

Fluxo e Gerenciamento de Bagagens em Aeroportos com Inclusão da Tecnologia RFID

Célia S. Arreguy-Sena*. Agnaldo J.R. Reis. **
Janaina G. Oliveira ***

* Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil (Tel: (31)993624133; e-mail: celia.sena@engenharia.ufff.br).

** Departamento de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil (e-mail: reis@ufop.edu.br).

*** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil (e-mail: janaina.oliveira@ufff.edu.br)

Abstract: Public information about the baggage flow and situations that involves them points out the baggage handling system's weaknesses at airports. Control and automation knowledge can help solve some of these problems. The objective was to analyze the baggage handling system and propose possible configurations and strategies for automation, control, integration and management standardization with the possibility of online monitoring by passengers which results can reduce spurious interference. It was proposed the radio frequency identification technology (RFID) implementation at nine points in the baggage itinerary with the possibility of an interface for passengers to access them remotely or at airport terminals. RFID enables the integration, management and identification of baggage itinerary flows, inserting itself in the prevention of loss and misdirection and quality criteria.

Resumo: Informações públicas que abordam o fluxo de bagagens e situações que as envolvem apontam fragilidades no sistema de gerenciamento, cujos conhecimentos em controle e automação podem auxiliar na resolução dos problemas. Objetivou-se analisar o sistema de gerenciamento de bagagens e propor possíveis configurações e estratégias de automação, controle, integração e padronização do gerenciamento com a possibilidade de acompanhamento online pelos passageiros cujos resultados possam reduzir interferências espúrias. A tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) foi proposta para ser implementada em nove pontos do itinerário das bagagens com possibilidade de interface para passageiros acessá-las remotamente ou em terminais aeroportuários. A RFID possibilita a integração, o gerenciamento e a identificação dos fluxos do itinerário das bagagens, inserindo-se na prevenção de perda e extravio e critério de qualidade.

Keywords: Airport; Baggage; Baggage Handling System; Radio Frequency Identification (RFID); Risk Management.

Palavras-chaves: Aeroportos; Bagagens; Sistema de Gerenciamento de Bagagens (SGB); Identificação por Radiofrequência (RFID); Gestão de Riscos.

1. INTRODUÇÃO

Em 2018, houve mundialmente 4,37 bilhões (4.377.670.000) de passageiros que foram transportados (IATA, 2019), sendo 2,56 bilhões (2.566.346.000) voos relacionados ao Brasil e 1,81 (1.811.324.000) bilhão em voos internacionais, com traslados de cargas e correios correspondentes a 62,4 milhões de toneladas (62.487.000), sendo 42,5 milhões (42.450.000) de toneladas nos voos internacionais e 20,0 milhões (20.037.000) de toneladas nos voos domésticos (IATA, 2019).

Traslados de pessoas que ocorreram nos aeroportos a cargo das empresas brasileiras, referentes ao período de dezembro de 2019 no território nacional apontam que 8,9 milhões de passageiros embarcaram em voos domésticos (aumento de 3,9%) e 758 mil passageiros em voos internacionais (redução

de 11,3%) e que as cargas e correios no mesmo período foi de 42.588 toneladas (queda de 1,3%) e 19.135 toneladas (queda de 16,7%) nos voos domésticos e internacionais respectivamente e analisados comparativamente com o mesmo mês do ano anterior (ANAC, 2019a).

Em todos os voos a notificação de acidentes e intercorrência constitui em uma conduta compulsória sendo reportada ao órgão regulador do território em que ocorreu o acidente. No Brasil, o órgão a ser notificado é o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), sendo responsável por documentar acidentes com aeronaves. (Santos et al., 2018). Entre os problemas que surgem nos transportes aéreos, os extravios e atrasos na entrega das bagagens constituem em intercorrências não letais geradoras de desconforto, insatisfação para os usuários e motivadoras

de ações judiciais movidas contra as empresas aéreas (Macei, 2018).

Estima-se que, para cada mil passageiros de voos aéreos no mundo, 5,73 e 5,57 a cada mil bagagens não foram restituídas a tempo e/ou intactas aos seus respectivos proprietários nos anos de 2016 e 2017, respectivamente (Koenig et al., 2019; SITA, 2018). A restituição das bagagens aos passageiros na mesma forma quando entregue à companhia aérea constitui em responsabilidade da empresa, havendo sanções previstas em lei para eventos adversos (ANAC, 2016). O manuseio inadequado e extravio das bagagens constituem exemplos de intercorrências que influenciam a avaliação da qualidade do atendimento prestado pelas empresas aéreas (Tahanisaz and Shokuhyar, 2020). A interligação dos processos laborais pelos quais as bagagens passam já foi reconhecida, visando a redução de danos, extravios com perda ou itinerário equivocado, furtos ou fraudes (Kovynyov and Mikut, 2019).

Para minimizar tais ocorrências, dar transparência ao processo de trânsito de bagagens e regulamentar as ações de controle das empresas aéreas sobre as bagagens, a International Air Transport Association (IATA), instituição responsável pela comunicação e tecnologia da informação em transportes aéreos adotou a Resolução 753/2018. Ela prevê que o controle das bagagens sob a responsabilidade das empresas aéreas deverá ser acompanhado em quatro pontos: check-in, durante o carregamento da aeronave, transferência entre aeronaves e na chegada da bagagem quando é devolvida aos passageiros (IATA, 2018).

O sistema de gerenciamento de bagagens (BHS- Baggage Handling System) possui impacto sobre o custo, o desempenho e a confiabilidade cujas variáveis intervenientes responsáveis pelos pontos críticos do sistema são: a quantidade de malas, intervalos entre chegadas, leitura inexata de código de barras, bagagens adiantadas ou atrasadas, tempo de viagem e verificação de segurança (Carter, 2019). O BHS pode utilizar sistemas como a leitura de código de barras, o BagJourney da SITA, a Identificação por radiofrequência (RFID) ou WorldTracer®, dentre outros. (Hafilah et al., 2019; SITA, 2018).

O BHS utilizado pela Air France utiliza a tecnologia de código de barras e apresenta as seguintes variáveis: influência das políticas de fila (determinam prioridades de pessoas e situações), tempo estimado para a decolagem do voo (capaz de interferir no direcionamento de qual portão a bagagem é encaminhada), concomitância de entrega de bagagens decorrente do intervalo de desembarques simultâneos e incorreção advindas da leitura de códigos de barras, dentre outros (Hafilah et al., 2019). Cabe mencionar que, no Brasil, o BHS utiliza a tecnologia de código de barra (Air France, 2020; Macedo, 2019).

A presente investigação adotou como objeto o acompanhamento e o controle das bagagens em aeroportos. Ela se justifica pela insatisfação dos passageiros diante de extravio, perda e danos de suas bagagens (SITA, 2020, 2018), motivando demandas judiciais (Macei, 2018) e comprometendo a avaliação da qualidade do atendimento (Tahanisaz and Shokuhyar, 2020) prestado pelas empresas

aéreas. Em 2017, o custo do manuseio inadequado de bagagens gerou uma despesa no valor de US\$2,3 bilhões e em 2018, esse valor foi de US\$2,4 bilhões (SITA, 2020, 2018). Assim, aplicando uma tecnologia capaz de reduzir o manuseio inadequado das bagagens causaria uma economia considerável para as empresas aéreas no quesito ressarcimento.

Diante do exposto objetivou-se analisar o acompanhamento e controle das bagagens em aeroportos e propor configurações e estratégias de automação, controle, integração e padronização do gerenciamento das bagagens com a possibilidade de acompanhamento online pelos passageiros cujos resultados possam reduzir interferências espúrias.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) possibilita o rastreamento, identificação e gerenciamento de produtos pela codificação de informações, armazenamento, e captura de dados sem a necessidade de um campo visual direto (Preet Singh, 2019; Sim et al., 2019; Tajima, 2007). Sua utilização para outros fins é consolidada no mercado em diversas áreas (Sim et al., 2019).

O fato de os metais interferirem nos campos eletromagnéticos constitui em uma limitação para seu uso para a qual já foram fornecidas alternativas como desenho de antena utilizando Micro-strip patch antena and planar inverter-F antena (PIFA), etiqueta UHF RFID, dentre outros que minimizam interferências e compatibiliza seu uso na identificação de automóveis, vagões de trens e contêineres (Hasan and Yu, 2016; Miranda, 2014). Como limitações da aplicação da tecnologia RFID encontra-se o custo das Tags, problemas de privacidade, falta de padronização internacional, colisão de leituras e seu funcionamento em áreas com campo eletromagnético (Marques, 2012; Zhu et al., 2012).

Para uso da tecnologia de RFID é necessário um leitor com antena, Tag (também conhecidos como transponder, RF Tag, ou etiqueta eletrônica) e um computador ou outro tipo de controlador capaz de realizar a captura automática de dados (Preet Singh, 2019; Tajima, 2007). A Tag é responsável por transmitir a informação para o leitor quando se encontra ativado e na mesma frequência do leitor cujas informações armazenadas serão lidas e decodificadas com o auxílio de um computador. Ela é composta por uma antena e um microchip eletrônico, responsáveis por carregar os dados de um sistema RFID (Preet Singh, 2019; Tajima, 2007). Possui duas modalidades de Tag: ativa (a presença de um chip RFID viabiliza que informações sejam enviadas para as antenas que são replicadas para um banco de dados, sendo necessário uma bateria que assegura a possibilidade de envio de dados continuamente) ou passiva (um chip dependerá do sinal de rádio para ativá-la e enviar os dados) (Preet Singh, 2019; Tajima, 2007).

O leitor (antena) é um dispositivo de captura e/ou transmissão de dados capaz de viabilizar a função do leitor na medida em que usa uma onda de radiofrequência para ativar o Tag cumprindo a finalidade de permutar e/ou enviar informações armazenadas em sua memória (Preet Singh, 2019; Sim et al.,

2019; Tajima, 2007). A distância de alcance para que o leitor (Tag) tenha funcionalidade é afetada pelo tipo da Tag (ativo ou passivo), tamanho de sua antena, frequência de operação, dentre outros. A escolha do melhor sistema de RFID depende das características do ambiente em que será utilizado e influenciado pela frequência do sistema, tipo de chip, formato e material do encapsulamento e tipo de leitor (Preet Singh, 2019; Sim et al., 2019; Tajima, 2007) (Figura 1).

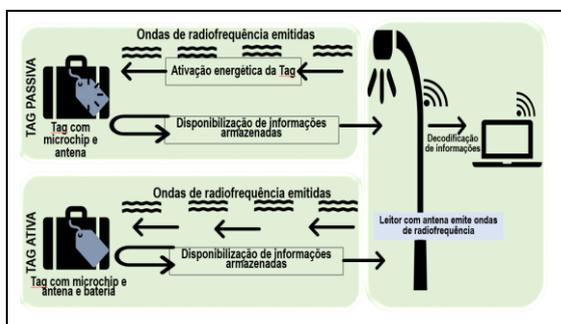


Figura 1: Esquema comparativo das conexões do leitor com as tags ativa e passiva. Fonte: os autores.

Este artigo apresenta estudo de caso múltiplos com problemas convergentes e similares, usando a metodologia da Technical action research (TAR) (Picheth et al., 2016; Wieringa and Morali, 2012; Yin, 2015), cujo cenário foi composto por fontes de dados a respeito das bagagens de passageiros em aeroportos brasileiros publicizadas. Segundo Yin (2015) a estrutura teórico metodológica do estudo de caso se alicerça em quatro critérios: 1) caso contemporâneo no qual o conteúdo-contexto investigado é o controle de pesagem e o monitoramento das bagagens de voos aéreos; 2) embora o foco sejam as bagagens, inclui variáveis como a imagem institucional das companhias aéreas, a segurança da tripulação e dos passageiros, as questões financeiras e a certeza quanto a integridade e pontualidade de entrega das bagagens após o voo; 3) a estratégia de captação de informações utilizada foi a incorporação de conhecimentos de controle e automação, a partir de uma abordagem sem a necessidade de observação direta e detalhada do cotidiano do itinerário das bagagens, que seja capaz de beneficiar passageiros, empresas aéreas e serviços disponibilizados nos aeroportos (Yin, 2015).

As fontes de informações disponíveis constituíram em notícias divulgadas em jornais, reportagens e órgãos reguladores (Agência Nacional de Aviação Civil- ANAC, Instituto de Pesos e Medidas- IPEM, Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA) referente ao período de 1990 a 2017 cuja convergência de informações possibilitou a formação de um corpus de conteúdos que delineiam os contornos dos problemas que possam ocorrer com as bagagens e favorecem a elaboração de proposições teóricas passíveis de minimizar intercorrências com as mesmas.

O estudo de caso foi quantificável a partir de acidentes (Santos et al., 2018), boletins de fiscalização (Santos et al., 2018) e reclamações de usuários compatíveis com indenizações (Reclame Aqui, 2019; Lexority, 2020) e qualificável pela descrição de uma realidade a respeito das bagagens que transitam nos aeroportos brasileiros a ponto de

favorecer a compreensão das lacunas existentes no processo de cadastramento, controle de pesagem, traslado, monitoramento de seu itinerário e devolução aos passageiros de voos aéreos.

As informações advindas das abordagens quanti-qualitativa foram capazes de retratar uma avaliação do cotidiano de aeroportos e da satisfação dos passageiros quanto à qualidade dos serviços disponibilizados pelas empresas aéreas; de constituir em critério de segurança da tripulação e dos passageiros e de permitir a identificação de lacunas passíveis de serem preenchidas com conhecimentos de automação. Foram critérios de elegibilidade: informações sobre o fluxo de atendimento e itinerário de bagagens das empresas aéreas nacionais e internacionais e conteúdos abordando acidentes, intercorrências, reclamações de passageiros e indenizações fruto de processos judiciais. Foram excluídos conteúdos de revistas não científicas e não jornalísticas. Os dados foram acessados no ano de 2016 a 2020 (ANAC, 2019a, 2019b, 2018, 2016; IATA, 2018, 2019; Lexority, 2020; Santos et al., 2018; SITA, 2020, 2018).

A aproximação de informações das distintas fontes a respeito de um mesmo evento permitiu sua triangulação com identificação de problemas e possíveis fatores causais, justificando o rompimento da segurança da aeronave e/ou com comprometimento da qualidade do serviço prestado pelas companhias aéreas. Cabe mencionar que utilizando-se da técnica analítica dedutiva buscou-se nos conteúdos de controle e automação alternativas para responder as situações-problemas identificadas. Por se tratar de uma investigação de base de dados públicos, não houve necessidade de submeter o projeto ao Comitê de Ética e Pesquisa, sendo legislação brasileira (Ministério da Saúde and Conselho Nacional de Saúde, 2016, 2012).

3. RESULTADOS

Usando os dados obtidos a partir das reportagens sobre eventos em aeronaves divulgados em sites de órgãos fiscalizadores (SITA, 2020, 2018), artigos científicos (Koenig et al., 2019; Tahanisaz and Shokuhyar, 2020), literatura cinzenta (Barbosa et al., 2011; Marques, 2012; Mittmann, 2019; Vargas et al., 2019) e cartas ou comentários dos usuários das empresas aéreas (Lexority, 2020) evidenciaram que os passageiros identificam falhas no processo de gerenciamento de suas bagagens (em 2017, 5,57 passageiros em cada mil tiveram sua bagagem extraviada, já em 2018, esse número subiu para 5,69 bagagens extraviadas a cada mil passageiros em 2018 (SITA, 2020, 2018)) constituindo causa de insatisfações com as empresas aéreas e com o processo de gerenciamento dos aeroportos e motivando suas reclamações ou a abertura de processos judiciais (Macei, 2018). Para minimizar as intercorrências com as bagagens nos voos aéreos está sendo proposta a utilização da tecnologia RFID para complementar o sistema de gerenciamento de bagagens (BHS) na fase de despacho da bagagem até sua restituição aos passageiros ao final do voo.

O BHS proposto na presente investigação inclui nove etapas: check-in; escaneamento da bagagem por raio-x, triagem ou separação de bagagem segundo critério do itinerário;

transporte ou deslocamento da bagagem em veículos de transfer; carregamento das aeronaves nos compartimentos de cargas; voo que poder ser direto ou com escala(s); descarregamento da aeronave e transporte da bagagem até o saguão onde se encontram as esteiras; fase de restituição da bagagem - quando os próprios passageiros pegam suas bagagens; e saída do passageiro com sua bagagem da área de desembarque - quando é realizada a conferência das etiquetas anexas as bagagens com o comprovante do passageiro (Figura 2). Cabe mencionar que nos casos de voos com escala após o primeiro descarregamento, a bagagem passará por nova triagem repetindo o processo até alcançar o fluxo normal (fase de descarregamento).



Figura 2: Ilustração esquemática do itinerário e fluxo das bagagens nos aeroportos, pontos de fiscalização obrigatórios e a inclusão da tecnologia RFID. Fonte: os autores.

A utilização da tecnologia RFID possibilita o acompanhamento da bagagem desde o momento em que ela é entregue aos cuidados da empresa aérea (check-in- entrada no sistema) até o momento em que o passageiro a recebe e transpõe o portão de desembarque (saída do sistema). Para que esse processo seja acompanhado é necessário que cada bagagem seja conectada a uma Tag possibilitando sua localização quando passe por leitores que estejam posicionados em locais estratégicos e permitem saber se a bagagem transitou pelo itinerário preconizado.

ACOMPANHAMENTO DE BAGAGENS NO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DAS MESMAS

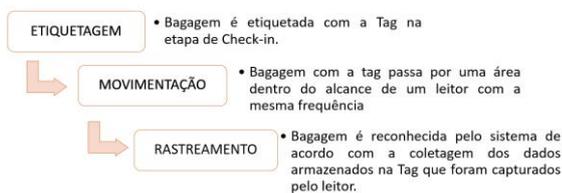


Figura 3: ilustração esquemática do funcionamento do acompanhamento de bagagens. Fonte: os autores.

A entrada das bagagens no BHS ocorre quando ela é inspecionada, pesada, etiquetada (RFID) e despachadas na presença do passageiro e do atendente representante da empresa aérea, caracterizando o início do fluxo de bagagens e a transferência da responsabilidade do passageiro para a empresa aérea.

Esse fato ocorre no check-in, quando o atendente identifica o passageiro, sua bagagem e agrega informações sobre ambos no banco de dados da empresa aérea. Dentre as informações habituais cadastradas pela empresa estão: 1) dados do passageiro: nome, passaporte, identidade, Cadastro de Pessoa Física- CPF, idade, sexo, estado civil, endereço, forma de contato e condições de saúde que requeira atendimento especializado; 2) dados sobre a bagagem: peso, dimensão, se apresenta algum dano, presença de material restrito para transporte em aeronave; e 3) pessoas de referência e contato telefônico para contactá-las.

Na utilização da tecnologia RFID há possibilidade de se agregar informações adicionais dentre as quais recomenda-se: 1) dados do passageiro: fotografia do passageiro obtida no momento do check-in e condições e restrições de saúde; 2) dados sobre a bagagem: fotografia, dados sobre conteúdos e especificações da bagagem; 3) deslocamento do passageiro: origem e destino do traslado após o voo- úteis em casos de epidemia ou segurança (inter)nacional e 4) informações adicionais: que contemple ocorrências pontuais ou complementares em conformidade com a política da empresa aérea (processo de fidelização, etc.).

Está previsto que os “leitores” sejam conectados a dispositivos de leds, alarmes sonoros ou outra estratégia capaz de identificar quando uma bagagem que não pertence a um voo passar por um itinerário não planejado, constituindo em ação de prevenção de extravio. Para isso, os leitores devem estar alocados em pontos estratégicos para a eficiência do processo de rastreamento. Tais pontos estão evidenciados pela Tabela 1. Essa tecnologia permite que a bagagem seja acompanhada simultaneamente pelos passageiros e pela empresa aérea, desde que seja criada uma interface de acesso para os passageiros com código individualizado e intransferível (acessada por aplicativos ou na página da empresa aérea).

Pontos De Alocação Estratégicos	Etapas A Serem Monitoradas Pelos Leitores
Check-in	Quando passageiro registra sua chegada para o embarque no guichê da companhia aérea.
Triagem	Na parte privativa que a bagagem percorre antes de ser acondicionada nos transferes.
Transporte	Alocado nos transferes de forma que a entrada e saída das bagagens sejam monitoradas.
Carregamento	Posicionado na entrada de carga da aeronave.
Descarregamento	Posicionado na saída de carga da aeronave.
Na esteira de restituição	Posicionado na coluna respectiva da esteira de restituição.
Na devolução da Tag	Posicionado no local de devolução da Tag.

Tabela 1: tabela com as etapas nas quais é proposto a inserção de leitores para identificação das bagagens. Fonte: os autores.

A saída do BHS inicia a partir do momento em que ela é alocada na esteira de restituição, compreendendo também a devolução da Tag na inspeção pela qual transita o passageiro ao se ausentar da área de desembarque.

A implementação da RFID se traduz em benefícios identificáveis em todas as fases do sistema de controle de bagagens: 1) entrada no sistema: aumento da precisão dos dados e gestão de ativos; 2) acompanhamento: melhor compartilhamento de informações; 3) saída do sistema: serviço ao consumidor, controle de Qualidade, serviços de apoio e gerenciamento rápido de intercorrências e 4) conexão e continuidade do sistema RFID: rastreamento da rota; utilização de espaço, manuseio de materiais; eficiência no manuseio de materiais e controle de fluxo das bagagens e redução de intercorrências (Tabela 2).

SCB	Metas	Finalidade	Valor Agregado
Entrada no Sistema	Aumento da precisão dos dados	Reduzir erros humanos.	Aumentar a fidedignidade do processo
	Gestão de ativos	Gerenciar o quantitativo e peso das bagagens	Compatibilizar o controle do quantitativo com seu fluxo para não gerar atrasos.
Acompanhamento	Melhor compartilhamento de informações	Automatizar o compartilhamento de informações, diminuir custos e tempo na identificação de informações.	Armazenar informações que garantam identificação do proprietário da bagagem.
Saída do Sistema	Serviço ao consumidor	Informatizar o sistema de fluxo de bagagens.	Favorecer o embarque e desembarque de bagagens, oferecer suporte aos passageiros e controle de alocação.
	Controle de Qualidade	Garantir a alocação da bagagem em cada etapa de seu fluxo.	Agregar valor, controle e qualidade ao serviço de transporte de bagagens.
	Serviços de apoio	Atender intercorrências na restituição da bagagem.	Minimizar desinformação e evitar estressores para os passageiros no caso de manuseio inadequado.
	Gerenciamento rápido de intercorrências	Acessar dados em tempo real.	Sincronizar o acompanhamento da bagagem pela empresa e pelo passageiro possibilitando ações preventivas e garantias de devolução.
Conectividade do Sistema	Rastreamento da rota	Rastrear as bagagens.	Assegurar à empresa aérea inventariar bagagens referentes a determinado voo e identificar seu conteúdo quando

			declarado na etapa do check-in.
Utilização de espaço	Compatibilizar o controle do processo com os espaços e fluxos do sistema de transporte.		Flexibilizar a instalação de estratégias de localização da bagagem em sua trajetória
Manuseio de materiais	Alocação de bagagens		Adequar o armazenamento otimizando sua segurança e rapidez na devolução.
Eficiência no manuseio de materiais e controle de fluxo das bagagens	Subsidiar tomada de decisão sobre fluxo da bagagem para que estejam no lugar certo e na hora certa.		Alocar as bagagens numa rota coerente com o fluxo de sua destinação e escalas.
Redução de intercorrências	Controlar as bagagens.		Prevenir extravio, deterioração e furtos e facilitar rastreamento.

Tabela 2: Benefícios identificados de acordo com a fase do sistema de controle de bagagens. Fonte: Adaptado pelos autores para a realidade aeroportuária (Tajima, 2007).

4. DISCUSSÃO

A inserção de tecnologias nos aeroportos permite categorizá-los em quatro tipos: aeroportos 1.0 (possuem processos manuais e soluções utilizando a tecnologia de informação básicas); aeroportos 2.0 (iniciaram a inserção de tecnologias digitais com utilização de autoatendimento no check-in e disponibilização da tecnologia Wi-Fi); aeroporto 3.0 (há disponibilização de todos os serviços na modalidade de autoatendimento); aeroporto 4.0 (constitui em um constructo que agrega as tecnologias Big Data e Open Data, permitindo o processamento e armazenamento digital de grande fluxo de informações, sendo os exemplos mais consistentes os aeroportos de Sincapore Changi e Copenhagen) (Rajapaksha and Jayasuriya, 2020). Dentre as razões que justificam a potencialidade de se aumentar as receitas num aeroporto 4.0 estão: modificação na atratividade das atividades de varejo, acesso as informações comerciais por aplicativos ou paredes digitais e solicitação de atendimento em compras on-line (Zaharia and Pietreanu, 2018). A implementação da tecnologia de RFID para gerenciamento de bagagens, proposta nesse estudo, é compatível com aeroportos do nível 2.0 a 4.0. A meta de se ter um aeroporto categorizado com 4.0 envolve a segurança do voo, as facilidades para o passageiro, a eficiência operacional e otimização de recursos disponíveis (Rajapaksha and Jayasuriya, 2020).

Nos aeroportos há alguns pontos considerados de vulnerabilidade com destaque na literatura para o gerenciamento de bagagens. Em um estudo realizado no Kuit International Airport foi identificado que investimentos em sistema de gerenciamento e escaneamento das bagagens constituem em pontos críticos capazes de agregar segurança e qualidade no atendimento (AlKheder et al., 2019).

O aumento das reclamações de passageiros nos aeroportos brasileiros devido a falhas na prestação de serviços pelas

empresas aéreas que terminaram em demandas jurídicas motivou a criação de um juizado especial civil nos aeroportos devido o direito do consumidor ser considerado causa pétreia. Dentre os fatores que motivaram as demandas estão o extravio ou atraso na entrega das bagagens. Do ponto de vista legal essas foram consideradas causas passíveis de reparação por danos materiais, desde que comprovadas fontes de indenização por danos morais (Macei, 2018).

Segundo a resolução 753/2018 que trata do rastreamento das bagagens nos aeroportos (inter)nacionais há quatro situações em que haverá necessidade de ações preventivas e fiscalizadoras para comprovar a localização da bagagem: 1) na transferência de custódia da bagagem do passageiro para a empresa aérea (fase do check-in); 2) quando elas forem acomodada em voos (carregamento); 3) quando houver necessidade de fazer permuta de informações e/ou bagagens entre empresas aéreas e 4) na transferência de custódia da bagagem da empresa aérea para o passageiro (fase da restituição da bagagem na esteira) (IATA, 2018). Cabe mencionar que esses pontos foram representados na Figura 2 com pontos verdes.

Ao analisar a Figura 2, à luz da resolução anteriormente mencionada, foi possível identificar que permanecem espaços de risco e lacunas no sistema de gerenciamento das bagagens, sendo a falta de fiscalização uma condição incompatível com um plano de prevenção de extravio, dificultadora para recuperá-las e restituí-las aos seus donos. Visando preencher essa lacuna, a inserção da tecnologia RFID para o gerenciamento das bagagens está indicada em nove pontos.

O processo de triagem por que passa as bagagens assim que são despachadas inclui a tomada de decisão de seu percurso em solo e a destinação que terá para ser embarcada em uma aeronave. Esse é outro componente interveniente sobre a avaliação da performance do aeroporto, sobre a percepção de qualidade no atendimento dos passageiros e passível de comprometer a imagem da empresa aérea, além de intervir sobre intercorrências com atraso de voos aéreos, que pode intensificar custos para as empresas aéreas e para o aeroporto (Malandri et al., 2018).

Em um estudo realizado no Bologna G Marconi Airport, na Itália o atraso na disponibilização das bagagens nas esteiras foi considerado o ponto crítico na avaliação dos passageiros (Malandri et al., 2018). Ao analisar estratégias para resolução do atraso na disponibilização das bagagens utilizando a tecnologia RFID, à luz das informações que constam no quadro 1, há quatro momentos em que esse problema poderá ser minimizado: rastreamento da rota, manuseio de materiais, eficiência no manuseio de materiais e controle de fluxo das bagagens e redução de intercorrências. O benefício de se agregar a tecnologia RFID para controle de bagagens à iniciativa anteriormente mencionada consiste no acompanhamento e gerenciamento das bagagens em todo o itinerário e não somente em alguns pontos desconectados (Csizsár and Nagy, 2017; Kovynyov and Mikut, 2019). Para isso há necessidade de que, embora o sistema seja sequencial (entrada, acompanhamento e saída do sistema), ele possui etapas (serviço ao consumidor, controle de qualidade, serviços de apoio, gerenciamento rápido de intercorrências)

que asseguram a participação do passageiro, sua vinculação com a empresa aérea e a conectividade do processo (Figura 2).

Nesse sentido algumas inovações são pensadas para otimizar o atendimento nas empresas áreas do aeroporto por onde a bagagem percorre. Além do código de barras tradicionalmente utilizados pelas empresas aéreas, pode ser exemplificado o uso do Trakdot, LugLoc ou Trackage. São tecnologias que funcionam para o rastreamento de bagagens, porém são iniciativas por parte do cliente particularmente e sua viabilidade em grande escala para ser aplicado em um aeroporto e seus voos ainda está em questão (Oliveira, 2018). Há destaque para o uso da tecnologia RFID, a autoetiquetagem da bagagem pelo passageiro com adereços que lhe permita reconhecê-la prontamente, entrega automática de bagagem em substituição da autorretirada nas esteiras e, guichês de autoatendimento destinados a passageiros com perdas ou extravios de bagagens (Kovynyov and Mikut, 2019).

Outra utilidade da tecnologia RFID para aeroportos é facilitar e otimizar a busca de bagagens juntamente com a adição de informações sobre as mesmas nos bancos de dados. A bagagem é identificada apenas por um código de barras. Assim, quando um passageiro desiste de voar já tendo feito o check-in, é bastante complicado encontrar essa determinada mala dentre milhares sem nenhum método de busca para auxiliar. Com a tecnologia RFID, além de conter mais informações específicas, cada bagagem será identificada com um Tag. Com a ajuda dos scanners e antenas, a localização da mesma será mais otimizada e eficiente, economizando recursos e tempo.

Seu diferencial é a utilização em processo de codificação em ambientes em que a ação humana é difícil ou inviável; nos casos de alto fluxo de objetos sem a necessidade de haver proximidade com eles para se obter a ativação da leitura; e nos casos em que o uso da tecnologia de código de barras se mostra ineficaz (Tajima, 2007). Agrega benefícios ao eliminar erros de escrita e leitura de dados, agiliza a reunião de dados automaticamente, reduz o tempo de processamento de dados, flexibiliza o sistema, agregar confiabilidade e segurança ao processo, principalmente em ambientes em condições de atuação humana se mostram desfavoráveis, e dispensa o contato e campo visual direto, apresentando formatos e tamanhos diversificados (Tajima, 2007). Os benefícios da utilização da tecnologia RFID derivam da reunião de três de suas características: durabilidade das tags que podem ser reutilizados, precisão na transmissão de dados em tempo real e a realização de leitura sem necessidade de contato agregando agilidade ao processo e redução de falhas humanas (Preet Singh, 2019; Sim et al., 2019; Tajima, 2007).

Ao analisar a forma de operacionalizar a interface de acesso para os passageiros com código individualizado e intransferível da tecnologia RFID, é possível integrá-lo a outras tecnologias já disponíveis, a exemplo da iniciativa adotada num experimento realizado no aeroporto de Budapeste que elaborou um protótipo de um sistema de informações integrado para reduzir a fragmentação de

informações acessadas via celular ou smart wearables (Csiszár and Nagy, 2017; Kovynyov and Mikut, 2019).

Dentre os potenciais impactos da adoção da tecnologia RFID destaca-se os aspectos: organizacionais- melhor controle dos serviços disponibilizados aos usuários pelas empresas (SITA, 2020); tecnológicos- acompanhamento dos processos em pontos vulneráveis de extravio ou violação de bagagens (IATA, 2018); culturais- agrega segurança para usuários quanto ao acompanhamento de suas bagagens e credibilidade para a empresa que utilizou (SITA, 2020; Tahanisaz and Shokhyar, 2020); legais e financeiros- redução de demandas judiciais e custos com ressarcimento (Macei, 2018; SITA, 2020, 2018) (ref).

Tendo em vista que na presente investigação não foram realizados simulações para subsidiar a avaliação quantitativa da aplicabilidade da tecnologia RFID, buscou-se evidências na literatura de aeroportos que estão impletando propostas adaptadas dessa tecnologia em seus voos, reafirmando a viabilidade operacional, organizacional e financeira de seu uso no mercado empresarial. Exemplos desses aeroportos são: Aeroporto Internacional de Sochi, Aeroporto Internacional de São Francisco e Aeroporto Internacional de Orlando (SITA, 2020, 2018).

5. CONCLUSÕES

A análise do acompanhamento das bagagens em aeroportos permitiu propor a aplicabilidade da tecnologia RFID para a identificação e controle de bagagens. Essa tecnologia mostra-se viável para os passageiros, empresas aéreas e aeroportos e possibilita o gerenciamento e identificação dos fluxos e itinerários das bagagens, inserindo-se na prevenção de perda e extravio das mesmas e em critério de qualificação para o aeroporto. Quando integrada com outros sistemas de controle aeroportuário, previne fraudes e agrega fidedignidade ao processo a exemplo da pesagem das bagagens com inserção e armazenamento de dados de forma automatizada; da utilização de Tags com informações completas e rastreáveis e do leitor, agregado a sinais de led ou alarmes.

A utilização da tecnologia RFID como estratégia de automação, controle, integração e padronização do gerenciamento das bagagens traz como contribuição a possibilidade de poder ser acompanhada online pelos passageiros, desde que a empresa aérea crie uma interface para os usuários que pode ser acessada em seu celular ou em terminais instalados no aeroporto ou à distância. Sua implementação é compatível com a realidade atual dos aeroportos e espera-se a geração de diversos benefícios tanto para empresa aérea quanto para os passageiros.

REFERÊNCIAS

Air France, 2020. Recomendações para as suas bagagens [WWW Document].

AlKheder, S., Alomair, A., Aladwani, B., 2019. Hold baggage security screening system in Kuwait International Airport using Arena software. *Ain Shams Eng. J.* 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.10.016>

ANAC, A.N. de A.C., 2019a. Demanda e Oferta do Transporte Aéreo - Empresas Brasileiras Dezembro de 2019.

ANAC, A.N. de A.C., 2019b. Resolução N°515, de 8 de Maio de 2019.

ANAC, A.N. de A.C., 2018. Anuário do Transporte Aéreo - Gráficos E Tabelas 2018.

ANAC, A.N. de A.C., 2016. Resolução N°400, de 13 de Dezembro de 2016, Diário Oficial da União.

Barbosa, M.J.P., Carmo, L.F.R.R.S. do, Lopes, L.A.S., 2011. Implantação De Rfid No Armazém Do Depósito De Subsistência Da Marinha No Rio, in: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios Da Engenharia de Produção Na Consolidação Do Brasil No Cenário Econômico Mundial. pp. 1–14.

Carter, C., 2019. Using an Automated Model to Develop Conceptual Designs: Improving an Existing Model for the Conceptual Design of Baggage Handling Systems.

Csiszár, C., Nagy, E., 2017. Model of an integrated air passenger information system and its adaptation to Budapest Airport. *J. Air Transp. Manag.* 64, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.06.022>

Descaso com Passageiros e Extravio de Bagagens [WWW Document], 2019. . Reclame Aqui. URL https://www.reclameaqui.com.br/royal-air-maroc/descaso-com-passageiros-e-extravio-de-bagem_9I_bnjrFqW95nIaS/

Hafilah, D.L., Cakravastia, A., Lafdail, Y., Rakoto, N., 2019. Modeling and Simulation of Air France Baggage Handling System with Colored Petri Nets. *IFAC-PapersOnLine* 52, 2443–2448. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.573>

Hasan, M.S., Yu, H., 2016. Design, simulation, prototyping and experimentation of planar micro-strip patch antenna for passive UHF RFID to tag for metallic objects, in: 2016 10th International Conference on Software, Knowledge, Information Management & Applications (SKIMA). IEEE, pp. 243–249.

IATA, I.A.T.A., 2018. Resolution 753: Baggage Tracking System.

IATA, I.A.T.A.N. de A.C., 2019. World Air Transport Statistics 2019.

Koenig, F., Found, P., Kumar, M., 2019. Improving maintenance quality in airport baggage handling operations. *Total Qual. Manag. Bus. Excell.* 30, S35–S52. <https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1665772>

Kovynyov, I., Mikut, R., 2019. Digital technologies in airport ground operations. *NETNOMICS Econ. Res. Electron. Netw.* 20, 1–30. <https://doi.org/10.1007/s11066-019->

- Lexority, 2020. Indenização por Reclamação de Bagagem: extravio ou atraso na entrega da bagagem. [WWW Document]. 2020. URL <https://www.lexority.com/pt/reclamacao-voo/indenizacao-por-reclamacao-de-bagagem-extravio-ou-atraso-na-entrega-da-bagagem/>
- Macedo, L., 2019. Na Estrada: Despachar a bagagem na LATAM ficou mais rápido. [WWW Document].
- Macei, D.N., 2018. Contrato de Transporte Aéreo Interpretado a Luz do Sistema de Proteção e Defesa do Consumidor. Percurso - An. do II CONLUBRADEC (Congresso Luso-Brasileiro do Direito Empres. e Cid. 02, 224–240. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7423529>
- Malandri, C., Briccoli, M., Mantecchini, L., Paganelli, F., 2018. A Discrete Event Simulation Model for Inbound Baggage Handling. *Transp. Res. Procedia* 35, 295–304. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.008>
- Marques, J.M. da C., 2012. Análise dos fatores que influenciam a eficiência da tecnologia RFID aplicada a sistemas de produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde, 2016. Resolução Nº510, de 7 de abril de 2016.
- Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde, 2012. Resolução Nº466, de 12 de dezembro de 2012.
- Miranda, R.F.Q., 2014. Aplicação da tecnologia RFID na cadeia de suprimento de sobressalentes: um estudo de caso em navios da Marinha do Brasil.
- Mittmann, A., 2019. Resolução N.400/2016 da ANAC: Avanços e/ou Retrocessos em Relação ao Código de Defesa do Consumidor. Universidade do Sul de Santa Catarina. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.07.004>
- Oliveira, R., 2018. Três Aplicativos para Rastrear sua Bagagem. *Tur. e Inovação*.
- Picheth, S.F., Cassandre, M.P., Thiollent, M.J.M., 2016. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. *Educação* 39, s3–s13.
- Preet Singh, H., 2019. Exploiting RFID for Business Transformation : A Strategic Analysis vis-à-vis EXPLOITING RFID FOR BUSINESS TRANSFORMATION : A STRATEGIC ANALYSIS VIS- À -VIS AGRICULTURAL BANK OF CHINA 5, 19–23.
- Rajapaksha, A., Jayasuriya, D.N., 2020. Smart Airport: A Review on Future of the Airport Operation. *Glob. J. Manag. Bus. Res.* 20, 25–34. <https://doi.org/10.34257/GJMBRAVOL20IS3PG25>
- Santos, L.C.B., Almeida, C.A., Farias, J.L., 2018. Aviões: Sumário Estatístico - 2008 a 2017. *Cent. Investig. e Prevenção Acid. Aeronáuticos* 61.
- Sim, C.-Y.-D., Lin, C.-W., Chen, T.-A., Liou, J.-R., Chou, H.-T., 2019. An Eccentric Annular Slotted Patch with Parasitic Element for UHF RFID Reader Applications, in: 2019 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA). IEEE, pp. 37–40. <https://doi.org/10.1109/RFID-TA.2019.8892001>
- SITA, 2020. Insights de TI para Bagagens 2019.
- SITA, 2018. Relatório de Bagagem, Relatório de Bagagens.
- Tahanisaz, S., Shokuhyar, S., 2020. Evaluation of passenger satisfaction with service quality: A consecutive method applied to the airline industry. *J. Air Transp. Manag.* 83, 101764. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101764>
- Tajima, M., 2007. Strategic value of RFID in supply chain management. *J. Purch. Supply Manag.* 13, 261–273. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2007.11.001>
- Vargas, A., Dias, C.A.A.A.F.L.M.L.V.R., Pereira, V.B.B.V. da S., 2019. PROCESSO DE EMBARQUE DO SETOR AÉREO: modelo que promova a melhoria da experiência do cliente. Fundação Dom Cabral. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wieringa, R., Morali, A., 2012. Pesquisa de ação técnica como método de validação na ciência de design de sistemas de informação., in: Conferência Internacional de Pesquisa Em Design Science Em Sistemas de Informação. Berlim, pp. 220–238.
- Yin, R.K., 2015. Estudo de Caso: Planejamento e métodos. Bookman editora.
- Zaharia, S.E., Pietreanu, C.V., 2018. Challenges in airport digital transformation. *Transp. Res. Procedia* 35, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.016>
- Zhu, X., Mukhopadhyay, S.K., Kurata, H., 2012. A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. *J. Eng. Technol. Manag.* 29, 152–167. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.09.011>