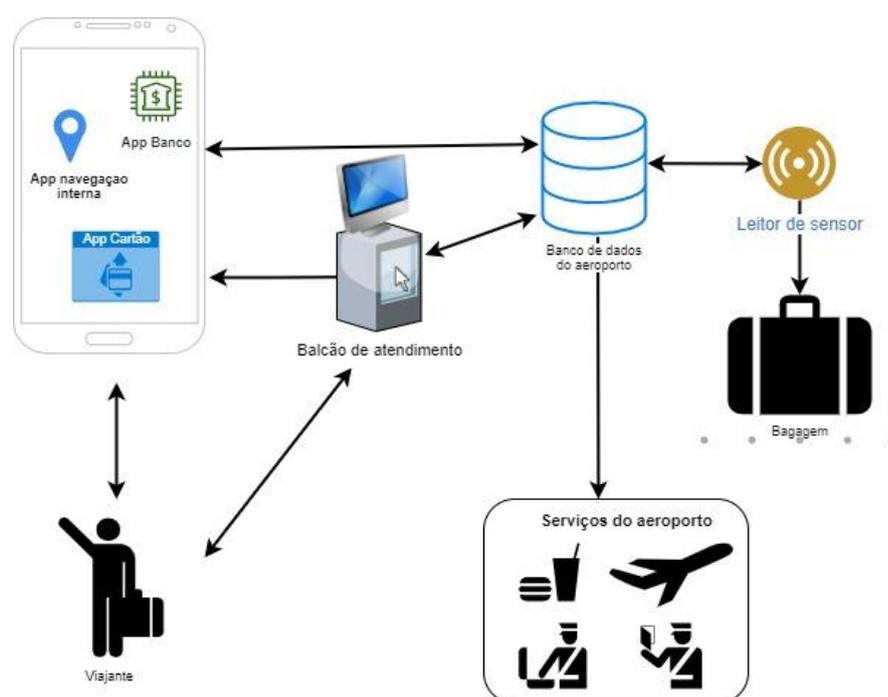
O sistema de aeroportos inteligentes consiste no emprego da tecnologia IoT para coletar dados de sensores e analisá-los, por meio de inteligência artificial. São utilizados diversos tipos de sensores, como biométricos, de movimento, localização, temperatura, som entre outros. Os tipos de dispositivos de localização e identificação mais utilizados são, respectivamente os *Beacons* e RFID, que serão detalhados nos próximos tópicos.

Uma proposta de Aeroporto inteligente foi desenvolvida para o aeroporto da Arábia Saudita, com a junção de tecnologias de IoT, RFID e realidade aumentada. A aplicação permite aos passageiros rastrear a sua bagagem via aplicativo de *smartphone*. O passageiro adiciona o número do voo no aplicativo e o aproxima do balcão de *check-in* para se conectar. O balcão usa a tecnologia de realidade aumentada para verificar o tamanho e a dimensão da bagagem. Caso ela esteja acima do limite, o passageiro é informado que deve realizar o pagamento via balcão de autoatendimento ou aplicativo móvel. Após a verificação da mala com sucesso, uma etiqueta com sensor RFID é fornecida. Quando a bagagem passar em cada ponto da viagem o aplicativo no celular do passageiro recebe uma notificação, com informações em tempo real. No final da viagem, a esteira de bagagem emite um sinal, fornecendo

em um mapa a localização da bagagem, auxiliando em sua localização. (SAMHA et al., 2020).

Como propostas de futuras aplicações de IoT em aeroportos Alghadeir e Al-Sakran (2016) propõe a seguinte arquitetura de solução, também exemplificada na figura 4 abaixo: o leitor de RFID, lê a etiqueta da bagagem e automaticamente envia seus dados para a correia transportadora correta. Ao mesmo tempo conecta-se a aplicativos de cartão de crédito do passageiro para verificar detalhes do pagamento, e realizar cobranças necessárias. O balcão de autoatendimento automaticamente imprime as passagens e se conecta a ferramentas de localização interna como *Google Maps Indoor* para mostrar a localização do passageiro dentro do aeroporto e guiá-lo até o embarque. Todos os objetos e aplicações estão conectados entre si e ao banco de dados do aeroporto.

Figura 4 – A arquitetura do Aeroporto Inteligente



Fonte: adaptado de:(Alghadeir e Al-Sakran, 2016).

Uma típica arquitetura de implantação de IoT se divide em 3 camadas, física, de rede e de aplicação. A camada física compreende os sistemas de transmissão, realiza a

captura da informação dos objetos, garante a conectividade à internet. A camada de rede é responsável por integrar diversos tipos de rede, sem fio, com fio ou móvel. É responsável por entregar a informação corretamente entre as origens e destinos, entre os sensores, leitores e aplicativos e realizar o processamento das informações. A camada de aplicação é onde está as aplicações que irão utilizar a IoT, transmite a informação que é recebida pelas demais camadas ao usuário. A camada de aplicação na proposta de arquitetura de IoT detalhada acima é a que provê o acesso as aplicações móveis nos celulares dos passageiros.

4.1 Beacons

Identificar a localização interna dos passageiros dentro dos aeroportos é um dos recursos principais nos Aeroportos Inteligentes, para esse objetivo uma das tecnologias mais utilizadas é o *Beacon*. *Beacons* em tradução literal significa “farol”, e quando conectados por meio da Internet, são considerados como um exemplo de “coisa” na IoT. São dispositivos transmissores de localização que conseguem identificar aparelhos equipados com Bluetooth presentes nos *smarthphones*. Aplicações baseadas nesta tecnologia podem fornecer informação sobre as pessoas que carregam os aparelhos, e os dispositivos podem ser instaladas em diversos objetos, como cadeiras de rodas e bagagens. Com a utilização desses dispositivos pode-se identificar, por exemplo, em que portão o avião está localizado e a distância até ele, saber o tempo de espera em filas como as de raio x, alfândega e imigração e, assim, tomar ações para melhor a comodidade dos passageiros como aumentar o número de funcionários no local (Couto 2019). Os *Beacons* também são utilizados para melhorar a experiência de compra, conseguindo identificar que a pessoa está nas proximidades das lojas, e oferecendo as melhores ofertas para a ocasião (SITA, 2014).

Há uma variedade de possibilidades na utilização dos Beacons, segundo artigo *Beacons technology - improving the customer service experience* (A tecnologia Beacons – melhorando a experiência do consumidor) da *Société Internationale de*

Télécommunications Aéronautiques (SITA), em português Sociedade Internacional de Telecomunicações Aeronáuticas as principais utilizações são:

- **Localização de passageiros:** é uma das principais utilizações, pela localização exata de passageiros, pode-se combinar informações de quem são e onde estão, assim disponibilizar informações como boas-vindas, tempo até o portão de embarque, imigração e segurança.
- **Rastreamento dos cartões de embarque:** *Beacons* localizados em pontos de passagem, como cabines de *check-in*, pontos de despacho de bagagem, controle de passaporte são utilizados para rastrear os cartões e entender o caminho do passageiro, e enviar comunicações e orientações de acordo com o local.
- **Navegação no aeroporto:** *Beacons* fornecem localização interior mais precisa, que pode ser utilizada junto a outras aplicações de navegação em locais internos, como o *Google Indoor Maps*.
- **Restituição de bagagem:** os *Beacons* em bagagens podem identificar quanto tempo ela irá demorar até chegar à esteira e identificar em qual esteira ela se localiza.

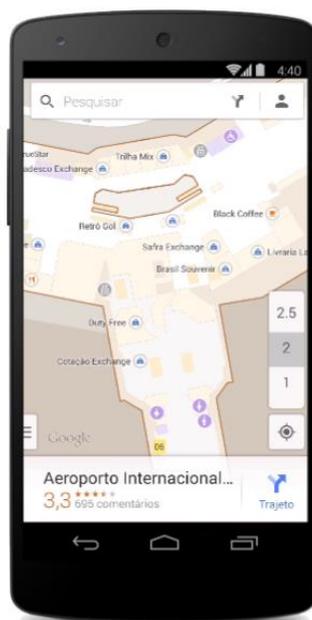
4.2 Navegação Interna

A navegação dentro dos terminais de aeroportos, com o auxílio de mapas internos, facilita a localização dos passageiros, além de poder oferecer alertas e gerar uma estimativa de tempo de espera de filas ou distância até o portão de embarque. Já foram usadas aplicações com rastreamento via Wi-Fi e sinais de rede de celulares, porém a melhor tecnologia para essa navegação é a utilização de *Beacons*. Com os *Beacons* a informação é mais precisa e rápida (SAMHA et al., 2020).

Aplicativos desenvolvidos para *smartphones*, *tablets* e relógios inteligentes utilizam a IoT para identificar a localização do passageiro via *Beacons* e mostrar o caminho até o local escolhido (COUTO, 2019).

O *Google Indoor Maps* é uma das ferramentas que pode ser utilizadas para localização interna, podendo ser integrado nos aplicativos próprios. Ela disponibiliza a planta de aeroportos, *shoppings centers* e estádios e também fornece a realização de *upload* de mapa. A Figura 5 representa a divulgação oficial da ferramenta no site da Google (GOOGLE, 2021).

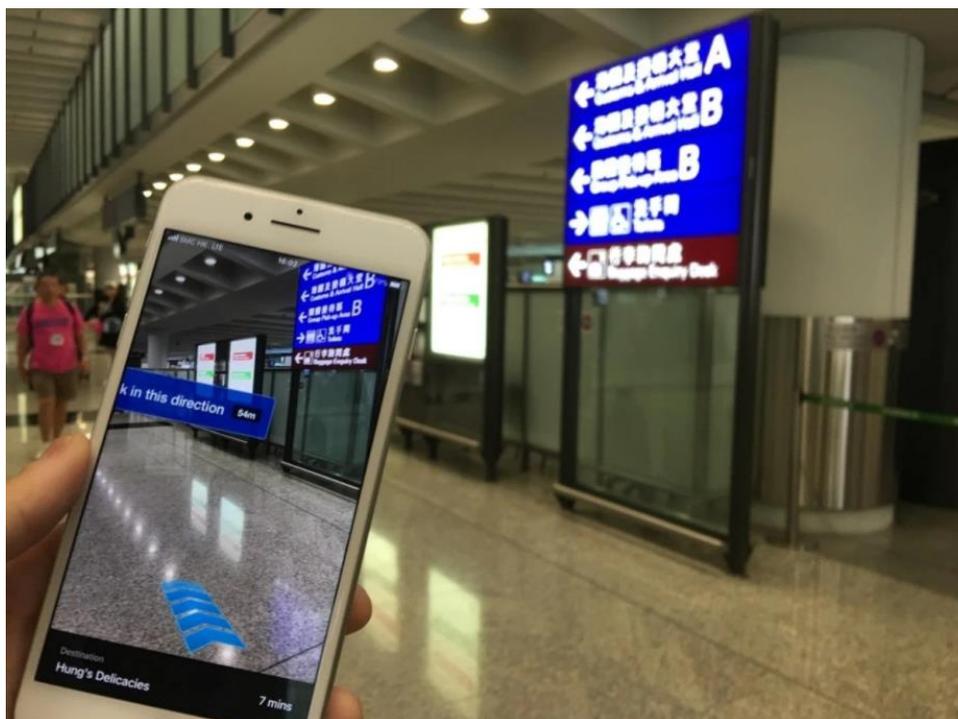
Figura 5 – Google Maps Indoor



Fonte: extraído de (GOOGLE, 2021).

Outra solução que faz o uso da navegação interna, é a que mescla a tecnologia de IoT com realidade aumentada. Na realidade aumentada, o ambiente virtual é uma representação no ambiente físico, complementando a informação de localização física, tornando mais fácil o passageiro localizar um ponto específico, além de ter condição de fornecer tradução das placas dos aeroportos para a língua do passageiro. Traz melhor experiência e mobilidade para os passageiros e ganhos financeiros nas lojas comerciais dos aeroportos, podendo enviar ofertas com a tradução escolhida. A seguir na Figura 6 uma imagem de exemplo de uma aplicação utilizada para tradução e navegação interna através de realidade aumentada é apresentada. (PARK-IT, [s.d.]

Figura 6 - Navegação em ambientes fechados com Realidade Aumentada



Fonte: extraído de (PARK-IT, [s.d.]).

4.3 Sistemas automatizados de controle de fronteira (*E-gates*)

Com o aumento do número de passageiros, em conjunto com a mudança para um perfil que busca mais conectividade, menos contato e mais agilidade, muitos aeroportos adotam os portões eletrônicos (*e-gates*) como controle automatizado de fronteira. É uma solução para aumentar a comodidade, diminuir filas, reduzir e auxiliar no trabalho de agentes aeroportuários e aumentar a segurança.

Os portões eletrônicos podem substituir as cabines tradicionais da Polícia Federal. Utilizam tecnologia de IoT em conjunto com tecnologias biométricas, usando a análise de dados de passaporte eletrônicos e de biometria facial. Realizam a verificação da documentação do passageiro, pela leitura do *chip* do passaporte e as informações são comparadas com a leitura das câmeras que realizam a leitura de biometria facial. Assim que a identidade é verificada, o passageiro é liberado (GOMES et al., 2021). Este sistema, além de evitar filas, também auxilia o trabalho da Polícia Federal, já que

os dados também são cruzados com bancos da instituição, que pode ser acionada em casos suspeitos, também auxilia na identificação de passaportes falsos ou roubados.

Segundo artigo publicado no *site* oficial do Ministério da Justiça e Segurança Pública brasileira, desde 2010 o Brasil emite o passaporte eletrônico. O passaporte possui um *chip*, com dados de fotografia, impressão digital e dados pessoais, protegidos pelo Certificado Digital de autenticação.

No Brasil *e-gates* foram instalados em diversos aeroportos, como os de Cumbica, em Guarulhos, Galeão, no Rio de Janeiro e o Aeroporto de Brasília. Em Brasília, logo no início da instalação dos *e-gates* houve o aumento de 225% no número de acessos de passageiros pelos portões por hora, possibilitando o aumento de voos internacionais que chegam ao aeroporto (AEROPORTO DE BRASILIA, 2019). No Aeroporto Internacional de Cumbica, foram instalados 16 *e-gates* em 2014, onde são validadas a leitura biométrica do passageiro, informações do *chip* do passaporte, e banco de dados da Polícia Federal e Interpol. Se houver alguma restrição o agente federal é acionado (CANE, 2014).

No Aeroporto de Galeão, os *e-gates* foram instalados, em 2016, antes dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos do Rio de Janeiro. Foi observada, nos dois primeiros anos, a reação e avaliação dos passageiros. Logo no início da instalação, apesar de alguns passageiros necessitarem de auxílio para passar pelo portão, houve aumento na satisfação, principalmente pela redução de tempo na fila. Durante o período de observação raros foram os casos de experiência negativa (COUTO, 2019).

Os *e-gates* evoluíram ao longo dos anos de acordo com a necessidade e a tecnologia. Segundo o estudo *Automated Border Control: Problem Formalization* (“Portões Automáticos de Embarque: Problemas de Formalização”), a primeira geração de *e-gates* utilizava cabines de biometria apenas para identificar passageiros, e facilitar a identificação daqueles que poderiam oferecer risco. A segunda geração realizava apenas a verificação dos dados pessoais dos passageiros, pelos dos passaportes eletrônicos para facilitar o *check-in*. A terceira geração, utilizada hoje, sua a IoT e dados capturados pelo passaporte eletrônico, biometria facial e dados de órgãos federais, para fornecer melhor comodidade aos passageiros, melhorar o trabalho dos

agentes aeroportuários e reforçar a segurança para quem embarca e desembarca nos aeroportos internacionais (GORODNICHY, YANUSHKEVICH, e SHMERKO, 2015).

4.4 RFID e controle de bagagem

O extravio de bagagem é uma das principais preocupações da indústria aérea. Uma bagagem extraviada ou atrasada causa insatisfação do passageiro, além de prejuízo à indústria. Os sistemas de controle de bagagem que utilizam IoT podem ser implementados através de sensores *Beacons* ou *RFID*.

A tecnologia de Identificação por radiofrequência (RFID) é utilizada nos aeroportos, com a de instalação de etiquetas em objetos, sendo dispensado o uso de aparelhos eletrônicos. As etiquetas podem incluir diversos dados que são capturados por leitores, e os enviam para uma base de dados, que são processados e controlados remotamente através de aplicações de IoT (SINGH et al., 2017).

Segundo o artigo *Real-Time Tracking of Bags to Save Air Transport Industry \$3 Billion* (Rastreamento de bagagens em tempo real economiza \$3 bilhões a indústria de transporte aéreo) da IATA, a estimativa é de que o rastreamento de bagagens que utiliza o RFID pode economizar cerca de 3 bilhões de dólares para a indústria de aviação até o final de 2022, reduzindo o número de bagagens perdidas em mais de 25%.

O rastreamento de bagagem utilizando etiquetas RFID e IoT, fornece a possibilidade de diversas aplicações, podendo ser utilizado em todo o percurso do passageiro.

O sistema de rastreamento de bagagens ligados a aplicações IoT vem sendo implementado em diversos aeroportos ao redor do mundo, gerando benefícios significativos para companhias aéreas e passageiros. A Delta Airlines foi a primeira a implantar o rastreamento via RFID, com o acompanhamento em tempo real pelos passageiros, via seu aplicativo próprio *Fly Delta*, abrindo o caminho para outras companhias e aeroportos. O sistema demonstrou 99% de sucesso na precisão do rastreamento das bagagens (Couto, 2019).

4.5 Considerações sobre o capítulo

Os aeroportos inteligentes são baseados em conexões de IoT, composta de uma arquitetura baseada em sensores, conectando aplicativos mobile como de pagamento e navegação interna, aplicativos locais como de balcões de atendimento e objetos como os passaportes. Também é necessário banco de dados para armazenamento e capacidade de processamento para a tomada de decisões. A IoT também é usada em aeroportos em conjunto com diversas outras tecnologias, como biometria e realidade aumentada.

Os principais benefícios na adoção de aeroportos inteligentes é a fácil aceitação pelos passageiros, sendo usada de forma ubíqua. Traz sensação de segurança e independência, reduz o tempo de espera em filas, proporciona facilidade com o entendimento da língua local, possibilita melhor acessibilidade para passageiros com necessidades especiais e eleva o grau de satisfação. Para as companhias aéreas, aeroportos e sociedade, trás benefícios como maior segurança, aumento das vendas em lojas, redução de gastos com desvio de bagagem e atrasos de voos, provê sustentabilidade com redução de uso de papel e outros equipamentos. A utilização de IoT em aeroportos inteligentes fornece a capacidade dos aeroportos aumentar o número de voos, gerando mais viajantes nas cidades que os adotam.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho discorreu sobre como a IoT em conjunto com outras tecnologias digitais, pode ser utilizada para auxiliar a indústria aérea. Tratou do conceito e da história da tecnologia de IoT, e exemplificou sua aplicação em diversas áreas como a indústria, agropecuária e a sustentabilidade, bem como conceitos que se iniciaram com o uso da IoT como casas e cidades inteligentes.

Apresentou um breve resumo da história da aviação civil e como a digitalização e a tecnologia se tornaram fundamentais para a indústria aérea. Apresentando novas tecnologias baseadas em IoT que estão sendo adotadas ao redor do mundo, juntamente com o surgimento do conceito de aeroportos inteligentes.

5.1 Contribuições do trabalho

O uso de tecnologia de IoT está crescendo e se tornando importante para a transformação digital. Gerando a cada dia novos estudos e novas aplicações em conjunto com outras tecnologias.

Esse trabalho contribuiu para demonstrar como o IoT pode tornar as atividades do dia a dia mais fáceis, confortáveis e inteligentes, focando em aplicações no setor de transporte aéreo civil. Apesar de soluções baseadas em IoT serem frequentemente encontradas na indústria, pouco se discute sobre como pode afetar o setor aéreo. Baseando-se nos conceitos de casas inteligentes e cidades inteligentes, buscou-se soluções capazes de tornar os aeroportos inteligentes.

A história da evolução do setor aéreo, até se tornar o que se conhece nos anos de 2020, está diretamente ligada à evolução tecnológica. A oportunidade de investimento e espaço para inovação é enorme e causa grandes mudanças na satisfação dos passageiros e lucro dos aeroportos e companhias.

Foram analisados diversos artigos com o objetivo de destacar utilizações de IoT possíveis de serem aplicadas em aeroportos, demonstrando o seu benefício. Quando uma aplicação de IoT é implantada é possível medir e visualizar de forma rápida seus benefícios, como na implantação dos portões automatizados de fronteira, em que logo

nos primeiros dias se notou melhora significativa do tempo de espera na fila e melhora na satisfação dos passageiros.

Aplicações de rastreamento têm inúmeras possibilidades de uso, como navegação interna e controle de bagagem em tempo real. Baseado em rastreamento, com utilização de sensores *Beacons*, a aplicação mais utilizada é o mapeamento das filas de espera, sendo útil para o aeroporto se planejar nas escalas e atividades dos funcionários.

Aplicações de navegação interna e controle de bagagem em tempo real, apesar de apresentarem grande benefício nos aeroportos onde foram implantados, ainda não são frequentes em todo o mundo. No Brasil, não foram encontrados aeroportos que aplicassem essas tecnologias. Sendo assim, demonstra como a aplicação de IoT pode se tornar um grande diferencial de inovação e possui espaço para crescimento.

5.2 Trabalhos futuros

O presente trabalho focou na utilização de aplicações baseadas em IoT, com o foco nos benefícios gerais promovidos aos passageiros, aeroportos e companhias aéreas. Como trabalhos futuros, busca-se aprofundar mais em

Percebeu-se grande potencial nos sistemas estudados para controle de fronteiras, rastreamento de passageiros e bagagens, podendo se utilizar da tecnologia com o objetivo de facilitar e melhorar o controle da Polícia Federal em casos de tráfico de entorpecentes, mercadoria contrabandeada, imigração ilegal e terrorismo. Como sugestão de trabalho futuro acredita-se importante o aprofundamento deste tema e avaliação novas tecnologias que possam complementar as apresentadas.

Foi notado grande potencial nos sistemas estudados de rastreamento, com o auxílio da navegação interna, para auxiliar deficientes visuais e físicos, estes podem ser empregados de modo a facilitar todo o processo no aeroporto, mostrando o melhor caminho a ser percorrido, desde o *check-in*, despacho de bagagem, embarque e desembarque. Sendo também sugestão de trabalhos futuros, o foco na IoT para melhorar a acessibilidade nos aeroportos.

REFERÊNCIAS

ALGHADEIR Abdullah, AL-SAKRAN Hasan. Smart Airport Architecture Using Internet of Things. **International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology (IJIRCST)**, v. 4, n. 5, 2016.

BERNADES, J. Sistema inteligente de automação residencial para aproveitar a água da chuva economiza 60 mil litros/ano. **Jornal da USP**, in EcoDebate, ISSN 2446-9394. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2017/07/07/sistema-inteligente-de-automacao-residencial-para-aproveitar-agua-da-chuva-economiza-60-mil-litrosano/>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

BIELSCHOWSKY, Pablo; CUSTÓDIO, Marcos da Cunha. a Evolução Do Setor De Transporte Aéreo Brasileiro. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 13, 2011. Disponível em: <http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoco/files/13/artigos/7_Prof_Pablo_Marcos_Art4_VF_2.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.

BNDES. **Relatório Produto 7A: Aprofundamento de Verticais – Cidades. Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil**, 2017. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>>. Acesso em 24 out. 2021.

CANE, Michele. **E-gates são testados no aeroporto de Cumbica em São Paulo**. 2014. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2014-09/e-gates-sao-testados-no-aeroporto-de-cumbica-em-sao-paulo>>. Acesso em: 22 out. 2021.

CARRION, Patrícia; QUARESMA, Manuela. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais Internet of Things (IoT): Definitions and applicability for end users. **Human Factors in Design**, v. 15, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.59652316796308152019049>>. Acesso em: 21 out. 2021.

COUTO, Sthéphanie. **O Turismo e as Novas Tecnologias no Transporte Aéreo: Avaliação dos Especialistas**. 2019. 90p. Mestrado em Engenharia de Transportes – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

DINIZ, Eduardo H. Internet das coisas. **GV-executivo**, v. 5, n., 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.12660/gvexec.v5n1.2006.34372>>. Acesso em: 21 out. 2021.

AEROPORTO DE BRASÍLIA. **Aeroporto de Brasília Instala E-gates para controle eletrônico de passaporte. Inframédia está investindo na área internacional do terminal brasileiro para potencializar novos voos**. Disponível em: <<https://www.bsb.aero/br/sala-imprensa/aeroporto-de-brasilia-instala-e-gates-para-controle-eletronico-de-passaporte/3260/>>. Acesso em: 22 out. 2021.

EVANS, Dave. A Internet das Coisas Como a próxima evolução da Internet está

mudando tudo. **White Paper**. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), 2011.

FAZION FILHO, M. **Internet das Coisas (Internet of Things)**. 21 ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2016.

FERREIRA, Cristiano. **O mercado do transporte aéreo- o caso particular das companhias low-cost**. 2018. 105p. Mestrado em Marketing e Relações Internacionais - Instituto Politecnico de Coimbra, Coimbra, 2018.

FERREIRA, Josué Catharino. Um breve histórico da aviação comercial brasileira. **Associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica**, v. 2002, p. 26, 2017. Disponível em: <[http://www.abphe.org.br/uploads/ABPHE_2017/16 Um breve histórico da aviação comercial brasileira.pdf](http://www.abphe.org.br/uploads/ABPHE_2017/16_Um_breve_historico_da_aviao_comercial_brasileira.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2021.

FERREIRA, Manuel Portugal; SANTOS, João Carvalho; REIS, Nuno Rosa. A indústria de aviação civil: Custos, mercados e alianças. Caso de estudo nº 9, **GlobAdvantage-Center of Research in International Business & Strategy**, 2011.

GOGO. The travelers of tomorrow – A look at the next generation of global flyers. Gogo **Global Traveler Research Series**, 2017. Disponível em: <<https://www.gogoair.com/learning-center/the-travelers-of-tomorrow/>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

GOMES C., AGUIAR F., CAMPOS P., AZEVEDO V., BARBOSA J. Um Estudo sobre a aplicabilidade da internet das coisas em aeroportos. **E-Locução/Revista Científica da FAEX**. Ed.19, volume 10 – ISSN 2238-1899, 2021

GOOGLE. **Veja como é por dentro com o Indoor Maps**. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/maps/about/partners/indoormaps/>> Acesso em 24 out. 2021

GORODNICHY D., YANUSHKEVICH S. e SHMERKO V. Automated border control: Problem formalization. In: IEEE Workshop on Computational Intelligence in Biometrics and Identity Management. **Proceedings ...**, 2015.

IATA. Real-Time Tracking of Bags to Save Air Transport Industry \$3 Billion. **Press Release No: 62**. Disponível em: <<https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2016-10-19-01/>>. Acesso em: 21 out. 2021.

MINISTERIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICOS. **Passaporte eletrônico: o que é?**. Disponível em: <<https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/passaporte/ajuda/duvidas/caderneta/caderneta-passaporte-eletronico-o-que>>. Acesso em: 21 out. 2021.

PARK IT. **How Augmented Reality Will Impact Airports**. Disponível em:<<https://park-it-solutions.com/augmented-reality-airports/>>. Acesso em: 22 out. 2021

PROS. The State of Airline Digitization: Expectations Meet Reality. **White Paper 2020**. Disponível em: <<https://resources.pros.com/white-papers/airline-digitization-expectations-meet-reality>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

SAMHA A., ALBADER N., e ALSHAMMRI G. Applied Internet of Things in Saudi Arabia Airports. In: 16th International Computer Engineering Conference, ICENCO. **Proceedings ...**, 2020. DOI: 10.1109/ICENCO49778.2020.9357378. 2020.

SANTOS, Bruno P; SILVA, Lucas A M; CELES, Clayson S F S; BORGES NETO, João B; PERES, Bruna S; AUGUSTO, Marcos; VIEIRA, M; VIEIRA, Filipe M; GOUSSEVSKAIA, Olga N; LOUREIRO, Antonio A F. Internet das Coisas: da Teoria à Prática. In: Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. **Anais ...** p. 50, 2016. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em 01 de out. 2021.

SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (SAC): Departamento de Planejamento e Gestão Coordenação-Geral de Facilitação e Desempenho Operacional. **Pesquisa Nacional de Satisfação do Passageiro e Desempenho Aeroportuário**. 1º Trimestre de 2020. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/relatorio_cat-_ate_5_mi_-_1o_trim_2020.pdf>. Acesso em 30 out. 2021

SETI PATRICIO, Thiago; TEIXEIRA, Matheus; DA GRAÇA MELLO MAGNONI, Maria; ROLFSEN BELDA, Francisco. Internet Das Coisas (IoT): As Consequências Da Computação Ubíqua Na Sociedade. **Colloquium Humanarum**, v. 15, n. 1, 2018.

SILVA, CLERISSON DOS SANTOS E. **Um Estudo Sobre Tecnologias de Comunicação sem Fio para Aplicações de IoT em Agricultura de Precisão**, 2019. 108p. Tese de Mestrado – Universidade Federal Fluminense. Niteroi 2019.

SINGH, ASHWINI, SAKSHI, TANVI, e WAMKHEDE. Baggage tracing and handling system using RFID and IoT for airports. In: International Conference on Computing, Analytics and Security Trends, CAST 2016. **Proceedings ...**, 2016.

SITA. Beacons technology - improving the customer service experience. **Insight Paper**, SITA, 2014.

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/augmented-business>>. Acesso em 26 ago. 2021.