

**FUNDAÇÃO DOM CABRAL**

**OTIMIZAÇÃO DE INSPEÇÕES DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES  
ATRAVÉS DO USO DE TECNOLOGIA**

**Leonardo Motta**

**Magno Telles**

**Rafael Togni**

**Sandra Manthei**

**Recife**

**2020**

**Leonardo Motta**

**Magno Telles**

**Rafael Togni**

**Sandra Manthei**

**OTIMIZAÇÃO DE INSPEÇÕES DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES  
ATRAVÉS DO USO DE TECNOLOGIA**

**Projeto apresentado à Fundação Dom  
Cabral como requisito parcial para a  
conclusão do Programa de  
Especialização em Gestão de  
Negócios.**

**Professor Orientador: Fabricio Ziviani**

**Recife**

**2020**

## RESUMO

As grandes empresas aéreas brasileiras estão inseridas em um ambiente dinâmico e desafiador. Questões econômicas como a instabilidade do mercado brasileiro, agravada pelas recentes crises políticas, e a forte desvalorização do Real frente ao Dólar têm feito com que essas organizações busquem cada vez mais eficiência operacional. A inovação se encaixa nesse contexto devido ao seu potencial ilimitado. Normalmente, o ato de inovar é associado pela sociedade à criação de alguma nova tecnologia, porém, como verificado durante as aulas de inovação do curso de Especialização em Gestão de Negócios da Fundação Dom Cabral, a inovação também pode estar relacionada à melhoria de algum processo e seu consequente ganho de eficiência/redução de custos. O objetivo deste trabalho é verificar ferramentas tecnológicas que possam contribuir com o aumento da eficiência operacional das empresas aéreas, através da redução do tempo necessário para realização de inspeções de manutenção de aeronaves e, conseqüentemente, aumento da disponibilidade desses ativos para operação. Para desenvolver o trabalho foi realizada uma pesquisa exploratória, bibliográfica e documental com coleta de dados em campo e análise de dados qualitativa. Durante os estudos foram identificadas duas oportunidades de melhoria em processos de inspeções de manutenção de aeronaves. Para cada uma delas o grupo propõe a utilização de uma ferramenta tecnológica com potencial de redução significativa do tempo necessário para realização dessas inspeções.

Palavras-chave: Inovação. Tecnologia. Redução de custos. Inspeção de aeronaves.

## **ABSTRACT**

The biggest Brazilian airlines companies are inserted in a very dynamic and challenging environment. Economic issues such as the instability of the Brazilian market, aggravated by the recent political crises, and the strong devaluation of the Real against Dollar have caused these organizations to looking for ways to improve the operational efficiency. Innovation fits in this context due to its unlimited potential. Usually the act of innovating is associated by society to the creation of a new technology, however, as verified during the innovation classes of the specialization course in business management at Fundação Dom Cabral, innovation can also be related to the improvement of an existent process and its consequent efficiency gain / cost reduction. The purpose of this study is to verify technological tools that can contribute to the improvement of the operational efficiency of airlines companies by reducing the time necessary to carry out aircraft maintenance inspections and, consequently, increasing the availability of these assets for operation. To develop the work, an exploratory, bibliographic and documentary research was carried out with field data collection and qualitative data analysis. During the studies, two opportunities for improvement in aircraft maintenance inspection processes were identified. For each of them, our group proposes the use of a technological tool with the potential to significantly reduce the time required to carry out these inspections.

**Keywords:** Innovation. Technology. Cost reduction. Aircraft inspection.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trajetórias de inovações incrementais e radicais em processos .....	15
Figura 2 – Modelo de Inovação .....	17
Figura 3 – Hangar de manutenção da GOL Aerotech .....	37
Figura 4 – Aeronave em manutenção .....	38
Figura 5 – Técnico inspecionando aeronave .....	39
Figura 6 – Donecle drone.....	39
Figura 7 – Exemplo de inspeção realizada por drone 1 .....	40
Figura 8 – Exemplo de inspeção realizada por drone 2.....	41
Figura 9 – <i>Touchcode technology</i> .....	41
Figura 10 – Funcionamento da ferramenta <i>Touchcode</i> .....	42
Figura 11 – Docas posicionadas para realização de inspeções de manutenção .....	45
Figura 12 – Principais dimensões do Boeing 737-800 .....	46
Figura 13 – Avaliação de avarias em aeronave .....	50
Figura 14 – Exemplo de ferramenta para registro de danos .....	51
Figura 15 – Exemplo de identificação de avaria em aeronave .....	52

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 – Composição dos custos das empresas.....</b>	<b>25</b>
<b>Gráfico 2 – Evolução da tarifa média anual no Brasil .....</b>	<b>25</b>
<b>Gráfico 3 – Yield de passageiros em voos domésticos.....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação do entrevistado com tecnologia .....	27
Tabela 2 – Avanço da tecnologia no ambiente de trabalho.....	28
Tabela 3 – Mudança mais evidente no ambiente de trabalho.....	28
Tabela 4 – Diferentes tecnologias que chegam ao mercado de trabalho.....	29
Tabela 5 – Risco de a tecnologia diminuir postos de trabalho .....	29
Tabela 6 – Conhecimento sobre drones.....	29
Tabela 7 – Utilização de drones para transporte de cargas específicas .....	30
Tabela 8 – Projeção de investimento de capital .....	55
Tabela 9 – Projeção de redução de custos .....	55
Tabela 10 – Resultado estimado .....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEAR	Associação Brasileira das Empresas Aéreas
ALTA	<i>Latin American and Caribbean Air Transport Association</i>
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ASK	<i>Available Seat Kilometers</i>
CASK	<i>Cost per Available Seat Kilometer</i>
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
EASA	European Union Aviation Safety Agency
FDC	Fundação Dom Cabral
IATA	<i>International Air Transport Association</i>
ITL	Instituto de Transporte e Logística
LCC	<i>Low Cost Carrier</i>
MRO	<i>Commercial Aircraft Maintenance, Repair and Overhaul</i>
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RPK	<i>Revenue Passenger Kilometers</i>

## SUMÁRIO

<b>1 RESUMO EXECUTIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Problema de Pesquisa .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado .....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Objetivos .....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.1 Objetivo geral .....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo.....</b>	<b>11</b>
<b>2 BASE CONCEITUAL .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Gestão da Inovação .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Cultura de Inovação – Diferentes Percepções.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Inovação e Tecnologias Disruptivas.....</b>	<b>20</b>
<b>3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Tipos de Pesquisa .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.1 Pesquisa Exploratória.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Métodos de pesquisa .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1 Pesquisa bibliográfica .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2 Pesquisa documental.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Técnicas de coleta de dados .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1 Documentação direta – pesquisa de campo.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2 Documentação indireta.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Técnicas de análise de dados .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1 Qualitativa .....</b>	<b>23</b>
<b>4 PESQUISA.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Panorama da Aviação Brasileira – Abear.....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Pesquisa CNT/MDA .....</b>	<b>26</b>
<b>5 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>5.1 Cenário atual – Demanda e Frota.....</b>	<b>31</b>
<b>5.2 Projeção – Demanda e Frota .....</b>	<b>32</b>
<b>5.3 Segurança .....</b>	<b>33</b>
<b>5.4 Manutenção de aeronaves.....</b>	<b>34</b>
<b>5.5 Inovação no contexto aéreo brasileiro .....</b>	<b>35</b>

<b>6 BENCHMARKING .....</b>	<b>37</b>
<b>6.1 Gol Aerotech.....</b>	<b>37</b>
<b>6.2 Donecle .....</b>	<b>39</b>
<b>6.3 Touchcode .....</b>	<b>41</b>
<b>7 REALIDADE DAS EMPRESAS AÉREAS .....</b>	<b>44</b>
<b>8 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>45</b>
<b>8.1 Inspeções requeridas pelo programa de manutenção.....</b>	<b>45</b>
<b>8.1.1 Proposta de Solução.....</b>	<b>47</b>
<b>8.1.2 Cronograma de implementação.....</b>	<b>47</b>
<b>8.2 Inspeções de avarias na fuselagem das aeronaves.....</b>	<b>49</b>
<b>8.2.1 Proposta de Solução.....</b>	<b>52</b>
<b>8.2.2 Cronograma de implementação.....</b>	<b>53</b>
<b>8.2.3 Estudo de Viabilidade Financeira .....</b>	<b>53</b>
<b>8.2.4 Gestão de Riscos .....</b>	<b>53</b>
<b>9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>59</b>
<b>9.1 Conclusões .....</b>	<b>59</b>
<b>9.2 Recomendações.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>

## 1 RESUMO EXECUTIVO

O custo por assento disponível por quilômetro – *Cost per Available Seat Kilometer* (Cask) – é uma unidade de medida comum usada para comparar a eficiência de companhias aéreas. Geralmente, quanto menor o Cask, mais lucrativa e eficiente é a empresa. Dentre seus principais agressores estão manutenção e arrendamento, responsáveis por 18% dos custos operacionais das companhias aéreas brasileiras entre 2002 e 2015, segundo levantamento da Associação Brasileira das Empresas Aéreas (Abear).

Uma das maneiras de se reduzir o alto custo operacional é maximizar a utilização das aeronaves. Para isso, os maiores fabricantes de aviões do mundo têm investido cada vez mais em inovação e ferramentas tecnológicas, seja ao empregar materiais mais leves e resistentes na fabricação das diferentes partes das aeronaves, na melhoria da *performance* aerodinâmica ou no desenvolvimento de sistemas de solução de problemas em componentes eletroeletrônicos mais eficientes.

Organizações como International Air Transport Association (Iata), Latin American and Caribbean Air Transport Association (Alta) e Instituto de Transporte e Logística (ITL) têm investido em programas de capacitação para os profissionais do modal aéreo, com o objetivo de fomentar o crescimento do setor que, apenas no Brasil, transportou 119.399.830 passageiros em 2019, segundo o Painel do Transporte Aeroviário da Confederação Nacional do Transporte (CNT).

Da mesma maneira, empresas aéreas têm buscado oportunidades de melhoria de processos que resultem na redução dos custos operacionais, sendo a inovação um dos principais motores desse processo.

### 1.1 Problema de Pesquisa

Como otimizar inspeções de manutenção em aeronaves através do uso de ferramentas tecnológicas?

## **1.2 Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado**

Aumentar a disponibilidade de aeronaves para operação, reduzir custos relacionados a inspeções de manutenção e reduzir custos operacionais.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo geral***

Propor técnicas de inspeção utilizando ferramentas tecnológicas que promovam o aumento da eficiência operacional de aeronaves.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

1. Analisar o processo de inspeção de aeronaves praticado atualmente.
2. Identificar oportunidades de melhoria.
3. Verificar tecnologias disponíveis.
4. Analisar práticas de sucesso com utilização de tecnologia.
5. Propor novos modelos.

## **1.4 Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo**

Nos próximos três capítulos será realizada uma breve abordagem sobre Inovação considerando as perspectivas de Gestão e Cultura sob o ponto de vista de alguns dos principais autores desses temas, além de ser apresentada a metodologia de pesquisa utilizada pelo grupo e os dados obtidos em uma pesquisa realizada pela CNT.

No capítulo 5 será feita uma descrição mais profunda sobre o modal aéreo através da apresentação do cenário atual e projeções futuras, utilizando-se dados levantados pelos principais fabricantes de aeronaves do mundo e de órgãos brasileiros do setor. Além disso, o grupo exemplificará os efeitos causados pela aplicação de ferramentas tecnológicas em uma empresa aérea brasileira através de situações reais.

No sexto capítulo será apresentado o *benchmarking* realizado com a empresa para levantamento do problema da pesquisa e com as organizações que ofertam ferramentas tecnológicas que podem contribuir para a proposta de solução deste Projeto Aplicativo.

Em seguida, será apresentada a realidade da empresa aérea para levantamento do problema da pesquisa, sendo destacada a justificativa do trabalho com seus objetivos gerais.

O oitavo capítulo será dedicado ao desenvolvimento do estudo e à apresentação da proposta de aplicação de ferramentas tecnológicas.

Por fim, serão feitas considerações finais constituídas de alertas que podem ser úteis para a aplicação das ferramentas tecnológicas sugeridas pelo grupo.

## 2 BASE CONCEITUAL

### 2.1 Gestão da Inovação

Não é preciso ir muito longe para perceber a necessidade de inovação. Ela fica evidente nas milhares de declarações de missão empresarial e seus documentos sobre estratégia, cada um deles enfatizando o quão importante é a inovação para “nossos clientes/nossos acionistas/nosso negócio/nosso futuro” e, mais comumente, para “nossa sobrevivência e nosso crescimento”. A inovação aparece em diferentes anúncios de produtos, desde spray para cabelo até de serviços de saúde. É presença marcante no coração de nossos livros de história, mostrando até que ponto e por quanto tempo influencia nossas vidas. Também está nas declarações dos políticos, ao reconhecer que nosso estilo de vida é constantemente moldado pelo processo de inovação. (BESSANT; TIDD, 2009)

Segundo Tidd, Bessant e Pavitt (2001), mudanças na área socioeconômica, particularmente na forma como as pessoas acreditam, esperam, desejam e são remuneradas e aspectos de legislações criam oportunidades e restrições aos novos produtos. Um exemplo são os requisitos por produtos ecologicamente amigáveis. As empresas, nesse ambiente de produtos com tempos de vida cada vez menores, maiores restrições legais e de clientes, necessitam capacitar-se para responder a essas demandas.

Para Tidd, Bessant e Pavitt (2008), a inovação é movida pela habilidade de estabelecer relações, detectar oportunidade e tirar proveito delas.

Um dos inovadores mais bem-sucedidos dos Estados Unidos foi Thomas Alva Edison, que durante sua vida registrou mais de 1.000 patentes. Sua empresa foi responsável por produtos que incluem a lâmpada elétrica, o filme de 35 mm para gravação cinematográfica e até mesmo a cadeira elétrica. Edison compreendeu melhor do que a maioria dos inventores que o verdadeiro desafio da inovação não era a invenção – ou o levantamento de novas ideias – mas fazê-la funcionar técnica e comercialmente. (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008, p. 85)

Podemos dizer também, conforme Nick Baldwin, que inovação é a exploração de novas ideias com sucesso.

A maior parte das grandes corporações tem áreas dedicadas à inovação, com laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (P&D) com diversos pesquisadores. Além de exercer esse papel central, as empresas carecem de interação com parceiros. Existem diversas instituições que formam o que chamamos de sistema de inovação ou ecossistemas de inovação: universidades, centros de pesquisa, *startups*, agências de fomento, investidores, governo e outros tipos de organizações. Esses parceiros têm

diversas funções, desde a realização externa de pesquisa e de desenvolvimento de produtos e processos, até a aplicação de investimentos ou subsídios. Uma tendência que está se tornando cada vez mais forte é um modelo inovação aberta (ou *open innovation*), onde as empresas vão buscar fora de seus centros de P&D ideias e projetos que podem ajudá-las a agregar diferenciais competitivos. (ABGI, s.d)

“Quando você vê um negócio bem-sucedido é porque alguém, algum dia, tomou uma decisão corajosa.” (DRUCKER, 2012)

Segundo Tigre (2006), à medida que as organizações aprofundam suas raízes na economia do conhecimento, novos mercados são criados. Os bens e serviços de informação têm por característica o fato de serem imateriais, não se desgastarem com o uso, e de não estarem sujeitos a problemas de escassez, que caracteriza os bens materiais. Podem ser copiados e transmitidos infinitamente, praticamente sem custo.

Por essas características, o mercado de bens da informação representa um caminho para uma lucratividade eventualmente superior à obtida com bens materiais, e isso atrai muitos novos empreendedores, porém, conforme observa Tigre (2006), poucos sobrevivem de forma independente em médio e longo prazos. As empresas nem sempre conseguem ter uma dimensão do tamanho efetivo do mercado e tampouco conseguem entender prontamente os novos padrões de competição.

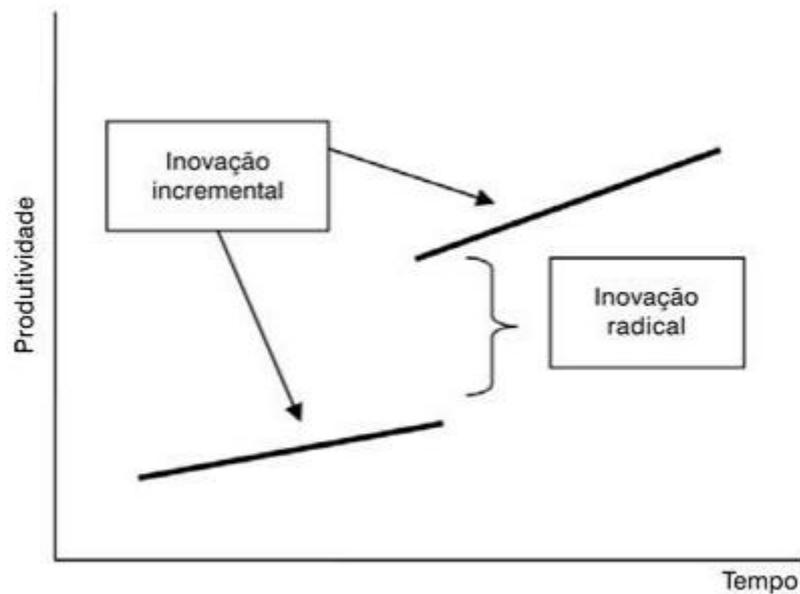
Como ensina Tigre (2016), para que haja uma gestão eficaz da inovação, é preciso entender que tipo de inovação trabalhar.

De acordo com o Manual de Oslo (1997), “produto tecnologicamente novo é aquele cujas características fundamentais diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa”.

Conforme Tigre (2006), existe uma subdivisão nos tipos de inovações e nas ações que cada um promove (Figura 1):

- 1. Inovação radical ou disruptiva:** é a inovação que muda as bases de um mercado já estabelecido, com um produto novo, um novo serviço ou uma nova maneira totalmente diferente de fazer algo que há muito tempo era feito de uma única maneira.
- 2. Inovação incremental:** é a inovação que causa pequenas mudanças a algo já estabelecido. É uma forma de otimização para se obter mais valor de um produto, serviço e até processos.

**Figura 1 – Trajetórias de inovações incrementais e radicais em processos**



Fonte: Tigre (2006).

Mas é preciso entender que a inovação disruptiva só surge em um ambiente propício, com cultura de inovações incrementais (TIGRE, 2006), o qual escreve que uma inovação disruptiva em uma empresa só acontece depois de um conjunto de inovações incrementais.

[...] conclui-se que a inovação incremental, ainda que arriscada, é uma estratégia gerencial de grande potencial, porque inicia a partir de algo conhecido, que é aprimorado. Entretanto, à medida que avançamos para opções mais radicais, a incerteza tende a aumentar, até o ponto em que não temos a menor ideia sobre o que estamos desenvolvendo ou em vias de desenvolver! Isso mostra por que a inovação descontínua é tão difícil de ser controlada. (TIGRE, 2006)

Logo, a inovação contínua através da gestão da inovação é uma maneira de controlar as variáveis da inovação, como ensinam Tidd, Bessant e Pavit (2008). Outro dado muito interessante é que inovações incrementais podem gerar mais retorno financeiro do que inovações em produtos já existente, explica novamente Tigre (2006).

Conforme Tigre (2006), ainda há as inovações organizacionais, que se referem a mudanças que ocorrem na estrutura gerencial da empresa, na forma de articulação entre suas diferentes áreas, na especialização dos trabalhadores, no relacionamento com fornecedores e clientes e nas múltiplas técnicas de organização dos processos de negócios.

“Cada decisão é arriscada: ela é um comprometimento de recursos presentes com um futuro incerto e desconhecido.” Druker (2012)

## **2.2 Cultura de Inovação – Diferentes Percepções**

Dobni (2008 apud FONSECA; BRUNO-FARIA, 2014) destaca que, em um ambiente organizacional, inovação é frequentemente expressa através de comportamentos ou atividades que são em última análise ligados a uma ação ou resultado tangíveis.

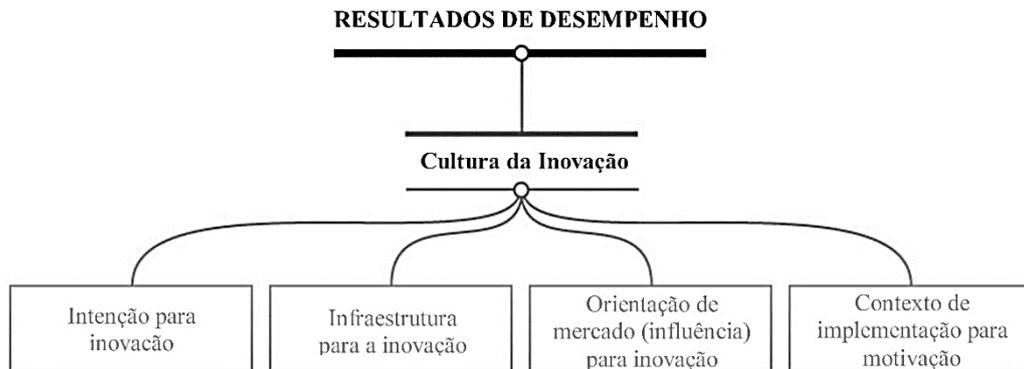
Serra, Fiates e Alpersted (2007 apud FONSECA; BRUNO-FARIA, 2014) ressaltam o quanto é importante a cultura inovadora para a formação de um ambiente favorável. Frisam que essa postura não ocorre sem esforços, porém com pessoas que não têm medo de errar e são criativas, aliada à disponibilidade de recursos, essa postura se torna mais equilibrada.

Apekey, McSorley, Tilling e Siriwardena (2011 apud FONSECA; BRUNO-FARIA, 2014) seguem uma visão antropológica de cultura que compreende valores, ideias, conceitos e regras de comportamento compartilhados por um grupo social a fim de possibilitar seu funcionamento e perpetuá-lo. Denominam-na “cultura de inovação dentro das práticas” ou “cultura de melhoria dentro das práticas” (p. 312) e sua análise revelou a existência de sete dimensões: risco, recursos, informação, metas, ferramentas, recompensas e relacionamentos

Mambrini, Dattein, Medina, Cintho e Maccari (2011 apud FONSECA; BRUNO-FARIA, 2014) investigaram práticas gerenciais que promovem uma cultura inovadora e sua contribuição para a capacidade de inovação de pequenas e médias empresas brasileiras. Destacam que a inovação se vale de ideias oriundas tanto de fontes internas quanto externas para ganhar competitividade. E empregam o modelo de cinco componentes que promovem inovação nas organizações, proposto por Cunha (2005 apud FONSECA; BRUNO-FARIA, 2014), que contempla: estratégia e posicionamento de mercado; estrutura e ambiente organizacional interno; gestão de tecnologia; gestão de pessoas; e gestão de parcerias.

Dobni (2008 apud FONSECA; BRUNO-FARIA, 2014) propõe um modelo de cultura de inovação geradora de desempenho organizacional, conforme Figura 2.

**Figura 2 – Modelo de Inovação**



**Fonte: Adaptado de Dobni (2008 apud FONSECA; BRUNO-FARIA, 2014).**

Rossi (2009 apud LAGE, 2018) também trata do processo de inovação, que, segundo ele, abrange desde a geração de ideias até o desenvolvimento do novo produto, caracterizando-se por um processo via de regra demorado, o qual exige aprendizado, paciência, para a atividade e trabalho de times.

Por fim, Lee, Woo e Joshi (2016) evidenciam que criar uma cultura da inovação é bastante difícil, pois há divergências entre investir em novos procedimentos e mecanismos organizacionais e os recursos disponíveis para tais processos.

Kaasa e Vadi (2010 apud MORAES; MIRANDA, ARAUJO; MARQUES DOS SANTOS, 2017) corroboram tal afirmação quando citam que a própria cultura muitas vezes é vista, em um movimento inverso, como uma barreira à inovação, uma vez que pode aproximar ou repelir pessoas e comportamentos no contexto organizacional.

No Quadro 1 encontram-se as características da cultura de inovação segundo diferentes autores.

**Quadro 1 – Características da cultura da inovação segundo diferentes autores**

AUTORES	ASPECTOS DA CULTURA DA INOVAÇÃO
Ahmed (1998)	Foco em novos entendimentos e busca por mudanças nas legislações; Gestão do Conhecimento; foco não só no desenvolvimento de produtos ou de inovação técnica; foco na gestão de ambiente propiciador de desenvolvimento de pessoas e comunidades (lado <i>soft</i> das organizações); integração dos sistemas sociais e técnicos; objetivos definidos e que os funcionários podem alcançar; a atenção de cada funcionário deve estar em poucos projetos; reconhecimento personalizado; autonomia equilibrada com o grupo e outros funcionários; desenvolvimento da criatividade e possibilidade de ação inovativa dos atores organizacionais.
Pérez Bustamante (1999)	Valorização da gestão do conhecimento; encorajamento da autonomia dos indivíduos; estabelecimentos de infraestruturas para comunicação que suportem e enalteçam a transferência de ideias; valorização da duplicidade de programas com mesmos objetivos; entendimento da diversidade e complexidade organizacional; assimilação de conhecimentos externos.
Carayannis e Sagi (2001)	Valorização das origens nacionais dos indivíduos; valorização de ações individuais diferentes, mesmo que não se assemelhem àquelas ditas normais em uma determinada cultura nacional; equipes sem extremas diferenças culturais e individuais, trabalham mais eficientemente.
Zwick (2002)	Clareza na determinação e objetivos das recompensas; coesão grupal; suporte tanto para efetivos quanto para temporários.
Ernst (2002)	Multidisciplinariedade; liderança dedicada ao projeto e com qualificações e conhecimentos técnicos e vivenciais; comunicação interfuncional; cooperação; autonomia grupal; responsabilidade sobre processos.
Mavondo e Farrel (2003)	Liderança forte e que oferece suporte; comprometimento e envolvimento dos colaboradores; encorajamento de novas ideias; tolerância ao risco, à ambiguidade e ao conflito; comunicação aberta; divisão de lucros; orientação para o mercado; ênfase no comportamento empreendedor.
Martins e Terblanche (2003)	Ambiente externo que valoriza a competitividade; liderança aberta a questionamentos, mudanças e diversidade; comunicação aberta; suporte organizacional e tolerância ao erro.
Lemon e Sahota (2004)	Autonomia dos funcionários; colaboração por meio de trabalho em equipe; ambientes com objetivos definidos.
Zakaria, Amelinckx e Wilemon (2004)	Criação de lideranças; gestão de conflitos; relações interpessoais pautadas na confiança; entendimento de diferenças culturais entre países; facilidade na comunicação intercultural com outros países
Demaid e Quintas (2006)	No uso do conhecimento há equilíbrio entre processos formais, contratuais e legislativos e cultura organizacional; foco no tema sustentabilidade, existência de processos formais e informais, pois os formais não dão conta da realidade.
Carmeli, Gilat e Waldman (2007)	Trabalhos desafiadores.
O'Connor (2008)	Entendimento sistêmico da organização; desenvolvimento de pensamento estratégico; criação de espaços conversacionais para reflexão sobre futuro saudável da organização, aprendizado contínuo; foco em tecnologia e capital humano.
Balsano <i>et al.</i> (2008)	Trabalho significativo, cultura do risco, orientação ao cliente, tomada de decisão rápida, <i>Business Intelligence</i> (BI), comunicação aberta, <i>empowerment</i> , planejamento do negócio, aprendizado organizacional contínuo.

(continua)

(conclusão)

AUTORES	ASPECTOS DA CULTURA DA INOVAÇÃO
Dobni (2008)	Valorização da criatividade, risco, liberdade, trabalho em equipe, valorização da orientação para soluções e para oportunidades, confiança e respeito, tomada rápida de decisão.
Janiunaite e Petraite (2010)	Gestão do Conhecimento voltada para inovação.
Le Bas e Lauzikas (2010)	Arquitetura Organizacional; ferramentas gerenciais na prática, seleção e implementação das novas ideias, papel do líder, criatividade dos empregados.
Lee, Woo e Joshi (2016)	Ambidestralidade organizacional; cultura pró-inovação; desempenho no desenvolvimento de novos produtos e orientação para exploração e aproveitamento de oportunidade.

Fonte: Adaptado pelos autores de Repositório UFBA (s.d.).

### 2.3 Inovação e Tecnologias Disruptivas

De acordo com Pitteri (2018),

A palavra que talvez melhor defina o momento atual é mudança. As tecnologias foram as catalizadoras dos acontecimentos recentes pelo potencial de conectividade que se desenvolveu em nível global, abrindo possibilidades para novos modelos de negócios e novas profissões.

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos no campo das inovações disruptivas, ou seja, aquelas que provocam uma ruptura nos modelos de negócios existentes, ampliando a percepção de valor de determinados produtos e serviços, na perspectiva da sociedade.

As inovações de ruptura estão provocando o deslocamento das atividades econômicas de modelos de negócios estabelecidos de acordo com as regras e leis vigentes nos países para negócios que operam além das fronteiras dos mesmos, aumentando as incertezas econômicas, políticas, tributárias, jurídicas e sociais. Muitas perguntas continuam sem respostas: como gerenciar o desemprego tecnológico? Como regulamentar esses novos modelos de negócios? Quais as forças envolvidas nessas negociações? A regulamentação deve ser pelo governo ou pelo mercado? A regulamentação dessas atividades conseguirá evitar a incerteza jurídica? Como os outros países estão tratando esses novos modelos de negócios?

Para Serrano, Paulo Henrique Souto Maior, e Baldanza, Renata Francisco, as inovações no sistema econômico não aparecem, via de regra, de tal maneira que primeiramente as novas necessidades surgem espontaneamente nos consumidores e então o aparato produtivo se modifica

sob sua pressão. Não negamos a presença desse nexos. Entretanto, é o produtor que, via de regra, inicia a mudança econômica, e os consumidores são educados por ele, se necessário; são, por assim dizer, ensinados a querer coisas novas, ou coisas que diferem em um aspecto ou outro daquelas que tinham o hábito de usar (apud SCHUMPETER, 1997, p. 76 apud SOUTO MAIOR; BALDANZA, 2017).

Afirma também Schumpeter (1997 apud SOUTO MAIOR; BALDANZA, 2017) que “o conceito de tecnologias disruptivas estaria mais associado a um processo de inovação revolucionária, pela introdução no mercado de novos produtos ou serviços com melhores características ou menor custo para o consumidor”.

Para Christensen (1997 apud SOUTO MAIOR; BALDANZA, 2017):

O entendimento de que o investimento em tecnologias disruptivas não é uma decisão financeira racional é identificado a partir da verificação de onde os recursos financeiros da indústria podem estar sendo aplicados: a compra e venda de licenças ou alvarás. Sendo essa decisão, e não a compra de um veículo capaz de atender os requerimentos das empresas de transporte por aplicativos, uma decisão que possui uma data de expiração relacionada à sua lucratividade.

Segundo Schmidt e Druehl (2008 apud NOGAMI, 2018): “Não é a tecnologia em si que importa, mas o seu uso. Essas inovações são posicionadas inicialmente para um público diferente daquele que costumeiramente é o alvo das inovações sustentadoras.”

A inovação disruptiva começa com o suprimento da necessidade de um público menos exigente e ganha força aos poucos até que passa a atender às necessidades também dos clientes mais exigentes. A partir desse momento, passa a ser uma ameaça às grandes empresas que se baseiam nas inovações sustentadoras (CORSI; DI MININ, 2014).

A inovação disruptiva pode se caracterizar como um novo entrante em um mercado existente, ou ainda como impulsionadora de desenvolvimento de um novo mercado (MARKIDES, 2013). Essas inovações são inicialmente de menor desempenho em relação aos principais atributos das tecnologias sustentadoras. Quando essas tecnologias atingem o mesmo desempenho que as sustentadoras, elas começam o processo de disrupção, incomodando e ameaçando as empresas estabelecidas no mercado. Seus principais atributos são preço baixo, simplicidade e tamanho reduzido (NOGAMI, 2018).

## **3 METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **3.1 Tipos de Pesquisa**

#### ***3.1.1 Pesquisa Exploratória***

Tem por objetivo a caracterização do problema de forma inicial, buscando de forma abrangente demonstrar a viabilidade de um programa ou técnica em específico. É o levantamento de dados e informações sobre um fenômeno de interesse sem grande teorização sobre o assunto, inspirando ou sugerindo uma hipótese explicativa diferente.

### **3.2 Métodos de pesquisa**

#### ***3.2.1 Pesquisa bibliográfica***

Uma pesquisa bibliográfica abrange tudo o que já foi publicado sobre o tema, nas diversas formas de publicação, possibilitando ao pesquisador ficar em contato direto e próximo com tudo o que já está publicado, permitindo uma análise paralela de suas pesquisas ou tratamento de seus conhecimentos, melhor entendimento e conclusões inovadoras.

#### ***3.2.2 Pesquisa documental***

A pesquisa documental é elaborada pela busca de informações em documentos (histórico, institucional, associativo, oficial etc.) que não receberam nenhum tratamento científico/analítico. Ex.: cartas, filmes, gravações, registros, fotos, jornais, relatório etc. Esse tipo de pesquisa é uma técnica importante na pesquisa qualitativa.

A pesquisa documental tem objetivos específicos, realiza consulta a arquivos de diferentes tipos e utiliza material constituído por fichas, mapas, formulários etc.

Fases da pesquisa documental:

1. Determinação dos objetivos.
2. Elaboração do plano de trabalho.
3. Identificação das fontes.
4. Localização das fontes e obtenção do material.
5. Tratamento dos dados.
6. Confeção de fichas e redação do trabalho.
7. Construção lógica e redação do trabalho.

A ficha documental tem o objetivo de reunir informações, como principais ideias de um autor, e onde encontrar esse arquivo. Pode ser feita em papel ou computador e normalmente é composta por comentários, tema, registro de dados bibliográficos, conteúdo fichado e conclusão.

### **3.3 Técnicas de coleta de dados**

As técnicas de coleta de dados são um conjunto de regras ou processos utilizados por uma ciência, ou seja, correspondem à parte prática da coleta de dados (LAKATOS; MARCONI, 2001).

#### **3.3.1 Documentação direta – pesquisa de campo**

Bastos e Keller (1999) descrevem que na pesquisa de campo a coleta de dados é efetuada no local onde ocorrem espontaneamente os fenômenos, com a pretensão de que não haja interferência do pesquisador na coleta. Não é caracterizada como uma pesquisa experimental, ou seja, não tem o objetivo de produzir ou reproduzir os fenômenos estudados.

Já para Fachin (2001), a pesquisa de campo se detém na observação do contexto no qual é detectado um fato social (problema), que a princípio passa a ser examinado e, posteriormente, é encaminhado para explicações por meio de métodos e técnicas específicas.

### **3.3.2 Documentação indireta**

É feita a partir de fontes de dados coletados por terceiros, podendo o material da pesquisa já estar elaborado ou não.

## **3.4 Técnicas de análise de dados**

### **3.4.1 Qualitativa**

Para Vieira (1996), a pesquisa qualitativa pode ser definida como a que se fundamenta principalmente em análises qualitativas, caracterizando-se, em princípio, pela não utilização de instrumental estatístico na análise dos dados.

## 4 PESQUISA

### 4.1 Panorama da Aviação Brasileira – Abear

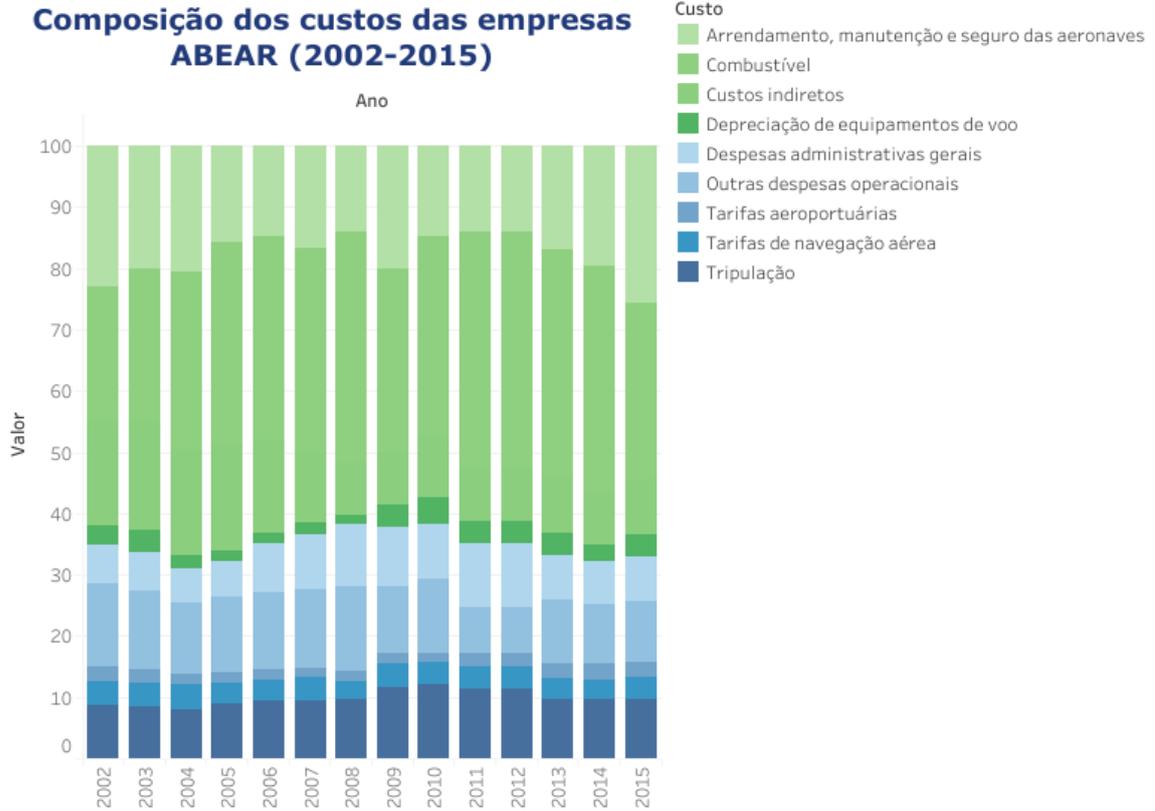
Segundo descrição em seu *site* na internet, a Associação Brasileira das Empresas Aéreas (Abear) tem a missão de estimular o hábito de voar no País. Suas estratégias de atuação compreendem planejar, implementar e apoiar ações e programas que promovam o crescimento da aviação civil de forma consistente e sustentável, tanto para o transporte de passageiros como para o de cargas. Criada em 2012 pelas principais companhias aéreas brasileiras — Avianca, Azul, Gol, Tam (hoje Latam) e Trip —, a associação também contribui para o relacionamento da cadeia da aviação, atuando junto aos setores público e privado, entidades de classe e consumidores.

Conforme descrito no site da Abear (2018), o panorama da aviação brasileira é uma

publicação anual da Abear que apresenta dados e análises do setor aéreo que ajudam gestores na tomada de decisões e estudiosos a compreender o universo da aviação. O setor aéreo é contextualizado dentro da rede de atividades que ele impulsiona, evidenciando seu potencial na economia nacional. Há um olhar atento para os obstáculos do mercado de transporte aéreo de passageiros e para os principais desafios da aviação comercial brasileira.

Os dados mais relevantes para este estudo, extraídos da última edição do panorama datada de 2018, são apresentados a seguir, nos Gráficos 1, 2 e 3:

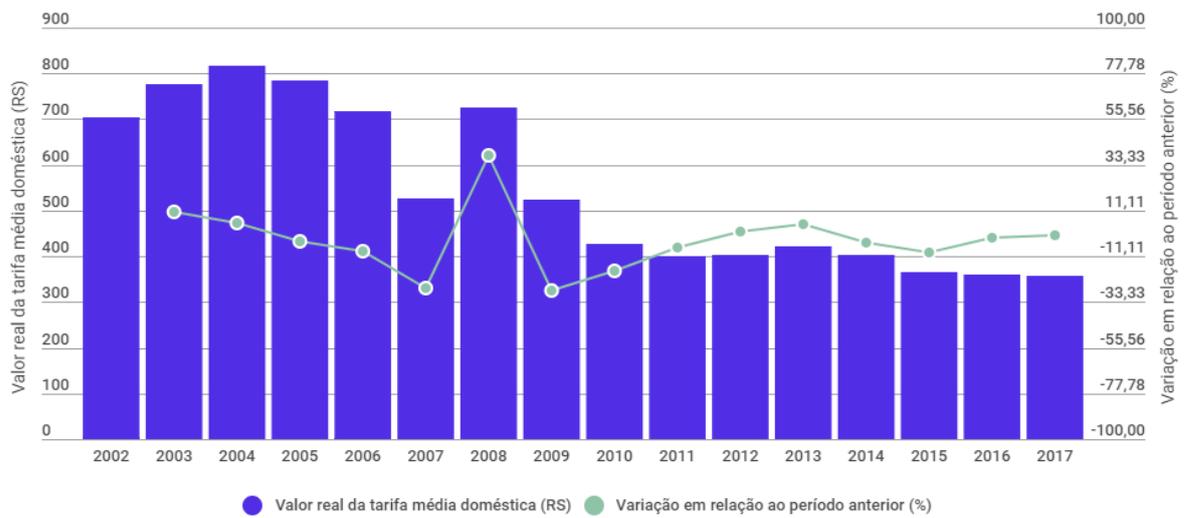
### Gráfico 1 – Composição dos custos das empresas



Fonte: Abear (2018).

### Gráfico 2 – Evolução da tarifa média anual no Brasil

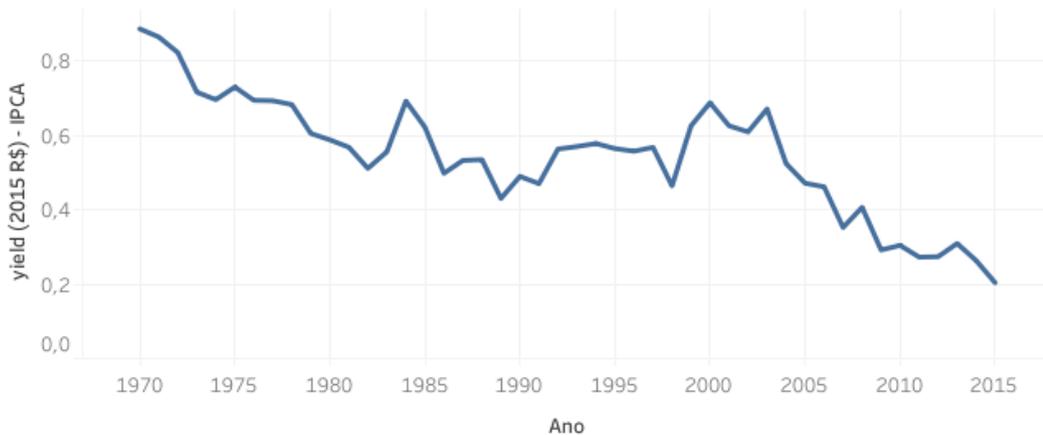
Evolução da tarifa média doméstica anual no Brasil e variações percentuais (2002-2017)



Fonte: Abear (2018).

### Gráfico 3 – Yield de passageiros em voos domésticos

#### Yield de passageiros em voos domésticos (1970-2015)



Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Anuários do transporte aéreo. Elaboração própria ABEAR.

Fonte: Abear (2018).

Os dados do panorama indicam que no período entre 2002 e 2015 a combinação arrendamento, manutenção e seguro de aeronaves representaram, em média, 20% dos custos das empresas aéreas anualmente. Do lado da receita, a tarifa média doméstica paga no Brasil teve uma redução de 49,2% em 15 anos, passando de 703 Reais, em 2002, para 357 Reais em 2017, tendo o Yield – valor médio pago por um passageiro para voar um quilômetro – uma redução de 78% em 45 anos, passando de 88 centavos de Real em 1970 para 20 centavos de Real em 2015.

#### 4.2 Pesquisa CNT/MDA

Conforme descrito no site do ITL, em seu repositório digital do transporte:

A 143ª pesquisa CNT/MDA mostra a avaliação dos índices de popularidade do governo e pessoal do presidente Jair Bolsonaro. Mede ainda a expectativa da população em relação ao emprego, à renda, à saúde, à educação e à segurança pública. Traz o que a população pensa sobre os principais desafios do governo, sobre posse de arma, pacote anticrime, combate à corrupção, novos ministérios, entre outros temas políticos. Há ainda um bloco específico sobre tecnologia e inovação.

Essa pesquisa o grupo considerou relevante para o desenvolvimento deste estudo.

De acordo com o informado na pesquisa, a amostragem por cotas envolveu Região, Município, Porte do Município, Zona Urbana/Rural, Sexo, Idade e Renda familiar. Houve checagem de 20% da amostra, e o período de coleta foi entre 21 e 23 de fevereiro de 2019. Foram realizadas 2.002 entrevistas estratificadas de forma proporcional ao tamanho, por 5 regiões e 25 unidades da Federação, com sorteio aleatório de 137 municípios com probabilidade de seleção proporcional ao tamanho (PPT), considerando cotas em função do porte do município. A margem de erro é de 2,2 pontos percentuais e 95% de nível de confiança.

Os dados relevantes para este estudo extraídos da pesquisa são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Relação do entrevistado com tecnologia**

<b>RESPOSTA</b>	<b>FEV/2019 (%)</b>
Muito boa, tenho total familiaridade com tudo o que é tecnológico e sempre busco novidades	22,3
Boa, gosto de algumas novidades tecnológicas, mas ainda sou resistente a outras	44,9
Ruim, tenho muita dificuldade com novidades tecnológicas	23,9
Sou indiferente	6,5
Não sabe/Não respondeu	2,4
Total	100,0

Como é a sua relação com tecnologia?

- 1 – Muito boa, tenho total familiaridade com tudo o que é tecnológico e sempre busco novidades
- 2 – Boa, gosto de algumas novidades tecnológicas, mas ainda sou resistente a outras
- 3 – Ruim, tenho muita dificuldade com novidades tecnológicas
- 4 – Sou indiferente

**Fonte: CNT (2020).**

O percentual que percebe o avanço de tecnologia no ambiente de trabalho é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 – Avanço da tecnologia no ambiente de trabalho**

RESPOSTA	FEV/2019 (%)
Sim	56,3
Não	19,2
Não sabe/Não respondeu	24,5
Total	100,0

O(a) Sr.(a) percebe o avanço da tecnologia no seu ambiente de trabalho nos últimos cinco anos?

1 – Sim

2 – Não

Fonte: CNT (2020).

A mudança mais evidente no ambiente de trabalho encontra-se na Tabela 3.

**Tabela 3 – Mudança mais evidente no ambiente de trabalho**

RESPOSTA	FEV/2019 (%)
Computadores exercendo funções que antes pessoas faziam	22,3
Máquinas mais automatizadas e/ou robôs	19,4
Compartilhamento de arquivos em nuvem	6,5
Reuniões por videoconferência	4,4
Outras	6,9
Não sabe/Não respondeu/Não se aplica	40,5
Total	100,0

Qual a mudança mais evidente no ambiente de trabalho?

1 – Máquinas mais automatizadas e/ou robôs

2 – Reuniões por videoconferência

3 – Compartilhamento de arquivos em nuvem

4 – Computadores exercendo funções que antes pessoas faziam

96 - Outras

Fonte: CNT (2020).

Na Tabela 4 encontra-se o percentual que está preparado para lidar com as diferentes tecnologias que chegam ao mercado de trabalho.

**Tabela 4 – Diferentes tecnologias que chegam ao mercado de trabalho**

RESPOSTA	FEV/2019 (%)
Sim, muito preparado	18,8
Sim, um pouco preparado	32,6
Não estou preparado	27,1
Não sabe/Não respondeu	21,5
Total	100,0

O(a) Sr.(a) está preparado(a) para lidar com as diferentes tecnologias que chegam ao mercado de trabalho?

- 1 – Sim, muito preparado(a)  
 2 – Sim, um pouco preparado(a)  
 3 - Não estou preparado(a)

Fonte: CNT (2020).

A Tabela 5 traz o percentual dos que acreditam que a tecnologia poderá colocar o seu emprego em risco:

**Tabela 5 – Risco de a tecnologia diminuir postos de trabalho**

RESPOSTA	FEV/2019 (%)
Sim	31,8
Não	44,8
Não sabe/Não respondeu	23,4
Total	100,0

O(a) Sr.(a) acredita que a tecnologia poderá colocar (ou já coloca) o seu emprego em risco?

- 1 – Sim  
 2 – Não

Fonte: CNT (2020).

Na Tabela 6, o percentual de quem sabe o que é um drone.

**Tabela 6 – Conhecimento sobre drones**

RESPOSTA	FEV/2019 (%)
Sim	80,9
Não	19,1
Total	100,0

O(a) Sr.(a) sabe o que é um drone?

- 1 – Sim  
 2 – Não

Fonte: CNT (2020).

O percentual que considera que o drone representa o futuro para o transporte de algumas cargas específicas encontra-se na Tabela 7.

**Tabela 7 – Utilização de drones para transporte de cargas específicas**

RESPOSTA	FEV/2019 (%)
Sim	59,9
Não	31,5
Não sabe/Não respondeu	8,6
Total	100,0

O(a) Sr.(a) considera que o drone representa o futuro para o transporte de algumas cargas específicas?

- 1 – Sim
- 2 – Não

**Fonte: CNT (2020).**

Os dados da pesquisa indicam que apenas 22,3% dos entrevistados têm familiaridade com tudo o que é tecnológico e buscam sempre novidades em relação a esse assunto. 56,3% da amostra percebe o avanço de tecnologia no ambiente de trabalho, sendo que a mudança mais evidente percebida por 22,3% das pessoas é o computador exercendo uma função que antes era feita por uma pessoa. Aproximadamente 50% dos entrevistados se dizem preparados para lidar com as diferentes tecnologias que chegam ao mercado de trabalho, e apenas 31,8% acreditam que a tecnologia pode colocar seu emprego em risco. 20% dos entrevistados não sabem o que é um drone, e 40% não o consideram o futuro para transporte de algumas cargas.

## 5 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO

### 5.1 Cenário atual – Demanda e Frota

De acordo com o Annual Review de 2019 publicado pela International Air Transport Association – IATA –, em 2018, as companhias aéreas continuaram a aumentar o número de conexões entre cidades globalmente. Atualmente, quase 22.000 pares de cidades são atendidos regularmente pelas companhias aéreas. Isso representa um aumento de 1.300 conexões em relação ao número de conexões entre cidades em 2017. Fortes melhorias na conectividade e nos custos nas últimas duas décadas – o custo real e ajustado pela inflação do transporte aéreo caiu pela metade nos últimos 20 anos e diminuiu ainda mais em 2018 – ajudaram a garantir que a aviação, o “negócio da liberdade”, continuasse a distribuir sua gama de benefícios a consumidores, fornecedores e economias globalmente.

O mesmo Annual Review (IATA, 2019) estima que os turistas que viajaram internacionalmente por via aérea gastaram cerca de US \$ 850 bilhões em 2018, um aumento de mais de 10% em relação a 2017. O número adicional de conexões entre cidades e o menor custo do transporte aéreo também aumentaram o comércio de bens e serviços, o investimento direto estrangeiro e outros importantes fluxos econômicos. O transporte aéreo representa apenas uma proporção pequena, inferior a 1% do comércio mundial em volume, mas tem uma participação muito maior em valor, de 33%. Em 2018, o valor das mercadorias transportadas por via aérea foi estimado em US \$ 6,7 trilhões.

O Annual Review (IATA, 2019) também informou que o número mundial de passageiros aéreos continuou a subir, ultrapassando 4,3 bilhões de viagens em 2018. Conectar cidades reduz diretamente o custo do transporte aéreo, economizando tempo para remetentes e viajantes. Combinado com tarifas mais baratas, isso permite que mais pessoas voem com mais frequência. Em 2000, o cidadão médio voava apenas uma vez a cada 44 meses. Em 2018, o tempo entre as viagens havia caído pela metade, para apenas 21 meses.

Já a demanda por serviços aéreos para passageiros, conforme citado pelo Annual Review (IATA, 2019), permaneceu forte em 2018, com receita de passageiros por quilômetro (RPK) em toda a indústria aumentando 7,4%. Isso representou uma

desaceleração em relação ao ritmo recorde da década registrado em 2017, de cerca de 8%, mas ainda excedeu a taxa de crescimento médio da indústria no longo prazo em cerca de 2 pontos percentuais. A demanda de passageiros aéreos foi sustentada por um cenário econômico global considerado sólido, especialmente no início do ano, que, por sua vez, apoiou empregos, rendas e atividades comerciais, e pela concorrência acirrada no setor, que ajudou a garantir que as tarifas aéreas permanecessem acessíveis aos viajantes.

De acordo com a publicação Global Market Forecast – 2019 até 2038 – da fabricante de aeronaves Airbus, em 2019 havia 22.680 aeronaves em operação no mundo (foram consideradas apenas aeronaves de passageiros com capacidade para transportar mais de 100 pessoas e aeronaves cargueiras com capacidade para transportar mais de 10 toneladas de carga).

## **5.2 Projeção – Demanda e Frota**

De acordo com a mesma publicação, a previsão é de que o tráfego aéreo dobre nos próximos 15 anos, com crescimento médio anual de 4,3% nos próximos 20 anos. Nesse período, existirá demanda para 39.210 novas aeronaves de passageiros e cargas, das quais 36% para substituição de aeronaves atualmente em operação e 64% para crescimento. O segmento de aeronaves de alcance até 3.000 milhas náuticas demandará 76% dessas entregas, e os segmentos até 5.000 milhas náuticas e acima representarão os 24% de demanda remanescente.

Já a publicação Commercial Market Outlook – 2019 até 2038, da fabricante de aeronaves Boeing, diz que a demanda no mercado comercial está prevista para mais que dobrar nas próximas duas décadas. Para atender a essa demanda, a frota em serviço crescerá a uma taxa média anual de 3,4%, com o número de aviões a jato em serviço quase dobrando para 50.660. Para atender às necessidades futuras da frota, a Boeing prevê a necessidade de mais de 44.000 entregas de novos aviões, avaliadas em mais de US \$ 6 trilhões. Aviões de corredor único comandam a maior parcela de novas entregas em mais de 70%, com as companhias aéreas precisando de mais de 32.400 aeronaves nos próximos 20 anos. Esses novos aviões continuarão a permitir o crescimento de empresas de baixo custo e fornecerão as substituições necessárias para aviões mais antigos e menos eficientes. Além disso, mais de 9.000 novos aviões de grande porte serão entregues, o que permitirá que as companhias aéreas atendam

a novos mercados – passageiros e carga – com mais eficiência do que no passado. Em 20 anos, 56% das novas entregas são para crescimento e 44% para substituição. A frota em 2038 terá 19.210 aviões, que substituirão aviões atualmente em operação, 24.830 aeronaves de crescimento do sistema e 6.620 remanescentes da frota de 2018.

### **5.3 Segurança**

De acordo com o Annual Review (IATA, 2019), na década de 2010, a indústria testemunhou uma melhoria de 54% em sua taxa de acidentes e 78% em sua taxa de acidentes com perda de casco de jato. A tendência para o "negócio da liberdade" é claramente ir em direção a um menor número de acidentes aéreos letais. As flutuações, no entanto, ocorrem de ano para ano.

Também relata que, em 2018, quando 4,4 bilhões de passageiros voaram com segurança em 46,1 milhões de voos, as taxas de perda de jato e turboélice, a taxa de acidentes e o risco de fatalidade melhoraram em comparação com o desempenho nos cinco anos anteriores. A indústria, no entanto, não atingiu seu desempenho extraordinário de 2017, ano mais seguro de todos os tempos, durante o qual houve 6 acidentes fatais e 19 fatalidades, nenhum dos quais ocorreu em operações de jatos de passageiros.

O Annual Review (IATA, 2019) também informou que, em 2018, houve 11 acidentes fatais que resultaram em 523 mortes entre passageiros e tripulantes. Isso contrasta com uma média de 8,8 acidentes fatais e, aproximadamente, 234 mortes por ano no período de cinco anos anterior, de 2013 a 2017, e com o recorde de 2017 de 6 acidentes fatais e 19 mortes de passageiros e tripulantes. Não obstante os números mais altos de 2018, o desempenho do ano ainda significa que, em média, um passageiro pode pegar um voo todos os dias por 16.581 anos antes de sofrer um acidente fatal no qual todos a bordo pereceriam.

Já a taxa de acidentes (medida em acidentes por 1 milhão de voos) em 2018, conforme citado pelo Annual Review (IATA, 2019), foi de 1,35, o equivalente a 1 acidente para cada 740.000 voos. Essa foi uma melhoria em relação à taxa de acidentes de 1,79, ou 1 acidente para cada 559.000 voos, no período de 2013 a 2017, mas um declínio comparado à taxa recorde de acidentes de 2017 de 1,11.

A taxa de 2018 para acidentes graves de jato (medida em perdas de casco de jato por 1 milhão de voos), conforme o Annual Review (IATA, 2019), foi de 0,19, o equivalente a 1 acidente grave para cada 5,4 milhões de voos. Essa foi uma melhoria em relação à taxa dos cinco anos anteriores, de 2013 a 2017, de 1 acidente para cada 3,4 milhões de voos, mas não tão boa quanto a taxa de 0,12 em 2017.

#### **5.4 Manutenção de aeronaves**

Segundo a publicação Commercial Market Outlook – 2019 até 2038 (BOEING, 2019), a manutenção inclui as tarefas necessárias para atualizar, manter ou restaurar a aeronavegabilidade de uma aeronave e seus sistemas, componentes e estruturas. Os reguladores exigem que um operador estabeleça um programa de manutenção e inspeção para realizar essas tarefas, realizadas por pessoal certificado. Há uma tendência crescente de as companhias aéreas, principalmente *startups* ou as transportadoras de baixo custo (LCC), renunciarem às despesas de criação de departamentos de manutenção de serviço completo, optando por terceirizar alguns ou todos esses serviços. Algumas atividades de manutenção que eram tradicionalmente realizadas com o avião temporariamente fora de serviço no hangar agora estão sendo tratadas da noite para o dia enquanto um avião está em manutenção na linha. Essa migração de tarefas para manutenção de linha está começando a desfocar a divisão entre as categorias de manutenção de linha e hangar.

A mesma publicação prevê que a porcentagem de aeronaves de nova geração aumente para mais de 50% da frota em 2038, em comparação com os 13% atuais. Além disso, novas inovações, como reconhecimento de imagem e robótica, são cada vez mais usadas em inspeções de manutenção e tarefas relacionadas. Esses avanços podem resultar em ajustes operacionais e investimentos à medida que os prestadores de serviços se preparem para lidar com os equipamentos da próxima geração, com o alcance e intervalos de manutenção em evolução e com o novo material utilizado nas aeronaves. Ainda, o uso da manufatura aditiva (impressão 3D) na indústria da aviação fez progressos significativos nos últimos anos. A impressão de componentes complexos de aeronaves, em vez de montá-los de várias partes, está gradualmente se tornando um padrão comum no setor de aviação. Atualmente, é principalmente usado para componentes de voo não críticos e ferramentas simples em oficinas de manutenção, reparo e revisão (MRO). Eventualmente, a manufatura aditiva impactará

as operações de logística, com as MROs e as companhias aéreas sendo capazes de imprimir uma peça ou ferramenta e tê-la em pouco tempo. Os benefícios para as companhias aéreas podem variar de tempo e impacto bastante reduzidos de uma aeronave em solo a menos capital necessário para peças de reposição no estoque.

## 5.5 Inovação no contexto aéreo brasileiro

A revolução digital advinda da indústria 4.0 apresentou novos desafios para as empresas aéreas, fazendo com que o tema inovação se tornasse essencial para sua perenidade, tanto do ponto de vista de custos operacionais quanto do ponto de vista de captação de clientes. Os exemplos a seguir foram obtidos na empresa Gol Linhas Aéreas S.A. e ilustram como a organização está lidando com esses desafios.

- Redução de custos operacionais – toda ação de manutenção em uma aeronave é realizada com base em instruções descritas no manual de manutenção de seu fabricante. Até pouco tempo atrás, os técnicos de manutenção recebiam cópias impressas dessas instruções e as levavam às aeronaves para execução de cada ação. Recentemente a Gol substituiu essas cópias impressas por tablets, o que reduziu a quantidade de vezes que o técnico de manutenção se afasta da aeronave para obtenção desses papéis. Além disso, os tablets possuem acesso ao *site* do fabricante das aeronaves, o que permite que seja acessada uma ferramenta que auxilia na resolução de problemas encontrados durante a manutenção, reduzindo o tempo de pesquisa de pane e de indisponibilidade da aeronave.
- Captação de clientes através de investimento na experiência proporcionada – foi criada dentro da empresa uma divisão chamada "GOLlabs", que funciona como uma *startup* e tem como objetivo criar soluções que aprimorem a experiência do Cliente nos canais digitais e aeroportos. Um dos projetos desenvolvidos é chamado Geofence, ferramenta de tecnologia que faz ofertas aos Clientes com base em sua localização. Através de informações advindas do GPS, é possível saber se o passageiro que usa o aplicativo da Gol está em um aeroporto e enviar ofertas personalizadas por meio de cupons de desconto.

As informações demonstradas neste capítulo indicam que o investimento em inovação pode proporcionar uma grande redução no tempo de indisponibilidade das aeronaves para operação devido à manutenção, o que implicará menores custos através do aumento da utilização média desses ativos, possibilitando redução da frota sem que haja redução da oferta de assentos e, conseqüentemente, melhores resultados para as empresas aéreas.

Nos capítulos seguintes o grupo apresentará oportunidades de redução dos custos operacionais identificadas durante os estudos realizados neste Projeto Aplicativo e as ferramentas tecnológicas inovadoras disponíveis no mercado.

## 6 BENCHMARKING

### 6.1 Gol Aerotech

**Figura 3 – Hangar de manutenção da GOL Aerotech**



Fonte: Gol Aerotech (2020).

A Aerotech, recém-criada divisão de manutenção da Gol Linhas Aéreas, está localizada no Aeroporto Internacional Tancredo Neves, no Estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 3). Sua equipe conta com um efetivo de mais de 760 colaboradores, e sua capacidade produtiva supera 600.000 horas por ano.

Apesar de a marca Aerotech ter sido criada no final de 2019, com o objetivo de ampliar a venda de serviços de manutenção de aeronaves para empresas aéreas do mundo inteiro, o centro de manutenção da Gol Linhas Aéreas foi inaugurado em 2006. Desde então, tem executado serviços de manutenção preditiva, corretiva e modificações de aeronaves, principalmente da frota Gol.

Em seus 145.000 m<sup>2</sup> foram construídos dois hangares de manutenção de aeronaves, um hangar de pintura, uma oficina de reparos em superfícies de materiais compostos, uma oficina de reparos em estruturas metálicas, uma oficina de reparos em componentes eletroeletrônicos, uma oficina de reparos em rodas e freios, uma oficina de reparos em interiores de aeronaves, uma oficina de motores, um estoque e uma área para estacionamento de aeronaves.

Além da certificação da Anac para execução de serviços de manutenção em aeronaves e motores, a empresa possui certificação equivalente da autoridade

aeronáutica dos Estados Unidos (FAA) e da Europa (EASA), o que lhe permite atender clientes de grandes mercados da aviação que operem os modelos de aeronaves Boeing 737-300/400/700/800/-8, Boeing 767-200/300, motores CFM56-7B e LEAP 1B.

**Figura 4 – Aeronave em manutenção**



**Fonte: Gol Aerotech (2020).**

Na Figura 4 é possível identificar uma aeronave da frota da Gol Linhas Aéreas em processo de inspeção de manutenção. Para que áreas não acessíveis ao campo de visão fossem alcançadas, foi necessário posicionar estruturas metálicas conhecidas como docas ao redor da aeronave, além de uma plataforma de elevação.

**Figura 5 – Técnico inspecionando aeronave**



Fonte: Gol Aerotech (2020).

Na Figura 5 é possível identificar um técnico de manutenção inspecionando a parte superior da asa de uma aeronave da frota da Gol Linhas Aéreas. Seguindo as normas de segurança do trabalho, o técnico utiliza equipamentos de proteção individual e está amarrado a uma estrutura no teto do hangar de manutenção.

## 6.2 Donecle

**Figura 6 – Donecle drone**

 A screenshot of the Donecle website. At the top left is the Donecle logo. To the right is a navigation menu with links: Solution, Use Cases, Learn, About us, News, Careers, Contact us. The main content area has a dark background with the heading "Our Drone" in white. Below the heading are four feature boxes:
 

- No pilot**: Our unique patented laser technology allows precise positioning (centimetric) and does not require GPS or external sensor.
- Smart camera**: The camera gimbal is automatically piloted to follow the aircraft's curvature to provide clear images all around.
- Safe**: Our fail-safe design guarantees the mission's safety thanks to hardware redundancy and obstacle detection.
- Accurate**: Our drone enables detection of defects down to 1mm<sup>2</sup> and ensures accurate frame/stringer positioning of damages.

 In the center of these boxes is an image of the Donecle drone, a quadcopter with a camera mounted on the bottom.

Fonte: Donecle (2020).

A Donecle (Figura 6) surgiu quando seus cofundadores, profissionais da indústria da aviação, foram confrontados com a operação difícil e demorada de ter que inspecionar a parte superior da fuselagem de aeronaves de teste. Eles perceberam que os procedimentos de inspeção visual não haviam evoluído desde o início da aviação comercial, exigindo equipamentos pesados e colocando técnicos de manutenção em risco.

Após validar o interesse do mercado e a viabilidade técnica, a Donecle foi fundada em 2015 e hoje conta com uma equipe de mais de 20 colaboradores, oferecendo uma solução que combina um drone 100% automatizado com algoritmos avançados de análise de imagens.

A empresa está localizada em Labege, na França, e seus clientes incluem companhias aéreas, oficinas de manutenção, fabricantes de aeronaves e operadores militares em todo o mundo.

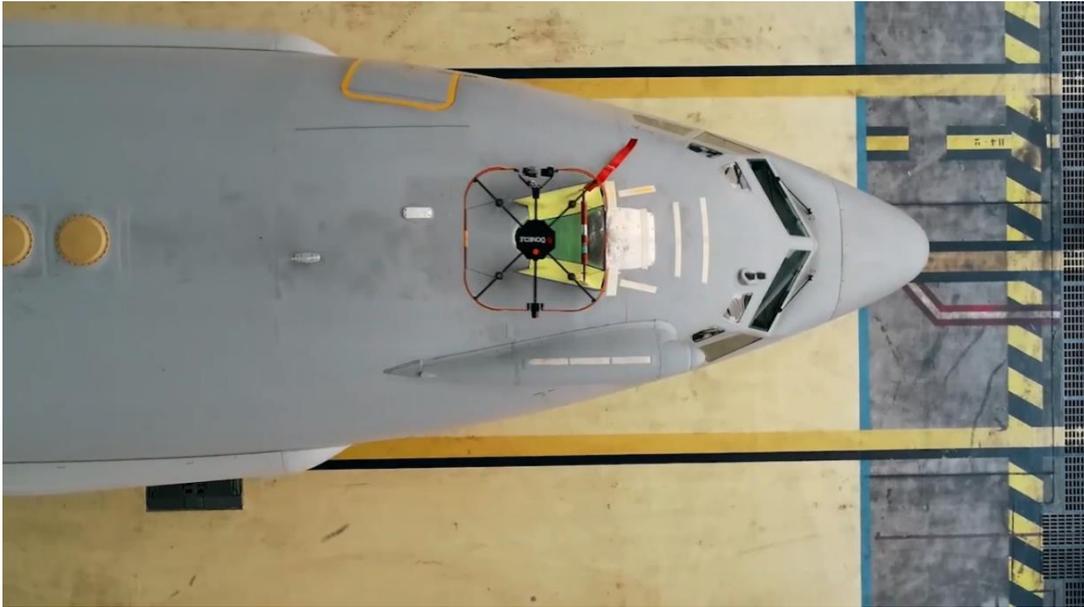
Um de seus três valores é a inovação. De acordo com seu *site*, a Donecle foi criada para ajudar seus clientes a tornar a manutenção de aeronaves mais eficiente e confiável. Fornece tecnologia de ponta para atender e exceder as necessidades de seus clientes e busca constantemente desenvolver novos recursos em seus produtos para oferecer a melhor solução para o mercado e continuar desafiando eles próprios.

**Figura 7 – Exemplo de inspeção realizada por drone 1**



Fonte: Donecle (2020).

**Figura 8 – Exemplo de inspeção realizada por drone 2**

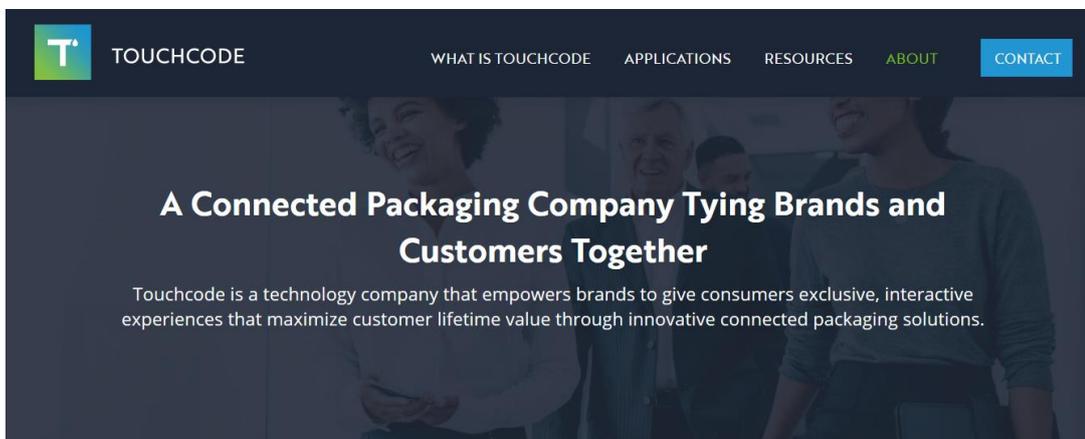


Fonte: Donecle (2020).

Nas Figuras 7 e 8 é possível identificar o drone da Donecle inspecionando a parte lateral direita e a parte superior da fuselagem de uma aeronave em manutenção. Para que as áreas não acessíveis ao campo de visão fossem alcançadas, não foi necessário posicionar estruturas metálicas e nem plataformas de elevação ao redor da aeronave.

### 6.3 Touchcode

**Figura 9 – Touchcode technology**



Fonte: Touchcode (2020).

A empresa Touchcode, localizada em Nova York, Estados Unidos, oferece uma solução que permite transformar a embalagem de um produto em um portal que libera experiências digitais exclusivas para seus clientes (Figura 9).

Ela utiliza tinta condutora para produzir uma etiqueta de identificação invisível que pode ser impressa em papel, cartão, embalagem, plástico, etc., conectando produtos físicos ao mundo digital.

Quando a tinta eletrônica da Touchcode entra em contato com uma tela sensível ao toque de qualquer dispositivo, como celulares ou tablets, as informações contidas na etiqueta de identificação invisível são transferidas para o dispositivo, que pode direcioná-las para um *site*, um vídeo, ou qualquer endereço eletrônico, conforme Figura 10.

**Figura 10 – Funcionamento da ferramenta *Touchcode***

**Identificação da marca**



- Ajuda empresas e consumidores a autenticar produtos e combater a pirataria.
- Mais seguro que os hologramas, pois o Touchcode é um dispositivo invisível e oculto

**Propaganda**



- Ajuda a empresa na publicidade e promoção de produtos.
- Execute campanha de marketing e interaja com o consumidor através da plataforma digital.

**Publicação de mídia**



- Ajuda os editores a aprimorar a mídia impressa e interagir com os clientes por meio da plataforma digital.
- Acesso digital a pré-visualizações de livros, trailers e anúncios.

Fonte: TWP (2020).

A Touchcode emprega menos de 50 colaboradores, porém desde 2005 sua solução de tecnologia patenteada tem fornecido novas maneiras de alavancar iniciativas de marketing, incluindo marketing de massa, cupons, programas de *royalties*, autenticação e antifalsificação para algumas das principais marcas do mundo.

## 7 REALIDADE DAS EMPRESAS AÉREAS

O custo por assento disponível por quilômetro (Cask) é uma unidade de medida comum usada para comparar a eficiência de companhias aéreas. É obtido dividindo-se os custos operacionais (arrendamento, manutenção, seguro, combustível, despesas com colaboradores, tarifas aeroportuárias, tarifas de navegação, etc.) pelos quilômetros por assento disponível (ASK). Geralmente, quanto menor o Cask, mais lucrativa e eficiente é a companhia aérea.

Para reduzir os custos operacionais, as empresas optam pela utilização de aeronaves novas, pois, de acordo com a Abear (2019), no Brasil, a utilização de aeronaves recém-construídas é essencial sob o ponto de vista econômico: aviões mais novos requerem menor gasto com combustível e manutenção. Esses equipamentos, no entanto, têm custos de arrendamento e uma depreciação mais expressivos do que os aviões com mais tempo de uso.

O principal componente do custo operacional é o combustível de aviação. Por ser cotado em dólar e ser altamente tributado, chega a representar até 40% dos custos de operação das empresas nacionais. Já a combinação manutenção e arrendamento foi responsável por 18% dos custos, em média, no período entre 2002 e 2015.

## 8 DESENVOLVIMENTO

### 8.1 Inspeções requeridas pelo programa de manutenção

Aeronaves possuem um programa de manutenção padrão elaborado por seu fabricante. As empresas aéreas são responsáveis por adaptá-lo à sua frota de acordo com as características das aeronaves que a compõem e submetê-lo à Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) para aprovação. A partir daí, todas as aeronaves incorporadas à frota cumprem à risca as ações de manutenção descritas nesse programa nos períodos por ele determinados.

O programa é composto por tarefas de diferentes complexidades, contemplando desde ações que podem ser cumpridas sem desmontagens de painéis ou auxílio de docas até tarefas que requerem a inspeção de áreas inacessíveis ao campo de visão de um técnico de manutenção localizado no solo (Figura 11).

**Figura 11 – Docas posicionadas para realização de inspeções de manutenção**

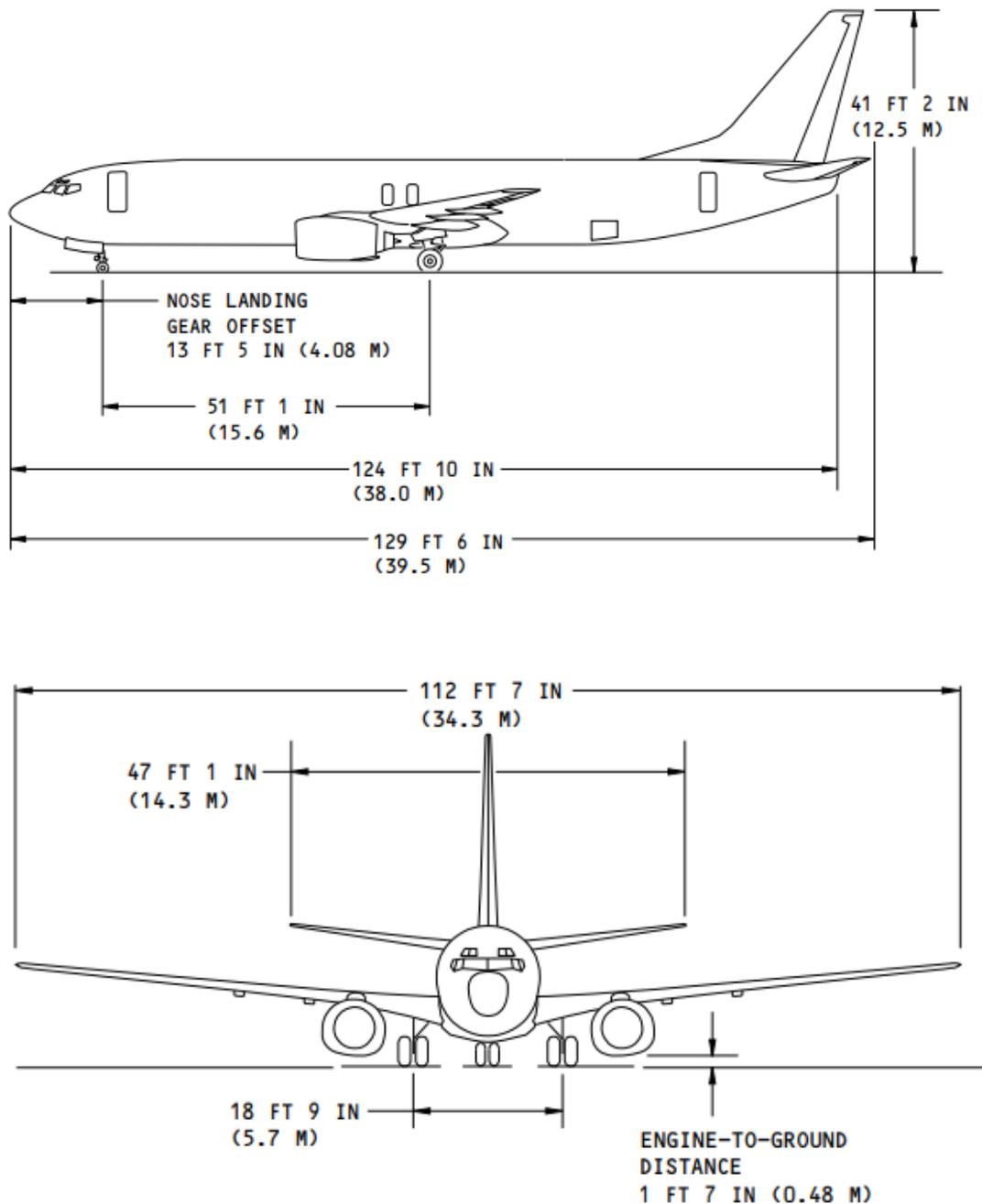


Fonte: Aeroexpo (2020).

As tarefas de maior complexidade exigem que a aeronave seja deslocada até um centro de manutenção, onde uma estrutura de docas será posicionada ao redor da aeronave, permitindo que todas as suas áreas sejam acessadas pelos técnicos de manutenção.

O processo de posicionamento dessas docas é complexo, pois são estruturas com peso elevado e de difícil manipulação. Além disso, costumam ficar alocadas do lado de fora dos hangares, já que cada modelo de aeronave possui dimensões de altura e largura diferentes, fazendo com que MROs tenha diversas docas (Figura 12).

**Figura 12 – Principais dimensões do Boeing 737-800**



Fonte: Boeing – AMM (2020).

Outras três complexidades foram observadas durante a pesquisa de campo: a necessidade de manutenção constante das estruturas metálicas devido à exposição a diferentes condições climáticas; o risco de acidentes com os técnicos de manutenção responsáveis pelo posicionamento, principalmente em seus membros inferiores, e o risco de surgimento de avarias nas aeronaves.

Quanto ao processo de inspeção com a utilização das docas, foi observado que o tempo gasto para sua execução é significativamente alto, contribuindo para o aumento dos custos operacionais da empresa.

### **8.1.1 Proposta de Solução**

Uma vez que essas inspeções são mandatórias, a alternativa para reduzir o custo operacional no âmbito da manutenção é otimizar a mão de obra utilizada e o tempo necessário para realizá-las sem que haja comprometimento da segurança operacional.

A solução mais adequada encontrada pelo grupo é a utilização de drones em detrimento à inspeção visual realizada pelo técnico de manutenção, conforme solução ofertada pela empresa Donecle. Desta forma, todos os riscos citados seriam mitigados. Adicionalmente, a utilização de drones pode propiciar maior confiabilidade no processo de registro de avarias, evitando desperdício de mão de obra e indisponibilidade da aeronave para operação por tempo prolongado.

De acordo com seu *site*, a Donecle realiza uma inspeção geral visual em uma aeronave de grande porte em uma hora, enquanto a mesma inspeção realizada por técnicos de manutenção consome seis horas sem contar o tempo de manipulação das docas.

Em caso de ser necessária a execução de alguma ação de manutenção pós-inspeção, plataformas de elevação poderiam ser utilizadas em substituição às docas.

### **8.1.2 Cronograma de implementação**

A implementação dessa solução não demandará uma equipe multidisciplinar, portanto, o projeto será submetido à aprovação apenas das lideranças da Gol Aerotech e do Planejamento de manutenção da Gol Linhas Aéreas. Se aprovado, um plano detalhado será elaborado.

A seguir estão listadas as principais etapas que servirão como marcos do projeto:

Etapa 1: Idealização. Nessa fase serão levantados todos os detalhes necessários para sua execução.

Responsável: Gerência de Planejamento, Engenharia e Qualidade

Período de execução: 1 mês

Etapa 2: *Benchmarking* com a empresa Air France/KLM, a qual é parceira estratégica da Gol e já utilizou a solução fornecida pela Donecle.

Responsável: Gerência de Planejamento, Engenharia e Qualidade

Período de execução: 1 mês

Etapa 3: Definição das especificações técnicas do drone a ser adquirido e da plataforma de processamento de dados que será utilizada para analisar as imagens capturadas durante as inspeções de manutenção.

Responsável: Gerência de Planejamento, Engenharia e Qualidade

Período de execução: 1 mês

Etapa 4: Processo de licitação para aquisição do drone e da plataforma de processamento de dados.

Responsável: Gerência de Compras e Contratação de Serviços Aeronáuticos e Corporativos

Período de execução: 3 meses

Etapa 5: Execução de uma inspeção-piloto que permitirá obter conhecimento necessário para elaboração de um processo escrito que detalhará as ações necessárias para a realização das inspeções e análise dos dados obtidos.

Responsável: Gerência de Manutenção de Hangar

Período de execução: 1 mês

Etapa 6: Realização de *On Job Training* com a equipe que executará as inspeções.

Responsável: Gerência de Educação Corporativa

Período de execução: 1 mês

Etapa 7: Implementação do projeto em todas as inspeções de manutenção de aeronaves aplicáveis.

Responsável: Gerência de Manutenção de Hangar

Período de execução: 1 mês

Tempo total estimado: 6 meses com atividades ocorrendo simultaneamente.

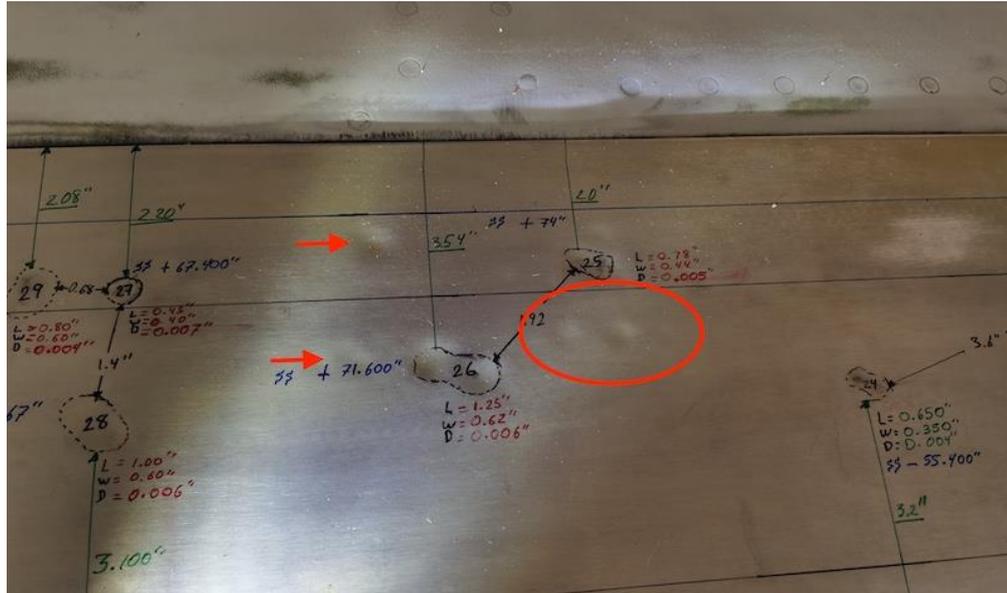
## **8.2 Inspeções de avarias na fuselagem das aeronaves**

Aeronaves são ativos que apresentam alta utilização. Na empresa utilizada como base para este estudo, Gol Linhas Aéreas, cada avião opera em média mais de 12 horas ao dia, distribuídas em aproximadamente 8 operações de decolagens e pousos.

Devido ao fato de essas aeronaves operarem em altitudes elevadas, é necessário que em cada voo seja efetuado um processo de pressurização da cabine, em que o ar externo é injetado dentro do avião com o objetivo de manter uma pressão adequada ao corpo humano. Os repetidos processos de pressurização e despressurização exercem cargas estruturais no revestimento da fuselagem que podem resultar em avarias. Além disso, detritos nas pistas de decolagem, carregamento e descarregamento de bagagens e comissária, presença de aves ao redor dos aeroportos e chuvas de granizo são outros fatores comuns que podem causar danos.

Uma vez percebida a existência de qualquer avaria, é necessário verificar se esta coloca em risco a segurança operacional. Para isso, um técnico de manutenção realiza uma inspeção criteriosa, através da coleta das dimensões de altura, largura e profundidade do dano, além da presença de rachaduras. Com essas informações, o manual de manutenção elaborado pelo fabricante da aeronave é consultado, e a ação a ser tomada, que pode ser a execução de um reparo ou monitoramento sem execução de reparo, é definida (Figura 13).

**Figura 13 – Avaliação de avarias em aeronave**

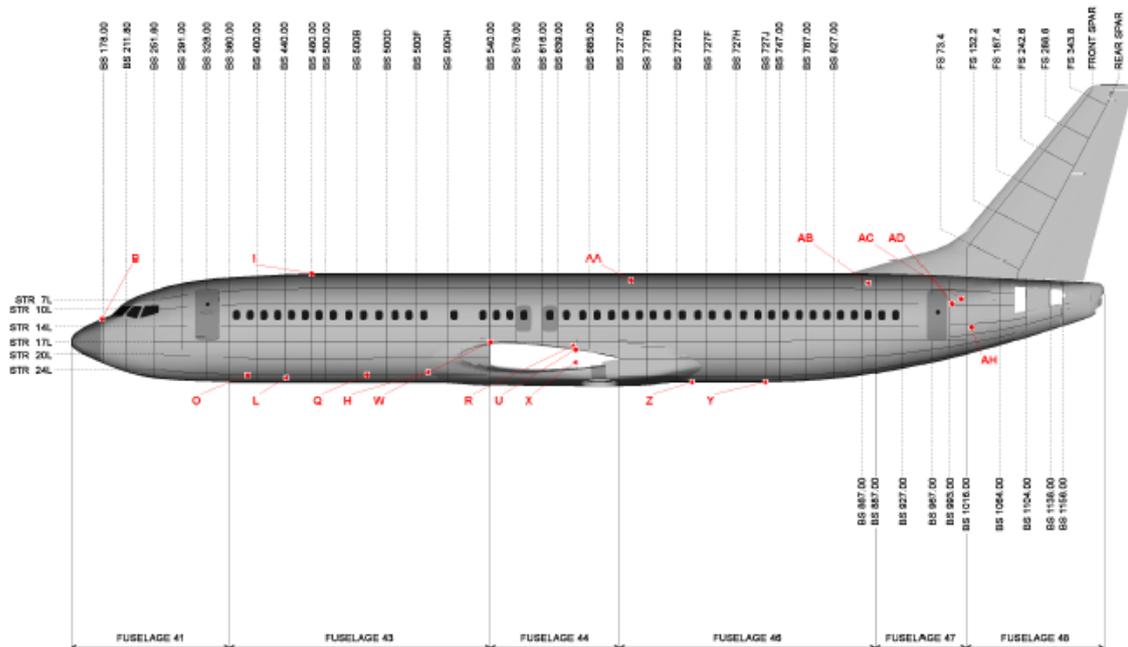


Fonte: Elaborada pelos autores.

Os danos que se enquadram na ação de monitoramento sem execução de reparo são identificados e registrados pela empresa, de maneira a serem monitorados em intervalos de tempo predeterminados.

Dependendo das características operacionais e da idade da aeronave, podem existir centenas de danos nessas condições, fazendo com que as empresas aéreas adotem ferramentas sistêmicas de registro e controle (Figura 14).

**Figura 14 – Exemplo de ferramenta para registro de danos**



**Fonte: Elaborada pelos autores.**

Apesar da utilização dessas ferramentas, a identificação visual de um novo dano, ou mesmo de um dano existente para monitoramento, tem se mostrado um processo repleto de oportunidades de melhoria. Condições climáticas e de luminosidade interferem significativamente no processo de sua localização. A extensão, formato e altura da fuselagem e asas, além da existência de múltiplos danos em uma pequena área, também são fatores considerados agressores desse processo.

Como a aeronave passa por diversas bases diariamente, sendo inspecionada por diferentes pessoas, um dano já monitorado corre o risco de ser avaliado como um novo dano por não possuir uma identificação visual que possibilite ao técnico de manutenção saber que, naquele momento, nenhuma ação se faz necessária.

Uma solução empregada por empresas estrangeiras para mitigar esse retrabalho e que a aeronave fique indisponível devido à manutenção desnecessária é inserir em cada dano um adesivo de identificação, porém no Brasil existe uma preocupação por parte das empresas aéreas de que isso causaria um mal-estar aos passageiros, já que nem todos se sentem confortáveis em uma viagem de avião, e a ciência de que existem avarias na aeronave poderia trazer ainda mais desconforto a esses clientes (Figura 15).

**Figura 15 – Exemplo de identificação de avaria em aeronave**



Fonte: Elaborada pelos autores.

### **8.2.1 Proposta de Solução**

Buscando otimizar o processo praticado pelas empresas estrangeiras, manter a transparência da identificação para os passageiros e garantir a confiabilidade das informações, nossa pesquisa buscou novas tecnologias que pudessem suportar uma solução que evitasse a repetição de registros, agilizasse a verificação da aeronave e a identificação do problema.

A solução proposta advém de uma tecnologia conhecida como Touchcode, na qual qualquer aparelho *touchscreen* é capaz de reconhecer informações escondidas em códigos transparentes aplicados em uma superfície.

Ao contrário dos códigos de barras e QR codes, que precisam ser analisados com um *scanner* — como a câmera dos smartphones — para serem interpretados, os Touchcodes possuem como base uma tinta eletrônica invisível aos olhos.

Quando essa tinta entra em contato com a tela sensível ao toque, as informações contidas são transferidas para o dispositivo, que pode direcionar o usuário para um *site*, um vídeo, ou qualquer endereço eletrônico. Dessa forma, podem ser impressas etiquetas invisíveis a serem colocadas nas pequenas avarias e serem adicionadas em um sistema próprio as informações sobre a manutenção necessária.

### **8.2.2 Cronograma de implementação**

A implementação dessa solução não demandará uma equipe multidisciplinar, portanto o projeto será submetido à aprovação apenas da liderança da Diretoria Técnica de Manutenção da Gol Linhas Aéreas. Se aprovado, um plano detalhado será elaborado.

A seguir estão listadas as principais etapas que servirão como marcos do projeto:

Etapa 1: Idealização. Nessa fase serão levantados todos os detalhes necessários para sua execução.

Responsável: Gerência de Engenharia

Período de execução: 2 meses

Etapa 2: *Benchmarking* com empresas de outros setores que já utilizem a tecnologia Touchcode.

Responsável: Gerência de Engenharia

Período de execução: 3 meses

Etapa 3: Definição das especificações técnicas do equipamento com tela sensível ao toque que será utilizado para leitura dos adesivos de identificação dos danos e da interface sistêmica com as ferramentas de banco de dados da Gol.

Responsável: Gerência de Soluções de T.I. da Vice-Presidência de Operações

Período de execução: 2 meses

Etapa 4: Processo de licitação para aquisição do equipamento com tela sensível ao toque e da interface sistêmica.

Responsável: Gerência de Compras e Contratação de Serviços Aeronáuticos e Corporativos

Período de execução: 3 meses

Etapa 5: Execução de uma inspeção-piloto que permitirá obter conhecimento necessário para elaboração de um processo escrito que detalhará as ações necessárias para a realização das inspeções e análise dos dados obtidos.

Responsável: Gerência de Manutenção de Linha

Período de execução: 2 meses

Etapa 6: Realização de *On Job Training* com a equipe que executará as inspeções.

Responsável: Gerência de Educação Corporativa

Período de execução: 2 meses

Etapa 7: Implementação do projeto em todas as inspeções de manutenção de aeronaves aplicáveis.

Responsável: Gerência de Manutenção de Linha

Período de execução: 3 meses

Tempo total estimado: 12 meses, com atividades ocorrendo simultaneamente.

### **8.2.3 Estudo de Viabilidade Financeira**

O objetivo do estudo de viabilidade financeira é levantar dados como investimento de capital, ganhos potenciais, projeção de redução de custos e *payback*, permitindo às partes interessadas decidirem se o projeto deve ou não ser implementado.

Para a implementação da solução proposta será necessário investimento em tecnologia e treinamento, conforme estimativa elencada na Tabela 8.

**Tabela 8 – Projeção de investimento de capital**

Descrição dos investimentos necessários	Jan/21 R\$	Fev/21 R\$	Mar/21 R\$	Abr/21 R\$	Mai/21 R\$	Jun/21 R\$	Total R\$
Hardware - aquisição	25000	25000	25000	25000	-	-	100.000,00
Plataforma de processamento	-	-	10000	10000	10000	-	30.000,00
Plataforma de integração sistêmica	15000	-	15000	-	15000	-	45.000,00
Treinamento de analistas	2000	2000	2000	-	2000	2000	10.000,00
Treinamento de pilotos	5000	5000	-	-	5000	-	15.000,00
<b>Total orçado</b>	<b>47.000,00</b>	<b>32.000,00</b>	<b>52.000,00</b>	<b>35.000,00</b>	<b>32.000,00</b>	<b>2.000,00</b>	<b>200.000,00</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após estimar o investimento, é necessário identificar a projeção de redução de custos proveniente da implementação da solução proposta, conforme indicado na Tabela 9. Neste trabalho não será considerada a economia com a redução do tempo de solo das aeronaves sob a perspectiva do custo de arrendamento, devido esta ser uma informação considerada estratégica pelas empresas aéreas.

**Tabela 9 – Projeção de redução de custos (R\$)**

	abr/21	mai/21	jun/21	jul/21	ago/21	set/21	out/21	nov/21	dez/21	Total
Homens-horas gastos em inspeções	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	112.500
Aquisição e manutenção de docas	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	18.000
Avarias causadas em aeronaves	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	90.000
<b>Total</b>	<b>24.500</b>	<b>220.500</b>								

Fonte: Elaborada pelos autores.

O resultado financeiro esperado para a solução proposta está descrito na Tabela 9. Ele foi obtido através da comparação da projeção de investimento de capital com a projeção de redução de gastos.

**Tabela 10 – Resultado estimado (R\$)**

	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21	jul/21	ago/21	set/21	out/21	nov/21	dez/21	Total
Investimento	-47.000	-32.000	-52.000	-35.000	-32.000	-2.000	-	-	-	-	-	-	-200.000
Redução de custos	-	-	-	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	220.500
Resultado	-47.000	-32.000	-52.000	-10.500	-7.500	22.500	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	20.500

**Fonte: Elaborada pelos autores.**

Apesar de o grupo ter omitido o custo diário de arrendamento de uma aeronave, por se tratar de uma informação estratégica da empresa, a análise financeira da solução proposta mostrou-se promissora, pois se trata de um investimento de capital baixo com *payback* de 12 meses.

#### **8.2.4 Gestão de Riscos**

Para operar um drone é necessário obter certificações e seguir protocolos estabelecidos pelos órgãos públicos reguladores do setor aéreo (ANAC, ANATEL e DECEA). Nos próximos parágrafos será apresentado de maneira resumida o que é requerido por cada órgão e seus documentos normativos.

O Regulamento brasileiro da aviação civil especial RBAC-E número 94, da ANAC, aprovado através da resolução número 419 de 2 de maio de 2017, possui 7 subpartes nas quais são abordados os requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Nele, o drone é identificado como Aeronave Remotamente Pilotada (*Remotely-Piloted Aircraft – RPA*), ou seja, aeronave não tripulada e pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota.

Em suas subpartes são abordados requisitos gerais, regras de voo, registro e marcas, autorização de projeto de RPAS, certificados de aeronavegabilidade para RPA, aeronavegabilidade continuada de RPAS e disposições finais.

Conforme descrito no site da ANATEL (2020),

As empresas ou pessoas físicas proprietárias de drones (veículos aéreos não tripulados) precisam homologar seus equipamentos com a Anatel. Os drones possuem transmissores de radiofrequência em seus controles remotos e, em alguns casos, no próprio veículo aéreo, para a transmissão de imagens. Todos os drones necessitam ser homologados pela Anatel inclusive os de uso recreativo, como os de aeromodelismo.

Segundo o site da ANATEL (2020),

O primeiro passo para homologar um drone na Agência é fazer um cadastramento no Sistema de Gestão de Certificação e Homologação e preencher o requerimento de homologação.

Ainda de acordo com o site da ANATEL (2020),

Antes de utilizar o equipamento, mesmo com a homologação da Anatel, o interessado deve entrar em contato com a ANAC, por meio do e-mail [rpas@anac.gov.br](mailto:rpas@anac.gov.br), e com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e-mail [rpas@decea.gov.br](mailto:rpas@decea.gov.br).

O processo para homologação de drones é descrito no Manual de Orientações - Homologação de DRONES disponível no site da ANATEL.

Conforme descrito no site do DECEA (2020),

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) é o órgão do Comando da Aeronáutica que tem por missão planejar, gerenciar e controlar as atividades relacionadas ao controle do espaço aéreo, à proteção ao voo, ao serviço de busca e salvamento e às telecomunicações do Comando da Aeronáutica. Como órgão central do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), compete ainda ao DECEA, como previsto na Portaria nº 913/GC3, de 21 de setembro de 2009, prover os meios necessários para o gerenciamento e controle do espaço aéreo e o serviço de navegação aérea, de modo seguro e eficiente, conforme estabelecido nas normas nacionais e nos acordos e tratados internacionais de que o Brasil seja parte.

Ainda segundo o site do DECEA (2020),

A missão do Portal Sistema de Aeronave Não Tripulada (*Unmanned Aircraft Systems - UAS*) é reunir a legislação e informações necessárias para que pilotos e operadores de UAS possam realizar operações seguras e em consonância com o arcabouço regulatório em

vigor, bem como proporcionar ao usuário um canal de solicitação para acesso ao espaço aéreo brasileiro.

A reedição da Instrução do Comando da Aeronáutica ICA 100-40, aprovada através da portaria número 112/DGCEA, de 22 de maio de 2020, possui 17 capítulos nos quais são regulamentados os procedimentos e responsabilidades para utilização do Espaço Aéreo Brasileiro por aeronaves não tripuladas.

Dentre os procedimentos descritos na ICA destaca-se o Processo de solicitação de acesso ao espaço aéreo, necessário para realização do voo.

## 9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 9.1 Conclusões

Desde Johannes Gutenberg (1400-1468), grande precursor da Revolução Científica e das bases materiais para a moderna economia baseada no conhecimento e a disseminação em massa da aprendizagem, até o surgimento da tecnologia de transmissão de som por ondas de rádio, desenvolvida pelo italiano Guglielmo Marconi e/ou pelo sérvio Nikola Tesla (ainda há discussão) no fim do século XIX, passaram-se 4 séculos.

Do rádio até a primeira patente da televisão em 1922 passam-se menos de 40 anos, e seguimos na redução do lapso de tempo entre os grandes avanços tecnológicos cada vez mais rápidos até chegarmos à armazenagem em nuvens, 5ª geração de bandas de internet, Internet das Coisas e Revolução Industrial 4.0.

Toda essa evolução tecnológica possibilitou inovações nas formas de comunicarmos, de vivermos, de trabalharmos, de nos socializarmos e de nos relacionarmos com o mundo. As inovações surgem a todo o momento, e as empresas cada vez mais buscam os benefícios dessas inovações em seus negócios, agregando valores, encantando clientes e reduzindo custos.

A indústria aeronáutica, objeto de nosso estudo, foi uma das que mais se beneficiaram das evoluções tecnológicas, seja na construção das aeronaves, seja na tecnologia embarcada.

Apesar de toda a evolução, ainda há espaço para muitas inovações na indústria aeronáutica, e a proposta deste trabalho foi justamente identificar oportunidades e propor soluções através da inovação, seja ela tecnológica ou processual.

Avaliando diversas áreas nessa indústria, o grupo identificou que as inspeções de manutenção são atividades que demandam muito tempo e mão de obra. Diante dessa situação, surgiu a pergunta à qual buscamos responder em nosso trabalho: como otimizar inspeções de manutenção em aeronaves através do uso de ferramentas tecnológicas?

Em nossas pesquisas no mercado, buscando alternativas tecnológicas que pudessem nos auxiliar a responder a essa questão, identificamos duas soluções com

alto potencial para agregar velocidade, precisão e maior controle das atividades de inspeção em fuselagem de aeronaves.

Concluimos que antes da aplicação de qualquer inovação ou tecnologia é necessário entender o problema de forma ampla, através de pesquisas e levantamento de dados com especialistas das áreas afetadas para conseguirmos ser assertivos nas eventuais propostas de soluções.

Concluimos também que a inovação não necessariamente encerra e nem é dependente de uma revolução tecnológica, mas é principalmente uma forma de repensar processos, problemas e soluções. Ela expande horizontes e possibilidades quando corretamente aplicada às oportunidades de melhoria identificadas.

Por fim, tendo respondido à questão central proposta neste trabalho de reduzir o tempo necessário para realizar inspeções de manutenção em aeronaves através da utilização de tecnologia, concluimos que a inovação é um processo contínuo de entendimento e busca de novos formatos e produtos que, por vezes, podem ser disruptivos, mas, mesmo não o sendo, podem proporcionar ganhos consideráveis às organizações.

## **9.2 Recomendações**

Considerando o alto potencial de retorno desse investimento, o grupo recomenda que um estudo de viabilidade para implantação das sugestões aqui colocadas seja levado adiante pela empresa Gol Linhas Aéreas. Além disso, recomendamos que futuras pesquisas nessa área busquem o desenvolvimento de aplicativos e *softwares* capazes de interpretar, consolidar e conectar os dados coletados, garantindo que não só a empresa como também os fabricantes das aeronaves possuam uma robusta base de dados para desenvolvimento de ferramentas tecnológicas ainda mais significativas.

## REFERÊNCIAS

ABEAR. *Panorama da aviação brasileira*. Disponível em: <<http://panorama.abear.com.br/dados-e-estatisticas>>

ABGI. Brasil. *O que é inovação*. s.d. Disponível em: <<https://brasil.abgi-group.com/inovacao>>

AEROEXPO. *NIJL aircraft docking*. 2020. Disponível em: <<https://www.aeroexpo.online/pt/prod/nijl-aircraft-docking-bv/product-168841-8329.html>>

ANAC. Regulamento brasileiro da aviação civil especial. Disponível em: <[https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo\\_norma/RBACE94EMD00.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf)>

ANATEL. Produtos Homologados. Disponível em: <<https://www.anatel.gov.br/institucional/component/content/article?id=1485>>

AIRBUS. *Global Market Forecast – 2019-2038*. Disponível em: <<https://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html>> Acesso em: 1º/02/2020.

BASTOS, C.; KELLER, V. *Aprendendo a aprender*. introdução à metodologia científica. São Paulo: Atlas, 1999.

BESSANT, J.; TIDD, J. *Inovação e Empreendedorismo*. Porto Alegre, RS: Bookman, 2009. p.20

BOEING. *Commercial Market Outlook: 2019 – 2038*. 2019. Disponível em: <<https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/market/commercial-market-outlook/assets/downloads/cmo-sept-2019-report-final.pdf>> Acesso em: 1º/02/2020.

BOEING. *My Boeing Fleet*. The Boeing Company, B737-800. Aircraft Maintenance Manual – AMM. 2020. Disponível em: <[myboeingfleet.boeing.com](http://myboeingfleet.boeing.com)>

CNT. Confederação Nacional de Transporte. *Pesquisa de opinião*. 2020. Disponível em: <<https://cnt.org.br/pesquisa-opinioao>>

CNT/MDA. *Relatório Síntese*, rodada 143, 21 -23 de fevereiro/2019. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/306/1/Pesquisa%20CNT%20de%20Opini%3a3o%20-143.pdf>>

CORSI, S.; DI MININ, A. *Disruptive innovation... in reverse*: Adding a geographical dimension to disruptive innovation theory. *Creativity and Innovation Management*, vol. 23, n. 1, 2014. p. 76-90.

DECEA. Drone.UAS. Disponível em: <<https://www.decea.gov.br/drone/>>

- DOBNI, C. B. Measuring innovation culture in organizations: the development of a generalized innovation culture construct using exploratory factor analysis. *European Journal of Innovation Management*, 2008. vol.11, n. 4, pp.539-559.
- DONECLE. *Soluction*. Our drone. 2020. Disponível em: <<https://www.donecle.com/solution/#ourDrone>>
- DRUCKER, Peter. *Administração na era das grandes transformações*. Rio de Janeiro: **Editora**: Campus, 2012.
- FACHIN, O. *Fundamentos de metodologia*. São Paulo: Ed. Saraiva, 2001.
- FONSECA, Marcus Vinicius de Araujo; BRUNO-FARIA, Maria de Fátima. *Cultura de Inovação: Conceitos e Modelos Teóricos*. ANPAD, 2014. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/rac>
- GOL AEROTECH. 2010. Disponível em: <<https://www.golaerotech.com>>
- IATA. *Annual Review*. 2019. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2019.pdf>> Acesso em: 1º/02/2020.
- LAGE, K. M. *Cultura de inovação: Ilustração de caso em empresas públicas de Minas Gerais*. Repositório Digital de Monografias. 2018. EPG/FJP: Disponível em: <<http://monografias.fjp.mg.gov.br/handle/123456789/2413>>
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos: metodologia científica*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- MARKIDES, C. Disruptive reality. *Business Strategy Review*, vol. 24, n.3. 2013. p.36-43.
- MORAES, M. B.; MIRANDA, M. A., ARAUJO, Querido, E. O. de; MARQUES DOS SANTOS, E. Cultura de inovação em micro e pequenas empresas dos setores aeronautico e de tecnologia da informação! 2017. *Redalcy.Org* Disponível em: <<https://www.redalcy.org/articulo.oa?id=81052980006>>
- NOGAMI, Vitor Koki da Costa. *Destruição criativa, inovação disruptiva e economia compartilhada: uma análise evolucionista e comparativa*. 2018. Disponível em: <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3443092](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3443092)>
- OCDE. Manual de Oslo. *Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*. FINEP, 1997. p. 55-56.
- PITTERI, Sirlei. *Tecnologia disruptiva e seus reflexos na economia e governos*. CEST. Centro de Estudos Sociedade e Tecnologia. USP, 2018. Disponível em: <<http://www.cest.poli.usp.br/wp-content/uploads/2018/08/V1N8-Tecnologias-disruptivas-e-seus-reflexos-na-economia-e-governos.pdf>>
- REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL. UFBA.s.d. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/25631/1/Cultura%20de%20inova%C3%A7%C3%A3o%20em%20micro%20e%20pequenas%20empresas%20dos%20setores%2>>

0aeron%C3%A1utico%20e%20de%20tecnologia%20da%20informa%C3%A7%C3%A3o.pdf>.

SOUTO MAIOR, Paulo Henrique Serrano; BALDANZA, Renata Francisco. Tecnologias disruptivas: o caso do Uber. *Revista Pensamento Contemporâneo em Administração*. vol. 11, n. 5, 2017. p. 37-48. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441753779011> Acesso em: 20 jun. 2020.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Gestão da inovação*. Porto Alegre: Bookman, 2008. p. 23.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Managing innovation - integrating technological, market and organizational change*. 2nd ed. England: John Wiley & Sons Ltd, 2001. p. 5.

TIGRE, Paulo Bastos. *Gestão da Inovação - A economia da Tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TOUCHCODE. *About*. 2020. Disponível em: < <https://touchcode.com/about> >

TWP. *TWP Touchcode*. 2020. Disponível em: <[https://www.twp-global.com/other\\_products/twp-touchcode](https://www.twp-global.com/other_products/twp-touchcode)>

VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. *A comparative study on quality management in the brazilian and the Scottish prison service*. Tese [Doutorado PhD on Business Studies]. Scotland, University of Edinburg, Edimburgo, 1996.