INTERFACE TECNOLÓGICA

SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE FOREIGN OBJECT BASEADO EM RFID PARA INDÚSTRIA AERONÁUTICA

RFID-BASED FOREIGN OBJECT IDENTIFICATION AND LOCATION SYSTEM FOR AERONAUTICAL INDUSTRY

Gabriela Massud França Silva – gfsilva@uniara.edu.br
Universidade de Araraquara (UNIARA) – Araraquara – São Paulo – Brasil

Carmen Lúcia Avelar Lessa – clalessa@uniara.edu.br
Universidade de Araraquara (UNIARA) – Araraquara – São Paulo – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v18i2.1309
Data de submissão: 15/09/2021
Data do aceite: 03/11/2021
Data da publicação: 30/12/2021

RESUMO

A identificação por radiofrequência (do inglês radio frequency identification - RFID), é um sistema genérico sem fio que transmite um código de identidade exclusivo utilizando ondas de rádio. Este tipo de tecnologia possui uma grande eficiência no rastreamento de produtos. Atualmente existem algumas aplicações de RFID na indústria aeronáutica, porém estão mais voltadas para as áreas de logística (Supply chain) e manutenção. Associando o RFID as tendências da indústria 4.0 foi elaborado um estudo para monitoramento e rastreabilidade de ferramentas baseado na tecnologia de identificação por radiofrequência. Será realizado e analisado um estudo de caso real sobre a implementação de um sistema de rastreabilidade e localização de ferramentas em uma linha de produção da indústria aeronáutica utilizando uma antena fixa, um conjunto de TAGs passivas e programas de simulação, a fim de monitorar grandes áreas e identificar possíveis FOs (do inglês, foreign object) que possam vir a trazer danos na aeronave durante o voo.

Palavras-chave: FOs, RFID, Rastreabilidade, Ferramentas.

ABSTRACT

Radio Frequency Identification (RFID) is a generic wireless system that transmits a unique identity code using radio waves. This type of technology has a great efficiency in tracking products. Currently there are some RFID applications in the aeronautical industry, but they are more focused on the areas of logistics (Supply Chain) and maintenance. Associating RFID with industry 4.0 trends, a study was prepared for monitoring and traceability of tools based on radio frequency identification technology. A real case study will be carried out and analyzed on the implementation of a tool tracking and location system in an aeronautical industry production line using a fixed antenna, a set of passive TAGs and simulation programs, in order to monitor

large areas and identify possible FOs (foreign objects) that could damage the aircraft during flight.

Keywords: FOs, RFID, Tools, Tracking.

1 INTRODUÇÃO

A indústria aeronáutica vem crescendo a cada ano e com isso, sua importância e influência sobre o mercado econômico. Por se tratar de um mercado bastante competitivo, vem sendo investido cada vez mais recursos para melhoria da segurança de voo e qualidade de seus serviços para seus clientes. Uma vez que, este é um fator fundamental para atingir e manter a competitividade no ramo aeroespacial.

Um dos fatores que fazem com que uma indústria deste ramo reduza a sua competitividade é quando o cliente encontra algum objeto dentro da aeronave que pode afetar a integridade do produto ou a segurança das pessoas, seja em terra ou em voo. Um exemplo claro disso, é quando o cliente encontra um FO (do inglês, *Foreign Object*) dentro da aeronave após a entrega.

Segundo a Norma ABNT NBR 15169 (2004) FO é qualquer artigo alheio ao produto ou equipamento aeroespacial que, ao alojar-se ou entrar em contato com estes, possa causar danos ou mau funcionamento, resultando em prejuízo material, incidentes, acidentes ou imagem negativa para a organização. Os FOs podem ser divididos em 2 categorias: os críticos e os repetitivos. Um objeto estranho crítico é aquele que é localizado em áreas cuja migração para outras áreas é possível, por exemplo, através de furos, recortes, entradas, drenos etc. Já um objeto estranho repetitivo é aquele cuja ocorrência tem se repetido, seja em uma determinada área funcional da empresa, ou região da aeronave, caracterizando não aderência a padrões estabelecidos.

De acordo com a norma ABNT NBR 15169 (2004), o FOD (do inglês, *Foreign Object Damage*) que em português significa dano causado por objeto estranho, é qualquer dano atribuído a fragmentos de objetos estranhos expressos em termos físicos ou econômicos e que podem ou não degradar as características de segurança e/ou desempenho exigidas do produto. Existe também o dano potencial por objeto estranho, que é uma condição em que, caso o produto seja colocado em uso, o objeto estranho pode causar dano e/ou falha na aeronave.

Um dos acidentes com maior repercussão causado por um FO ocorreu em 25 de julho de 2000 com um Concorde da Air France. Nessa circunstância, o tanque foi rompido devido à pressão hidrodinâmica resultante do impacto de um pedaço de pneu explodido após ser danificado por uma chapa metálica de 43 centímetros que se desprendeu de um DC-10 decolado minutos antes. Foram perdidas 113 vidas de maneira trágica (*Airway*,2020).

Estima-se que o FOD gere um custo de 12 bilhões de dólares à indústria aeroespacial por ano, sendo que 4 bilhões de dólares correspondem ao custo direto de peças danificadas. Já os outros 8 bilhões de dólares são resultados de custos indiretos, como por exemplo: atrasos de voos, mudanças de avião, custos com combustível, morte e ferimentos a trabalhadores, pilotos e passageiros (Insight SRI Ltd., UK 2008.). Dessa forma, quando ocorre um acidente causado por um objeto estranho, além de trazer um grande prejuízo financeiro para a empresa do ramo aeronáutico, sua imagem também acaba sendo afetada.

Tendo como base este cenário crítico da indústria aeronáutica, eleva-se a necessidade de desenvolver um sistema eficiente para monitoramento das ferramentas presentes na área produtiva. Sendo assim, o principal objetivo deste trabalho é propor um sistema de identificação e localização de ferramentas utilizando a tecnologia RFID, para que possa ser garantido a não existência de FO na aeronave. Para atender o objetivo principal, é apresentado um sistema de localização para rastrear e identificar as ferramentas da área produtiva utilizando o sistema pRTLS passivo com etiquetas RFID de baixo custo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Rastreabilidade e a Indústria 4.0

De acordo com Song e Panayides (2012) a rastreabilidade de um determinado parâmetro do objeto (*thing*) pode ser dividida em 3 categorias conforme o momento em que o fato ocorreu: *track* (rastreamento) que é o histórico de rastreabilidade passado, *trace* (rastro) que é a situação atual e *predict* (predição) que representa a situação futura fazendo um link entre o histórico e o momento atual do objeto. O conceito de rastreabilidade dentro da indústria 4.0 (manufatura avançada) está diretamente ligado à Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*), Big Data e Integração de sistemas.

. Conforme Magrani (2018), de maneira geral IoT pode ser entendido como um ambiente onde um determinado produto (físico) está interconectado com a internet e será rastreado por um ID. O produto, computador e sensores irão interagir e processar informações/dados em um contexto de hiper conectividade.

2.2 RFID

RFID significa *radio frequency identification*, em português, identificação por radiofrequência. Segundo Bhatt & Glover (2007) é uma tecnologia que tem como objetivo eficiência no rastreamento e localização de produtos e utiliza a radiofrequência ou as variações do campo magnético para a comunicação.

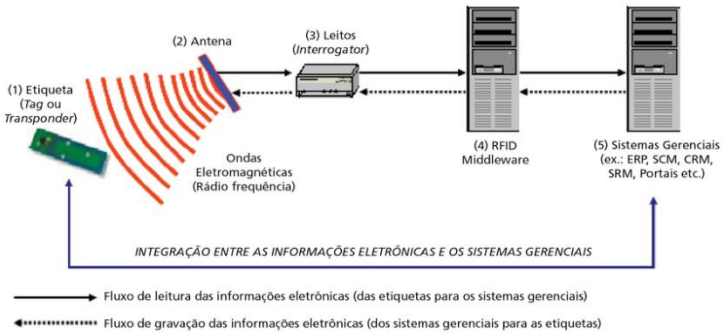
2.2.1. Componentes e funcionamento

O RFID é uma tecnologia de comunicação sem fio capaz de identificar objetos. De acordo com Hunt e Puglia (2007) o sistema é composto por basicamente 3 componentes: etiqueta ou tag, leitor e um servidor. Um sistema RFID pode ser constituído por várias tags e leitores.

Segundo Glover & Bhatt (2007) o sistema RFID é composto por 3 partes principais: a etiqueta, que também pode ser chamada de transponder, é anexada ao item que se deseja rastrear, o leitor sendo o responsável por reconhecer as etiquetas e ler as informações contidas nelas. E o controlador será o responsável por fazer a análise dos dados recebidos. O funcionamento do sistema acontecerá, conforme Malta (2009), da seguinte maneira:

Primeiramente são gravadas na etiqueta as informações sobre o objeto e a etiqueta é anexada no item que se deseja rastrear. Em seguida, o leitor faz a leitura das informações da etiqueta através de radiofrequência. Devido ao grande volume de informações recebidas, estas são gerenciadas pelo "*RFID middleware*". E por fim, é realizada a integração com os sistemas gerenciais da empresa, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – Funcionamento sistema RFID

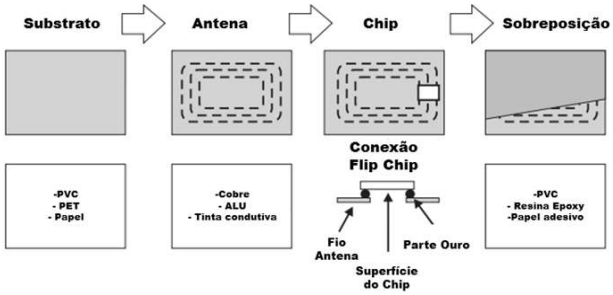


Fonte: Malta, 2009

2.2.2. Etiquetas

As etiquetas possuem a função básica de armazenar dados e transmiti-los para a antena. É constituída basicamente, conforme Figura 2, por: um chip eletrônico e uma antena encapsulados por uma embalagem para poder ser fixada nos objetos (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007).

Figura 2 – Componentes etiqueta RFID



Fonte: HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007

Na maioria das vezes, o chip também contém memória para que os dados possam ser armazenados e lidos, além de outros circuitos. Algumas etiquetas também contêm baterias, que é o diferencial entre as ativas e passivas. As etiquetas ativas são aquelas que possuem uma fonte de alimentação dentro delas, como por exemplo, uma bateria. Com isso possuem a vantagem de se comunicarem com leitores menos potentes e transmitir informações por mais tempo, além disso, normalmente possuem memórias maiores, que podem chegar até 128 Kbytes. Porém como desvantagem, se tornam fisicamente maiores e são financeiramente mais caras (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007).

Já as etiquetas passivas, por não possuírem uma bateria interna, obtêm a energia para transmitir dados do sinal enviado pelo leitor. Apesar de seu alcance ser bem menor e possuir

uma menor capacidade de memória, como vantagem se sobressaem por serem bem menores e mais baratas para produzir (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007).

2.2.3 Leitores

Segundo Hunt, Puglia e Puglia (2007), os transponders são basicamente pequenos computadores que possuem três partes: uma antena, um módulo eletrônico de RF que é responsável pela comunicação com a etiqueta e um módulo eletrônico do controlador para comunicação com ele. Funciona praticamente como uma ponte entre a etiqueta e o controlador, com as seguintes funções: básica e complexa.

Na função básica ele ativa a etiqueta (no caso das passivas); lê os dados de uma etiqueta; retransmite os dados para o controlador e grava dados nas etiquetas (no caso de etiquetas inteligentes). Já na função complexa ele garante a comunicação simultânea com várias etiquetas, evita fraude ou acesso não autorizado ao sistema, possui autenticação de etiquetas e um sistema de criptografia que protege os dados.

2.2.4 Controlador

O controlador geralmente é um computador ou uma estação de trabalho que possui um banco de dados ou software e será responsável por conectar vários leitores e processar as informações de forma centralizada, e assim ajudar o usuário com a análise dos dados coletados (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 - Definições

Para determinação de um sistema eficiente é necessário levar em consideração alguns critérios, conforme o ambiente em que será realizada aplicação: frequência do sistema, tipo do chip, formato e material do encapsulamento e o tipo de leitor.

Inicialmente foi realizado um estudo sobre requisitos do projeto, Figura 3, de como deverá funcionar o sistema.

Figura 3 – Requisitos do sistema



Fonte: Autor, 2021.

3.2 – Componentes e sistema

A fim de realizar uma simulação do projeto, inicialmente será utilizado o aplicativo RIFIDI *Emulator*, que é um conjunto de softwares indicados a desenvolvedores que desejam testar suas aplicações de RFID em um cenário controlado, sem a necessidade de adquirir os hardwares. Este software simula um leitor RFID em execução e quando configurado, é capaz de reproduzir as seguintes funcionalidades: leitura das TAGs em um determinado raio, envio dos dados lidos para o controlador e a configuração de parâmetros específicos do leitor.

A primeira etapa foi definir quais componentes seriam utilizados no projeto para realizar as simulações. Para a escolha da antena foram seguidas as seguintes premissas: Utilização em ambientes internos uma vez que os hangares onde as aeronaves são produzidas são fechados, alcance a longa distância pois a altura de cada hangar varia dependendo do tipo de aeronave que é produzida e deve ser resistente a mudança de clima para que possa ser aplicada em qualquer lugar.

Sendo assim, o leitor/antena modelo para este trabalho será do modelo ALR da marca *Alien Technology* mostrada na Figura 4. Pois além de obter todos os requisitos, ainda possui um dos maiores ganhos do setor.

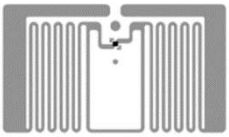
Figura 4 – Antena ALR



Fonte: www.amazon.com.br/Alien-ALR-8698-Antena-RFID-865-28/dp/B01JH7Y1C4

A TAG modelo escolhida para o projeto foi a *Alien Pearl Inlay* ALN-9816 mostrada na Figura 5, pois atende aos seguintes requisitos (Tabela 1):

Figura 5 – TAG ALN-9816



Fonte: *Alien Technology*, 2017.

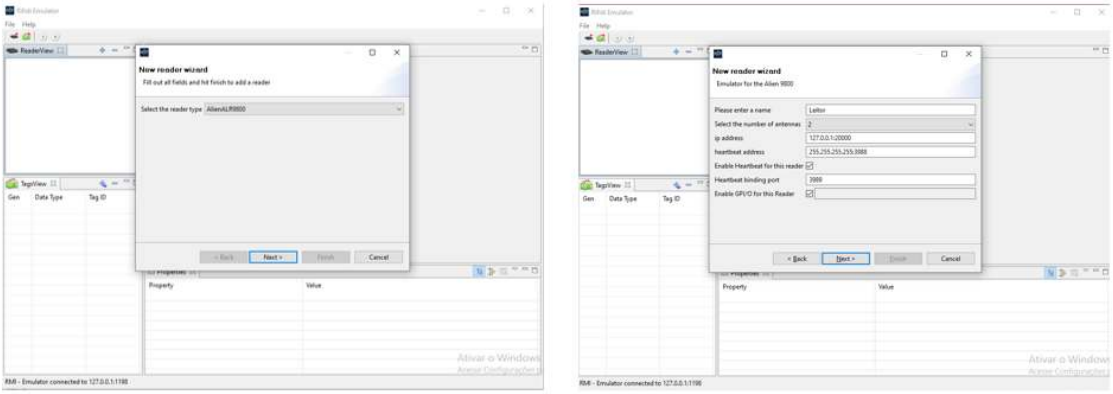
Tabela 1 – Requisitos TAG

RECURSO	DESCRIÇÃO	BENEFICIAR
Fator de forma pequeno, tag de leitura de campo não próximo	Apesar de seu tamanho diminuto (22 x 12,5 mm), esta tag usa uma antena UHF convencional de longo alcance, ao contrário de muitas outras soluções de tag da concorrência.	Oferece distâncias de leitura / gravação na ordem de pés / metros, ao contrário de outras tags concorrentes que são de campo próximo e lêem apenas uma ou duas polegadas.
Ajustado para metal e cosméticos	Projetado para estar próximo a superfícies metálicas ou metálicas.	Usa as superfícies de metal para "amplificar" a distância de leitura / gravação da tag.
Recursos e desempenho do Higgs de última geração	Uma tag otimizada para o mercado de massa com desempenho de leitura e gravação líder na classe.	Programação rápida de tags serializadas e excelente desempenho de leitura / gravação.

Fonte: https://www.alientechnology.com/products/tags/pearl/

Após a definição de todos os componentes, a Figura 6 evidencia o primeiro passo dentro do software *RIFIDI Emulator*, que é criar e ativar o leitor especificando suas características, como por exemplo o IP e identificando a quantidade de antenas. Neste projeto, a simulação foi realizada com 2 antenas, para abranger 2 posições básicas da linha de montagem, a pré equipagem onde são instalados os componentes do avião e a montagem final, onde são realizados os testes.

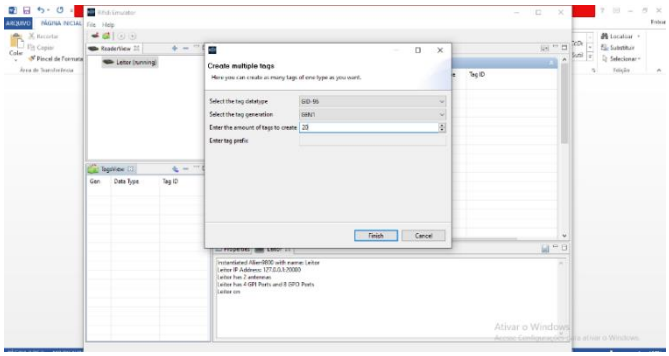
Figura 6 – Criação Leitor



Fonte: Autor,2021

Em seguida é necessário criar as TAGs que serão utilizadas nas ferramentas dentro do programa *RIFIDI Emulator*, de acordo com a Figura 7, já especificando a quantidade que será necessária:

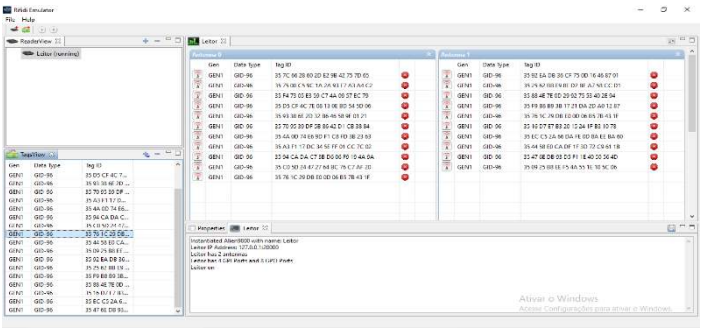
Figura 7 – Criação da TAG



Fonte: Autor, 2021.

Com as TAGs criadas, é necessário dividi-las nas duas antenas para melhorar a leitura, conforme a posição em que ela estará fixa, ou seja, na posição que ela deve ser armazenada como demonstrado na figura 8.

Figura 8 – Separação TAGs



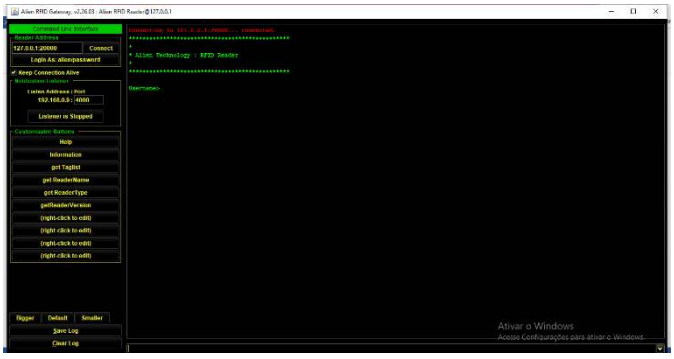
Fonte: Autor, 2021.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com todos os dispositivos necessários criados e em funcionamento, foi utilizado o programa Alien RFID Gateway para realizar a verificação se a comunicação entre o leitor e as TAGs está ocorrendo da maneira correta.

Para isso, o primeiro passo foi localizar o leitor através do número IP, conforme mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Localização leitor

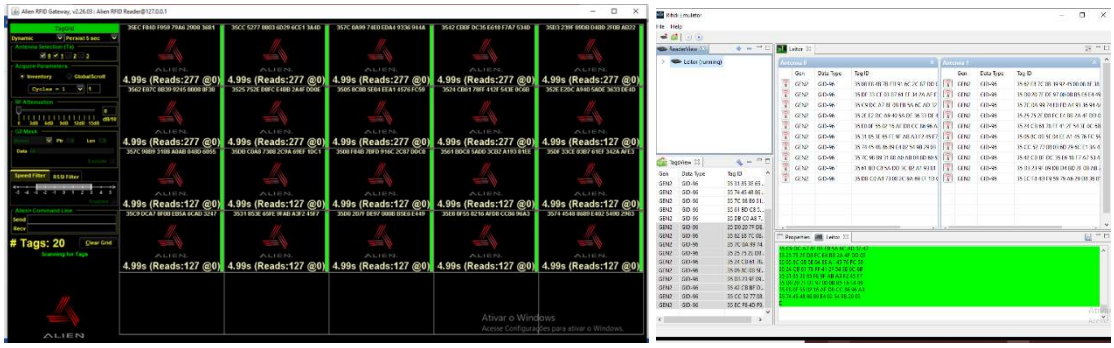


Fonte: Autor, 2021

Após localizar o leitor, foi feito o teste de comunicação entre o leitor/antenas e as TAG, conforme Figuras 10. Nelas é possível verificar que a transmissão de dados entre o leitor e todas as 20 TAGs estão ocorrendo a cada segundo, além de ir contando quantas vezes as transmissões

é feita. Quando a linha da simulação está verde, significa que ela está sendo feita sem nenhuma falha identificada.

Figura 10 – Teste comunicação



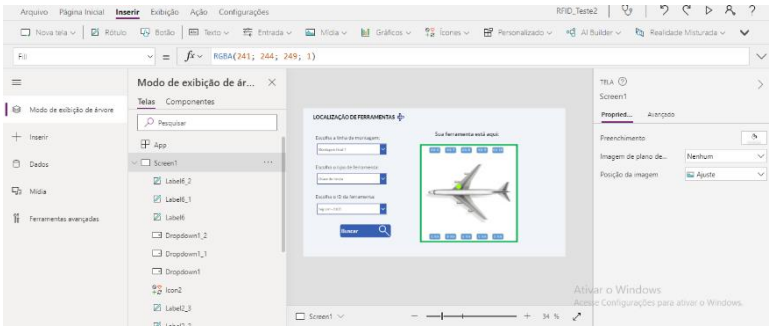
Fonte: Autor, 2021.

Para criação do sistema de interface com o usuário, foi utilizado o *Power Apps* que é um pacote de aplicativos, serviços, conectores e plataformas de dados. Ele fornece um ambiente de desenvolvimento para criar aplicativos personalizados para cada necessidade.

Para facilitar ainda mais na localização das ferramentas, é necessário um aplicativo que pudesse mostrar ao usuário onde a ferramenta que havia sido perdida estivesse. Para isso, ele deveria mostrar a planta do hangar ou posição de montagem para indicar exatamente o local.

Atendendo as necessidades do projeto, foi desenvolvido um aplicativo protótipo evidenciado na Figura 11 do aplicativo seguindo os requisitos: campo para identificar a linha de montagem, campo para identificar a ferramenta, campo para incluir o ID da TAG e a planta do local para mostrar a localização.

Figura 11 – Protótipo do aplicativo



Fonte: Autor, 2021.

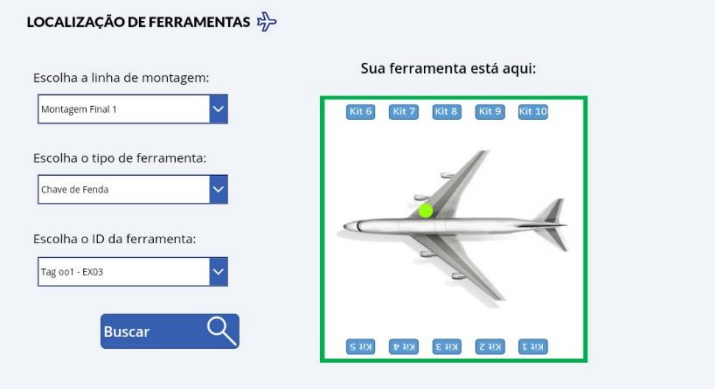
Para facilitar a atualização, conforme a necessidade e chegada de novas ferramentas na área, a lista suspensa pode ser atualizada com uma planilha excel criada dentro do próprio

aplicativo RIFIDI. Após cadastrar e verificar o funcionamento das TAGs no sistema RFID, deve ser extraída uma lista com todos os IDs criados e atualizar o sistema do aplicativo.

Visando a acessibilidade, o aplicativo poderá ser baixado em qualquer tablet ou celular dos operadores para que seja utilizado em toda linha produtiva, desde a parte de montagem estrutural até a parte de preparação para voo, pois poderá ser compartilhado com todos os funcionários da empresa. Para isso basta acessar o aplicativo móvel *Power Apps* e selecionar o sub aplicativo que está compartilhado com o usuário.

Em seguida, com o aplicativo já em execução, o usuário poderá selecionar as seguintes informações: linha de montagem, tipo de ferramenta e o código da TAG (ID), que estará disponível na lista de conferência do kit onde a ferramenta foi retirada. E assim, ele indicará na imagem do hangar, em qual região do avião ou fora dele a ferramenta está, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Aplicativo RFID



Fonte: Autor, 2021.

5 CONCLUSÃO

RFID é uma tecnologia de comunicação wireless flexível e fácil de ser utilizada. É adequada para operações no setor aeronáutico, principalmente devido a necessidade de um controle de tudo que é utilizado nesta indústria. Para isso foi proposta uma simulação de um sistema para identificação e localização das ferramentas utilizadas durante o processo produtivo para redução de perdas dentro deste ambiente.

O sistema simulado apresentou desempenho satisfatório comprovando a viabilidade deste sistema RFID utilizando o leitor, TAGs e aplicativos mencionados durante o desenvolvimento, auxiliando na localização de ferramentas perdidas durante o processo

produtivo de maneira ágil pelo próprio operador e reduzindo cada vez mais a possibilidade de acidentes aéreos causados por danos devido a objetos estranhos dentro de aeronaves.

REFERÊNCIAS

Bhatt, H.; Glover, B. **Fundamentos de RFID**: Rio de Janeiro:Altas Books, 2007.
Finkenzeller, K. RFID Handbook: **Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification**. Wiley; 3rd ed. Edição, 2010.

Hunt, V. D.; Puglia, A.; Puglia, M. **RFID: A Guide to Radio Frequency Identification**. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2007.

Insight SRI LTD. **The Economic Cost of FOD to Airlines**. Disponível em: <http://fod-detection.com/wp-content/uploads/2009/12/the-economic-cost-of-fod.PDF>. Acesso em: 10 de abr. de 2021.

Magrani, E. **A Internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

Malta, C. R. C. **RFID: Aplicações e novas tecnologias. Estudo de caso: HP**. Disponível em: <http://fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-216.pdf>. Acesso em: 02 de Junho de 2021.

Song, D.-W. and Panayides, P.M. (2012), **"Introduction",** Song, D.-W. and Panayides, P.M. (Ed.) Maritime Logistics, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, pp. 1-2.
93.