



Para ser relevante.

www.fdc.org.br



Programa de Especialização em Gestão de Negócios

PROJETO APLICATIVO 2022

Prof. Geraldo Figueiredo Filho

FUNDAÇÃO DOM CABRAL


PROGRAMA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE NEGÓCIOS

**Anderson Botelho
Anderson Eustáquio
Evandro Falconi
Fabiano Costa Reis
Paulo Cesar Villela
Wanderson Anício Madureira dos Santos**

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO EM EMPRESAS AÉREAS:
FABRICAÇÃO DE PARTES DE INTERIORES**

Belo Horizonte

2022



**Anderson Botelho
Anderson Eustáquio
Evandro Falconi
Fabiano Costa Reis
Paulo Cesar Villela
Wanderson Anício Madureira dos Santos**

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO EM EMPRESAS AÉREAS:
FABRICAÇÃO DE PARTES DE INTERIORES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Especialização em Gestão de Negócios da Fundação Dom Cabral como requisito parcial para a conclusão da Especialização em Gestão de Negócios.

Orientador: Geraldo Figueiredo Filho

**Belo Horizonte
2022**



DEDICATÓRIA

À nossas famílias que sempre estiveram presentes, compreendendo as ausências, compartilhando ideias e incentivando-nos a prosseguir através de sorrisos e palavras de carinho...

AGRADECIMENTOS

Ao Professor e Orientador Geraldo Figueiredo Filho pela participação e constantes contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

As empresas aéreas AZUL, GOL e LATAM por nos apoiar ao longo desta trajetória de desenvolvimento.

A Fundação Dom Cabral de Minas Gerais pelo apoio de suas instalações e aos seus professores pela exímia qualidade de ensino.

A todo o corpo técnico do Sistema SEST SENAT e ITL pela possibilidade de desenvolvimento dos profissionais dentro dos diversos modais de transporte.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para este Projeto.



"O sábio não é o homem que fornece as verdadeiras respostas; é o que fórmula as verdadeiras perguntas."

Claude Lévi-Strauss

RESUMO

A manutenção das condições técnicas de uma aeronave é condição fundamental para a segurança operacional e para garantir a sua disponibilidade para atendimento à malha de voos de uma empresa aérea. Estudos demonstram que os custos de manutenção das aeronaves representam uma parcela significativa dos custos operacionais totais de uma empresa aérea, sendo que uma parcela significativa desses custos de manutenção decorre da necessidade de utilização de partes e materiais, principalmente no Brasil onde os custos de aquisição desses insumos são dolarizados. Além do custo, fatores logísticos e alfandegários existentes no Brasil tornam o custo de aquisição de materiais e peças de reposição ainda mais significativo. Este trabalho tem como objetivo demonstrar que a fabricação de partes pela empresa aérea ou por uma empresa contratada durante o processo de manutenção de uma aeronave é possível do ponto de vista técnico, é economicamente viável e aceitável do ponto de vista legal, observadas determinados fatores que serão discutidos ao longo do texto. Os resultados aqui apresentados demonstram uma grande oportunidade de redução de custos de manutenção mediante a fabricação de partes utilizadas na cabine de passageiros das aeronaves sem que haja comprometimento da segurança operacional ou outros riscos legais que possam impedir o seu uso.

Palavras-chave: aeronave, manutenção, redução de custos, fabricação de partes

ABSTRACT

The maintenance of the technical conditions of an aircraft is a fundamental condition for flight safety and to ensure the availability of aircraft to service the network of flights of an airline. Studies show that aircraft maintenance costs represent a significant portion of an airline's total operating costs, and a significant portion of these maintenance costs stem from the need to use parts and materials, especially in Brazil where the costs of acquiring these materials are dollarized. In addition to the cost, logistics and customs challenges existing in Brazil make the cost of purchasing materials and spare parts even more significant. This work aims to demonstrate that the fabrications of parts by the airline or one of its contractors during the maintenance process of an aircraft is possible from a technical perspective, is economically viable and legally acceptable, observed certain factors that will be discussed throughout the text. The results presented here demonstrate a great opportunity to reduce maintenance costs by fabricating parts used in the passenger cabin of aircraft without compromising operational safety or other legal risks that may prevent their use.

Keywords: aircraft, maintenance, cost reduction, fabrication of parts

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impactos Econômicos da Atividade do Transporte Aéreo no Brasil	39
Figura 2 - Detalhamento da Composição dos Custos e Despesas das Empresas Aéreas Brasileiras (Panorama 2019)	45
Figura 3 - Detalhamento da Composição dos Custos e Despesas das Empresas Aéreas Brasileiras (Panorama 2020)	46
Figura 4 – Distribuição dos Custos por Assento no Mercado Estadunidense.....	47
Figura 5 - Cover de Poltrona de Passageiros Confeccionada Por Processo de Injeção	57
Figura 6 - Armcap Confeccionado	58
Figura 7 - Molde para Confeção de Armcap.....	59
Figura 8 - Matriz de Esforço e Impacto	63
Figura 9 - Projeto Para Confeção - Duto de Ar-Condicionado.....	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da Quantidade de Passageiros Transportados Pagos em Voos Internacionais (Real x Estimado).....	40
Gráfico 2 – Comparativo na Distribuição do Mercado Nacional 2018 e 2019.....	42
Gráfico 3 - Comparativo na Distribuição do Mercado Nacional 2019 e 2020	43

LISTA DE ABREVIATURAS

ABEAR – Associação Brasileira das Empresas Aéreas;

ASM – *Available Seat Mile*;

ASK – *Available Seat Kilometer*;

AC – *Advisory Circular*;

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil;

AOG – *Aircraft On Ground*;

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil;

CASM – *Cost per ASM*;

CASK – *Cost per ASK*;

CDM – Custos Diretos de Manutenção;

CID – Custos Indiretos de Manutenção;

CDO – Custos Diretos de Operação;

CIO – Custos Indiretos de Operação;

FAA – *Federal Aviation Administration*;

LRU – *Line Replaceable Unit*;

MEL – *Minimum Equipment List*;

OACI - Organização da Aviação Civil Internacional;

RBAC – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil.

SUMÁRIO

1 RESUMO EXECUTIVO	13
1.1 <i>Problema de Pesquisa</i>	16
1.2 <i>Justificativa da escolha do problema e relevância do projeto para a organização</i>	17
1.3 <i>Objetivos</i>	18
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	18
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	19
1.4 <i>Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo</i>	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 <i>Manutenção</i>	21
2.1.1 <i>Manutenção de Linha</i>	24
2.1.2 <i>Manutenção de Hangar (Manutenção de Base)</i>	25
2.1.3 <i>Manutenção de Motores</i>	26
2.1.4 <i>Manutenção de Componentes</i>	27
2.2 <i>Custos de Manutenção</i>	28
2.3 <i>Peças de Reposição</i>	31
2.4 <i>Partes Produzidas por um Proprietário ou Operador (“Owner Produced Parts”)</i>	33
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	35
4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO	39
4.1 <i>Análise do Setor</i>	39
4.2 <i>Realidades Organizacionais Brasileiras</i>	48
4.3 <i>Breve Comparativo com o Mercado Global</i>	49
4.4 <i>Pontos Relevantes Dentro da Regulamentação Brasileira</i>	50
4.5 <i>Desafios Logísticos e Custos de Aquisição de Peças de Reposição</i>	52
5 PROPOSTA DE SOLUÇÃO	55
5.1 <i>Oportunidades de Redução de Custos Através das “Owned Produced Parts”</i>	55
5.2 <i>Estudo de Caso Aplicado</i>	56
5.3 <i>Análise de Viabilidade</i>	61
5.3.1 <i>Viabilidade técnica</i>	63
5.3.2 <i>Viabilidade operacional</i>	64
5.3.3 <i>Viabilidade estratégica</i>	65
5.3.4 <i>Viabilidade financeira</i>	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS	73

1 RESUMO EXECUTIVO

A atividade aérea é caracterizada pelo uso intensivo de recursos financeiros, os quais incluem os custos de aquisição ou *leasing* das aeronaves, além de custos operacionais relativos a combustível; manutenção; pessoal de operação (pilotos e comissários); taxas de navegação e taxas aeroportuárias. São ainda consideradas, as despesas relativas a estruturas administrativas e de setores de apoio à operação, tais como gestão de malha, despacho de voos, atendimento em aeroportos, dentre outros (GOMES, FONSECA; QUEIROZ, 2013).

Dentro do contexto operacional de uma empresa aérea, a atividade de manutenção destaca-se como elemento fundamental para a garantia das condições técnicas das aeronaves. Tal fato representa, inicialmente, a redução de riscos à segurança operacional, ou seja, a minimização da possibilidade de ocorrência de acidentes ou incidentes que tenham como principal fator contribuinte, a condição técnica da aeronave e a minimização de impactos financeiros, mediante a maximização da disponibilidade das aeronaves para a execução dos voos previstos na sua malha aérea (ZIMMER, THOMPSON, 2009).

Atrasos e/ou cancelamentos de voos, como postulam Torres, Bergamini e Cella (2020), representam um custo adicional para as empresas aéreas, dado que, diante de sua ocorrência, a empresa aérea será responsável por arcar com despesas adicionais de realocação de voos, hotéis e alimentação de todos os passageiros envolvidos. Ademais, são abarcados os custos futuros decorrentes de ações judiciais demandadas por passageiros que estiveram sujeitos a algum dano decorrente do atraso ou cancelamento do seu voo.

A execução da atividade de manutenção aeronáutica como visto nos estudos de Ribeiro (2009); Machado e Urbina (2015), está baseada em quatro pilares principais: a capacidade técnica das pessoas que executam essas atividades; as ferramentas e equipamentos requeridos; as instruções técnicas apropriadas e os materiais e a disponibilização das peças

de reposição requeridos para os reparos necessários, sendo estes últimos o objeto do presente trabalho.

Para as empresas aéreas brasileiras a aquisição de materiais e peças de reposição apresenta diversos desafios, já que a maior parte deles são importados, mesmo para as aeronaves fabricadas no Brasil, cujos materiais e peças de reposição são oriundas de fabricantes internacionais como citam Rebouças e Abrahão (2019).

Dessa forma, em razão do custo de aquisição dolarizado, as dificuldades logísticas e aduaneiras para disponibilizar determinado material ou peça de reposição no local e quando ele é demandado, representam um entrave que precisa ser enfrentado pelas empresas aéreas para o pleno funcionamento das aeronaves e dentro de uma estrutura de custos que não signifique perda de competitividade em relação aos seus concorrentes (ZANUZZI, 2017).

Nesse contexto, a viabilização de processos de fabricação de partes durante o processo de manutenção de uma aeronave, ou as *“Owned Produced Parts”*, termo que significa “peças produzidas por um proprietário ou operador para uso em suas próprias aeronaves”, seja a fabricação executada pela própria empresa aérea ou por uma organização de manutenção contratada por ela, tem um alto potencial de contribuição para a redução de custos, minimizando a necessidade de importação dessas partes. Tal potencial de redução de custos é ainda mais acentuado no caso de fabricação de partes utilizadas nas cabines de passageiros (“partes de interiores”) dado o elevado custo de aquisição dessas partes e tempo requerido para sua disponibilização (CAPPA e SOUZA, 2012).

Além de trazer reduções significativas de custos, Christopher (2013) assinala que a fabricação *“in house”* também aumenta a disponibilização de partes, que por um contexto de variabilidade e burocrática possui elevado *lead time*. A relativa facilidade para desenvolvimento e viabilização de fabricação de partes de interiores próxima às unidades de reparo, permite à empresa aérea reduzir seus custos de manutenção, disponibilizar suas aeronaves de forma mais rápida (menor atraso na disponibilidade de partes para execução

dos reparos), além de possibilitar a manutenção das melhores condições das cabines de passageiros, assegurando seu conforto e segurança durante o voo.

Não obstante, é preciso considerar o que determina a provisão legal nos regulamentos aeronáuticos brasileiros, tal como o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC nº 21 para que uma empresa aérea fabrique partes de reposição para uso durante a manutenção de suas aeronaves. Somado a isso, a utilização prática de tal provisão está sujeita a certos requisitos específicos definidos por esses regulamentos tais como, disponibilidade de desenhos da parte a ser fabricada indicando suas dimensões e o material aplicável; a existência de equipamentos ou outros recursos necessários para a fabricação; pessoal capacitado para a execução da atividade de fabricação; fortalecimento da cadeia logística para disponibilização da matéria prima necessária e, em alguns casos, a aprovação do órgão regulamentador de aviação do país no caso do Brasil, a ANAC (ANAC, 2021).

Ainda no que concerne à questão supracitada, a rápida reposição de itens danificados também reflete na satisfação dos clientes. Sabe-se que o consumidor do serviço de transporte aéreo compra uma passagem e espera receber, minimamente, um produto funcional e com boa aparência. O ponto de atenção para o desenvolvimento de uma fabricação de parte é a identificação do material original, seguindo todos os requisitos e normas, bem como a aprovação do órgão regulamentador de aviação do país (RODRIGUES et al., 2010).

De acordo com a equipe de suprimentos de uma grande Companhia Aérea com atuação, também no Brasil, e a mérito exemplificativo, a empresa gastou, apenas em 2019, aproximadamente 13 milhões de dólares com compras de partes que, a rigor, poderiam ser confeccionadas no Brasil. Em virtude desse cenário, o presente estudo assume a premissa de desenvolver uma análise de redução dos altos custos associados a manutenção das aeronaves comerciais, focado principalmente na redução de custos operacionais por intermédio da internalização do processo de confecção de algumas partes utilizadas em aeronaves comerciais dentro do mercado doméstico.

1.1 Problema de Pesquisa

Além de todos os fatores anteriormente mencionados, a queda na demanda de voos, em decorrência da pandemia do novo coronavírus, Covid-19, influenciou negativamente o resultado financeiro das empresas aéreas. De acordo com os dados estatísticos apresentados à ANAC referentes ao 1º trimestre de 2021, as principais empresas aéreas brasileiras AZUL, GOL e LATAM continuam mantendo níveis reduzidos de ofertas de voo em comparação ao mesmo período de 2019. Nesse período, houve aumento nos indicadores relacionados aos custos mais significativos da indústria em comparação a 2020. O preço do combustível (QAV) aumentou 2,2% e o dólar aumentou 22,8% desde o início da pandemia que atingiu o Brasil em março de 2020 (ANAC, 2021).

Essa profunda mudança na indústria da aviação forçou, ainda, a comunidade aérea a se adaptar mediante tantos conflitos econômicos oriundos da pandemia de coronavírus. Assim, observou-se a necessidade das companhias aéreas se reinventarem com o intuito de garantir o equilíbrio financeiro de seus caixas. Ainda no que concerne a esta questão, é possível identificar que o mercado está cada vez mais competitivo e, por isso, é preciso avaliar cautelosamente toda e qualquer oportunidade de inovação (ANDRADE, 2021).

Em síntese, para continuar sobrevivendo as empresas precisam reanalisar as atuais metodologias de trabalho. Em síntese, há uma grande oportunidade para redução dos custos operacionais - com especial ênfase a manutenção de aeronaves. Dentro dessa concepção, é importante identificar quais as oportunidades existentes em cada organização para que seja possível internalizar a confecção de determinadas partes nas oficinas de manutenção. Em virtude disso, busca-se demonstrar que o ambiente altamente competitivo, aliado ao fenômeno cada vez mais amplo da globalização dos mercados, exige das empresas maior agilidade, melhores performances e a constante procura por redução de custos (CHING, 2010).

Busca-se responder a seguinte questão norteadora: de que maneira a fabricação de partes de uso na cabine de passageiros das aeronaves pode ser feita sem comprometer a segurança operacional ou demais riscos legais que possam limitar o seu uso?

1.2 Justificativa da escolha do problema e relevância do projeto para a organização

O cenário do mercado cada vez mais competitivo e com os níveis de serviço cada vez mais exigentes, o que mostra a relevância do assunto, pois fazem com que as empresas aéreas tenham custos de ordem de grandeza considerável para manter a cabine de passageiros em boas condições de uso. Este cenário se dá devido ao elevado custo de compra das peças de interiores que são todas importadas e com elevados *lead time* de entrega, podendo chegar, em alguns casos, a 180 dias e encontrar alternativas que possam minimizar esses efeitos, por si só, justifica a realização dessa pesquisa.

Ainda sobre esse contexto, é importante destacar que quando se faz necessário uma compra emergencial, o valor do item pode variar em até 3 vezes sobre o montante original. A razão para a realização do presente estudo também considera que estes fatores afetam diretamente os custos de manutenção e o cliente final, que por sua vez, pagou pelo serviço e deseja usufruir de uma cabine de passageiros impecável, refletindo diretamente na imagem da empresa.

Adicionalmente, desafios de importação de partes e materiais no Brasil, particularmente aqueles relacionados a processos alfandegários podem resultar em atrasos na disponibilidade desses materiais, impactando o prazo de reparo como foi abordado por Rebouças e Abrahão (2019).

Deste modo, há que se compreender que a relevância deste tema às organizações aéreas está intimamente ligada à redução de seus custos operacionais e a oportunidade de garantir a autossuficiência em parte das suas rotinas de manutenção. Um outro aspecto a ser considerado, é que sempre haverá dependência do mercado internacional, portanto, a

redução desta dependência pode trazer resultados mensuráveis a todas as companhias aéreas – em especial àquelas que sofrem com o processo de dolarização.

Não obstante, é válido reforçar que a manutenção das condições técnicas de uma aeronave é condição fundamental para a segurança operacional e para garantir a disponibilidade das aeronaves para atendimento à malha de voos de uma empresa aérea como foi visto em Rodrigues, Neto e Júnior (2019).

Sendo a manutenção das aeronaves um elemento de peso na estrutura de custos totais de uma empresa aérea, faz-se necessário avaliar oportunidades de redução desses custos sem que isso implique em aumento dos riscos à segurança operacional (ocorrências de acidentes ou incidentes decorrentes da manutenção inadequada das aeronaves). O presente trabalho busca, assim, demonstrar que a fabricação de partes pela empresa aérea ou por uma empresa contratada durante o processo de manutenção de uma aeronave (*“Owned Produced Parts”*) é possível do ponto de vista técnico, é economicamente viável e aceitável do ponto de vista legal, observadas determinados fatores que serão discutidos ao longo do trabalho.

Mediante a compreensão do contexto operacional, do entendimento da estrutura de custos de manutenção e das possibilidades legais e práticas para redução desses custos, tem-se o propósito de evidenciar a oportunidade de redução de custos de manutenção mediante a fabricação de partes utilizadas na cabine de passageiros das aeronaves sem que haja comprometimento da segurança operacional ou outros riscos legais que possam impedir o seu uso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral é demonstrar a existência de uma grande oportunidade de redução de custos de manutenção mediante a fabricação de partes utilizadas na cabine de passageiros das

aeronaves, sem que haja comprometimento da segurança operacional ou outros riscos legais que possam impedir o seu uso.

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos a serem alcançados, destacam-se:

- a) contextualizar o cenário das empresas aéreas brasileiras, mediante dependência de partes oriundas do mercado internacional;
- b) analisar a viabilidade econômica inerente ao processo de confecção de partes;
- c) propor alternativas para reduzir custos de manutenção;
- d) permitir maior conforto e melhorar a percepção de qualidade junto ao cliente.

1.4 Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo

O estudo aqui apresentado é composto por seis capítulos principais divididos de modo a trazer maior coesão para os temas abordados. Em regra, o primeiro capítulo traz o resumo contemplando o cenário; a problemática da pesquisa, bem como os objetivos a serem alcançados. Já o segundo capítulo apresenta as principais bases conceituais que circundam o cenário de manutenção de aeronaves dentro do contexto das companhias aéreas brasileiras. Para endossar a relevância do tema, são pontuadas questões relacionadas aos custos operacionais e aos desafios inerentes ao processo de confecção de partes dentro do mercado nacional.

No terceiro capítulo é exposta a metodologia de pesquisa, considerando o levantamento bibliográfico e a pesquisa-ação. O presente trabalho se baseou em uma abordagem de natureza qualitativa, contendo classificação, etapas e amostragens observadas pelos participantes do grupo dentro das rotinas operacionais das empresas aéreas AZUL, GOL e LATAM.

No quarto capítulo contempla uma breve análise do setor, apresentando informações estruturadas acerca das realidades organizacionais brasileiras e um breve comparativo com o mercado global. O quinto capítulo traz a análise de viabilidade, assim como a descrição da solução proposta para atender os objetivos específicos deste trabalho. Busca-se demonstrar que assunto e sua relevância para as organizações e, além disso, demonstrar que sua aplicabilidade é uma boa alternativa para garantia da sustentabilidade dos negócios. Por fim, o sexto capítulo trará as considerações finais e um breve resumo acerca da relevância do tema para desenvolvimentos e estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manutenção

A ideia conceitual de manutenção, embora tenha a cada dia ganhado mais notoriedade nas duas últimas décadas, iniciou-se em períodos remotos. Expandir e modernizar o parque industrial se torna um pré-requisito para as empresas, um bom marketing e consequentemente a melhora da qualidade do produto está diretamente ligada às boas práticas da manutenção industrial. Ao implementar um programa de manutenção, os profissionais dessa área podem adotar uma visão proativa e de longo prazo em relação à manutenção de rotina. Com essa abordagem, os operadores poderão facilitar as principais melhorias em segurança, produtividade e cuidado ambiental (SCHULTZ, 2018).

Como acontece, majoritariamente, com as organizações com uso intensivo de ativos, operar com um plano de gerenciamento de manutenção bem-sucedido é a chave para maximizar o desempenho e a eficiência dos ativos físicos. Além de gerar receita. Afinal, compreende-se que as estratégias de manutenção eficazes permitem que as empresas reduzam custos de manutenção e o tempo de inatividade (ALVES, 2019).

A atividade de manutenção é parte do ciclo de vida de qualquer equipamento ou sistema e possui como objetivos básicos: corrigir ou restaurar as condições operacionais do equipamento ou sistema (manutenção corretiva) ou reduzir a probabilidade de falha ou queda no desempenho, por meio do cumprimento de um plano previamente elaborado de ações baseado em intervalos definidos de tempo, horas de operação ou qualquer outro parâmetro aplicável (manutenção preventiva) (KARDEC; NASCIF, 2012).

Dentro do contexto da atividade aeronáutica, a segurança operacional é o principal objetivo da atividade de manutenção aeronáutica, o que significa manter a aeronave e seus componentes em condições “aeronavegáveis” ao longo de toda a sua operação. O termo “aeronavegável” (e o termo aeronavegabilidade) refere-se a um conceito utilizado na aviação

com o objetivo de denotar duas condições necessárias para que uma aeronave possa operar em segurança: estar em conformidade com o projeto original e estar em condições seguras de operação. Uma aeronave somente poderá ser considerada “aeronavegável” se essas duas condições forem satisfeitas ao mesmo tempo (RBAC 21, 2021).

Nos dizeres de Corrêa (2017, p.55-56) tem-se a descrição dos tipos de manutenção no contexto das aeronaves citando os regulamentos da Anac:

O RBAC 01, que foi instituído pela Resolução 200, de 13 de setembro de 2011, da ANAC, conceitua manutenção como qualquer atividade de inspeção, revisão, reparo, limpeza, conservação ou substituição de partes de uma aeronave e seus componentes, mas exclui a manutenção preventiva. (...) são cinco (5) tipos básicos de manutenção e cada tipo apresenta características específicas e suas aplicações são realizadas de acordo com a necessidade da atividade e a complexidade dos equipamentos:

- a) preventiva – a intervenção é levada a efeito de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, em obediência a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. Seu principal objetivo é evitar a falha, isto é, prevenir. (...)
- b) corretiva – trata-se de atuação para corrigir falha ou desempenho menor do que o esperado. (...)
- c) preditiva – trata-se do tipo de manutenção realizada com base na alteração de parâmetros de condição ou de desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. (...)
- d) detectiva – envolve, notadamente, a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle. Tem por finalidade detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e de manutenção. (...)
- e) engenharia de manutenção – tem como escopo uma mudança de paradigma quanto aos tipos de manutenção elencados anteriormente, em face de poder solucionar problemas tecnológicos por meio da identificação das causas básicas de falhas em equipamentos para a melhoria de padrões e metodologias.

Kinnison (2012) afirma que, embora a segurança operacional seja o fator mais importante na atividade de manutenção aeronáutica, um programa de manutenção eficaz permite que as aeronaves mantenham uma maior taxa de disponibilidade para operação regular, o que representa menos riscos de atrasos ou cancelamentos de voos.

As condições de perda de disponibilidade não programada da aeronave conhecidas como *Aircraft On Ground* (AOG) são extremamente preocupantes para as empresas aéreas, pois, geram consequências como atrasos e cancelamentos de voos, os quais podem representar

custos adicionais para a empresa aérea como custos de hospedagem, realocação em outros voos, dentre outros, sem considerar a insatisfação dos passageiros afetados como citado anteriormente (SILVA, 2013).

Silva (2020) descreve os objetivos estratégicos do programa de manutenção de uma aeronave, como:

- a) Assegurar a obtenção dos níveis de segurança operacional e confiabilidade inerentes à aeronave;
- b) Restaurar os níveis inerentes de segurança operacional e a confiabilidade da aeronave e seus sistemas quando alguma deterioração ocorrer;
- c) Obter as informações necessárias para o ajuste a otimização do próprio programa de manutenção da aeronave;
- d) Obter as informações necessárias para alterações de projeto ou outras ações que garantam o nível adequado de segurança operacional e confiabilidade;
- e) Atingir todos esses objetivos com o menor custo possível, incluindo os custos de manutenção e os custos decorrentes de falhas residuais.

Além de todos os fatores já considerados anteriormente, é importante ressaltar que o valor de revenda de uma aeronave é influenciado por diversos fatores, dentre os quais Silva (2020) destaca a condição na qual ela é mantida, uma das razões pelas quais os contratos de arrendamento de aeronaves contêm cláusulas estritas de manutenção de aeronave no sentido de manter o seu valor por ocasião da sua devolução.

Há que se considerar ainda o efeito da percepção dos clientes em relação ao estado da aeronave, em especial na cabine de passageiros. Essa percepção pode impactar adversamente uma empresa aérea já que essas condições possam afetar o conforto e a satisfação dos seus clientes.

Basicamente, a manutenção de uma aeronave está sujeita a cinco processos distintos, sendo: manutenção de linha, hangar, motores, componentes ou alterações. Essa divisão é definida em função do tipo de serviço de manutenção a que ela deve ser submetida. Em cada um desses processos pode-se encontrar atividades de manutenção preventiva ou corretiva (KINNISON, 2012).

2.1.1 Manutenção de Linha

A manutenção de linha consiste no atendimento das aeronaves nos aeroportos ao longo de sua programação diária de voos. Isto é, antes de cada partida da aeronave, de modo a assegurar a sequência de sua aeronavegabilidade e é composta por ações de manutenção programadas e/ou cheques que podem ser realizados no intervalo entre a chegada da aeronave em um determinado aeroporto e a sua partida para um novo destino, intervalo este que varia de 30 a 60 minutos (ANDO; COSTA, 2004).

Segundo Silva (2013), devido ao pouco tempo disponível, apenas as tarefas de manutenção essenciais podem ser executadas, normalmente inspeções visuais com o intuito de detectar danos estruturais, vazamentos de fluidos ou outras discrepâncias ou condições insatisfatórias.

Normalmente, são inspeções de pré-vôo, inspeções de trânsito (entre um pouso e uma decolagem), diárias, pernoite, semanais, e inspeções tradicionalmente conhecidas como cheque A (básico) para grandes aeronaves (KINNISON, 2012 e SKYBRARY, 2021).

Em alguns casos, os reparos ou correções de condições de mau funcionamento podem ser postergadas para execução durante a manutenção de pernoite (executada entre o período compreendido entre o último voo do dia e o primeiro voo do dia seguinte) ou em outra localidade com maior disponibilidade de recursos através do uso de uma Lista de Equipamentos Mínimos (MEL - *Minimum Equipment List*) aprovada pela autoridade aeronáutica (CORRÊA, 2017).

O referido documento contém uma listagem de equipamentos que, em função de redundâncias entre sistemas, podem permanecer inoperantes por um período limitado. Quando necessário, a correção de condições de mau funcionamento de baixa complexidade pode ser corrigida mediante a substituição de unidades modulares de baixa complexidade, conhecidas como *Line Replaceable Units* (LRU) (VILELA et al., 2010).

A manutenção de linha é executada por mecânicos de manutenção aeronáutica com experiência na solução de problemas, a manutenção de linha é limitada em escopo. Ou seja, durante a execução de falhas, existe um conjunto limitado de ações que podem ser adotadas com a aeronave em operação. Esta, por sua vez, encontra-se em um aeroporto aguardando o embarque de passageiros e o tempo e infraestrutura disponível são consideravelmente limitados (RIBEIRO, 2009).

Esse tipo de manutenção normalmente envolve pouco uso de mão de obra e de materiais ou peças de reposição, a menos que alguma manutenção corretiva precise ser realizada antes de a aeronave retornar a voo.

2.1.2 Manutenção de Hangar (Manutenção de Base)

Trata-se de serviços realizados normalmente em hangares estruturados e com a aeronave fora de sua programação de voos. Dentro desse contexto, é oportuno ressaltar que as atividades incluem grandes inspeções estruturais, em áreas de fuselagem, sistemas, superfícies de comando, compartimentos e áreas afins. Normalmente, este tipo de serviço está associado à revisão de componentes e sistemas da aeronave, conforme Programa de Manutenção das aeronaves da empresa aérea em consonância com a aprovação da autoridade aeronáutica (KINNISON, 2012).

Uma vez removidos das aeronaves, esses componentes são enviados para oficinas de manutenção de componentes para que possam ser inspecionados, reparados ou submetidos a revisão geral, conforme necessário. A duração destes serviços pode variar

consideravelmente, dependendo de fatores como idade e média de operação da aeronave ou ainda das condições ambientais em que ela é operada (SKYBRARY, 2021).

Esse tipo de atividade requer o uso extensivo de mão de obra para desmontagem, inspeção e remontagem da aeronave. A necessidade de materiais e peças de reposição decorrerá das condições da aeronave e de seus componentes, condição que será fortemente influenciada por fatores como tipo de utilização da aeronave, idade, tempo de operação etc. (RIBEIRO, 2009).

2.1.3 Manutenção de Motores

São semelhantes aos serviços realizados em outros componentes da aeronave e incluem revisão geral, reparos, modificações e substituição de componentes com vida limite (*Life Limited Parts*, LLP). Entretanto, estes serviços são tratados separadamente pelas empresas aéreas e organizações de manutenção por representarem um mercado à parte, com aspectos técnicos específicos, principalmente aqueles relacionados a questões legais e de processos (RIBEIRO, 2009).

O desempenho das tarefas em uma aeronave, motor, hélice ou parte associada é necessário para garantir a aeronavegabilidade contínua de uma aeronave, motor, hélice ou parte associada, incluindo qualquer uma ou combinação de revisão, inspeção, substituição, retificação de defeitos e a personificação de uma modificação ou reparo. A manutenção do motor da aeronave é um processo passo a passo semelhante ao check-up de saúde de uma pessoa. Consiste na lavagem e secagem de peças do motor a jato, inspeções visuais externas e internas, um desmonte do motor, o reparo e substituição de quaisquer peças e, em seguida, a remontagem e teste do motor (SILVA, 2020)

A manutenção de motores tende a ser a atividade de manutenção com o custo mais elevado. Em geral o uso de mão de obra é pequeno, todavia o custo dos materiais e peças de reposição requeridos é extremamente elevado (VILELA et al., 2010).

2.1.4 Manutenção de Componentes

A manutenção de componentes é realizada por oficinas especializadas com infraestrutura, ferramental e equipamentos de inspeção e testes específicos além, obviamente, de pessoal treinado para a execução de cada tipo de componente para o qual a oficina está homologada pela autoridade aeronáutica. Incluem no escopo dos serviços as inspeções, reparos, modificações e revisões gerais (CORRÊA, 2017).

Ainda no que concerne a esta questão, é importante lembrar que os procedimentos para a execução dos serviços são estabelecidos pelos manuais fornecidos pelos próprios fabricantes. A quantidade de mão de obra bem como materiais e peças de reposição depende do tipo de componente bem como do tipo de serviço que ele necessitará (SKYBRARY, 2021).

As modificações envolvem a atualização de sistemas das aeronaves ou modificação de sua configuração ao longo de sua vida útil. No primeiro caso as modificações são normalmente sugeridas pelos fabricantes e possuem o objetivo de aumentar a confiabilidade do sistema aplicável e, assim, contribuem para que a aeronave possa operar de forma segura e eficiente e com menor custo operacional. Já o segundo caso compreende as modificações que alteram a configuração original da aeronave como, por exemplo, instalação de uma porta de carga em uma aeronave originalmente projetada para transporte de passageiros; modificações de configuração interna e conversão de aeronaves para transporte de passageiros. Em aeronaves para transporte de carga, envolvem serviços de engenharia relacionados à projeto e instalação de sistemas e homologações perante a autoridade aeronáutica (KINNISON, 2012).

A elaboração e preparação da documentação necessária para um serviço de modificação deve ser acompanhada por um corpo técnico com experiência no tipo de atividade e familiarizado com a legislação aplicável. Este é um tipo de atividade com elevado valor agregado pois, trabalha-se com soluções customizadas, geralmente projetadas para um cliente específico. A quantidade de mão de obra bem como materiais e peças de reposição depende do tipo de modificação que será realizada. Por exemplo, uma conversão de aeronave para uma

configuração cargueira poderá requerer muitos homens/hora para sua execução, requererá equipamentos, ferramentas e materiais específicos (SILVA, 2020).

2.2 Custos de Manutenção

A estrutura de custos de uma empresa aérea pode variar em função de suas características individuais, o que pode tornar difícil a comparação entre custos operacionais entre empresas aéreas. Por esse motivo normalmente opta-se por utilizar métricas padronizadas para identificação dos custos, sendo comuns o uso das seguintes métricas (VASIGH, FLEMING; TACKER, 2018):

- a) ASM ou ASK (*Available Seat Mile* ou *Available Seat Kilometer*), correspondendo a um assento disponível na aeronave, voando uma milha (ou quilômetro, respectivamente), independentemente de a aeronave estar transportando passageiros ou não;
- b) CASM ou CASK (*Cost per ASM* ou *Cost ASK*), o qual corresponde ao custo de voar um assento por uma milha ou quilômetro, respectivamente (SILVA, 2020).

O CASM (ou CASK) total de uma empresa aérea é composto de diversos custos operacionais, sejam eles diretos ou indiretos. Os Custos Diretos de Operação (CDO) são aqueles que podem ser atribuídos diretamente à operação das aeronaves e ocorrem todas as vezes em que uma aeronave estiver voando. Dentre esses CDOs destacam-se os custos de leasing das aeronaves, combustível, tripulação, taxas aeroportuárias e taxas de navegação, manutenção das aeronaves e seus componentes e outras despesas diretamente relacionadas à operação das aeronaves (RIBEIRO, 2009).

Os custos indiretos de operação (CIO) representam os diversos custos que não estão diretamente relacionados à operação das aeronaves, ocorrem independente de as aeronaves serem operadas, mas, são fundamentais para a continuidade das operações. Incluem-se os custos relacionados a pessoal de apoio em solo (equipes nas mais diversas áreas de apoio à operação como engenharia, aeroportos, atividades financeiras, planejamento de malha aérea

etc.), infraestrutura, custos relacionados à uso de recursos de tecnologia da informação etc. Alguns desses custos indiretos, como custos de infraestrutura podem ser tão elevados que podem se constituir em barreiras para que uma empresa aérea entre em um determinado mercado (VASIGH, FLEMING; TACKER, 2018).

Os custos de manutenção são consideráveis em uma empresa aérea. Estima-se que, em média, os custos diretos manutenção de uma aeronave correspondem de 10 a 20 por cento dos custos operacionais totais, o que pode ser considerado como uma contribuição significativa para a operação de uma aeronave comercial (VILELA et al., 2010).

No entanto, embora inevitáveis, sua redução deve ser um fator preponderante para que a empresa busque as melhores práticas de manutenção e resultados financeiros. Entretanto, embora qualquer empresa tenha como objetivo a geração de lucros, a redução de custos de manutenção em uma empresa aérea não pode comprometer a segurança de suas operações e de seus passageiros (SILVA, 2013).

Os custos de manutenção são normalmente compostos de Custos Diretos de Manutenção (CDM), os quais incluem os custos de mão de obra e materiais utilizados para a execução da atividade e os Custos Indiretos de Manutenção (CIM), os quais incluem os custos de administração (*overhead*), ferramentas, equipamentos, disponibilização e manutenção de instalações e facilidades, supervisão, registros das ações de manutenção executadas, controle de qualidade etc. (IATA, 2018).

Adicionalmente há que se considerar os entraves logísticos e alfandegários associados à aquisição e disponibilização de peças de reposição aeronáuticas, as quais, em países como o Brasil são na maioria importadas, o que pode resultar em custos adicionais de manutenção decorrentes da indisponibilidade da aeronave até que uma determinada peça de reposição possa ser recebida e instalada na aeronave. (CIACCI et al., 2015).

De acordo com a IATA (2018), o custo de manutenção ocorre sempre que uma das atividades referenciadas na seção anterior acontecer. Tendo isto em mente, é importante considerar que o valor despendido em cada uma dessas atividades decorrerá de fatores como:

- a) Idade e tipo de operação da aeronave;
- b) Localização geográfica no qual a atividade de manutenção ocorre;
- c) Custo de mão de obra no local onde a atividade é executada;
- d) Eficiência da mão de obra;
- e) Custo de aquisição e de logística para disponibilização de materiais e peças de reposição;
- f) Condições econômicas, como inflação, taxas de câmbio etc.;
- g) Políticas adotadas pela empresa aérea quanto à disponibilização de peças de reposição (por exemplo, reparar versus substituir por uma pela nova ou fabricar versus adquirir uma peça nova);
- h) Questões contratuais incluindo necessidade de subcontratação, “caps” de material e homem/hora etc.

Ainda segundo a IATA (2018), alguns parâmetros podem ser utilizados para avaliação dos custos de manutenção ao longo do tempo. Eles são extremamente importantes para a delimitação e geração de fluxos de caixa, fundamentais para a sustentabilidade do negócio. Entre eles, destacam-se:

- a) Custos de mão de obra;
- b) Custos de materiais e peças de reposição, incluindo os custos de estocagem;
- c) Custos de manutenção internalizada e/ou subcontratada;
- d) Custos de manutenção por segmento, ou seja, manutenção de linha, hangar, componentes e motores;
- e) Custo total de manutenção da frota.

Para Vasigh, Fleming e Taker (2018), além dos custos diretos e indiretos de manutenção, há que se lembrar que a indisponibilidade não programada de uma aeronave resulta em custos adicionais para uma empresa aérea e geram consequências como atrasos e cancelamentos de voo, isto é, custos adicionais para a empresa aérea com hospedagem, realocação em outros voos, além da insatisfação dos passageiros afetados.

Segundo Vilela et al., (2010), como a segurança operacional é o fator determinante e prioritário para a execução de manutenção nas aeronaves de suas frotas, os custos de manutenção normalmente não passam por um escrutínio para sua redução. Porém, sem prejuízo da segurança operacional, a busca pela redução de custos e melhoria de eficiência operacional não impede as empresas aéreas de implementarem ações conscientes de melhoria de processos logísticos, utilização de novas metodologias de trabalho, análises estratégicas quanto à disponibilização de peças de reposição (por exemplo, reparar versus substituir por uma pela nova ou fabricar versus adquirir uma peça nova), dentre outras atividades que possam resultar na redução dos seus custos operacionais (VASIGH et al., 2018).

2.3 Peças de Reposição

A execução da atividade de manutenção aeronáutica está baseada em quatro pilares principais: a capacidade técnica das pessoas que executam essas atividades, as ferramentas e equipamentos requeridos, as instruções técnicas apropriadas e os materiais e peças de reposição requeridos para os reparos necessários, sendo estes últimos o objeto do presente trabalho.

Embora o setor aeronáutico tenha sofrido desregulamentação ao longo dos últimos anos, os requisitos de segurança operacional continuam altamente regulamentados de forma a garantir a segurança da atividade aérea e principalmente dos passageiros transportados. A autoridade aeronáutica local de cada país (no caso do Brasil a Agência Nacional de Aviação Civil, ANAC), tem como objetivos definir políticas e regulamentos que promovam a segurança operacional, a avaliação e o desenvolvimento do sistema de aviação civil no país (SILVA, 2020).

Com relação à manutenção, são emitidos regulamentos que assegurem a obtenção de padrões mínimos para a manutenção de aeronaves, motores, hélices e componentes. Também existem regras e regulamentos referentes à certificação de empresas aéreas, organizações de manutenção aeronáutica, pessoal técnico envolvido com manutenção aeronáutica (ANAC, 2021).

Os materiais e peças de reposição utilizados para a execução de manutenção em aeronaves e seus componentes também estão sujeitos a requisitos regulamentares específicos tanto para sua fabricação quanto para seu uso durante a execução de manutenção em uma aeronave e seus componentes. Tais materiais devem ter a qualidade necessária para que a condição do artigo mantido (aeronave ou componente) fique pelo menos igual à sua condição original ou fique apropriada à uma alteração executada sobre o artigo (no que diz respeito à função aerodinâmica, à resistência estrutural, à resistência a vibração e deterioração e a outras qualidades que afetem a aeronavegabilidade (ANAC, 2021).

Portanto, quando se considera peças de reposição para uso em atividades de manutenção aeronáutica devemos considerar outros aspectos além do custo e do prazo de entrega. Esses aspectos adicionais resultam de requisitos regulamentares muito restritivos, os quais tem como objetivo assegurar a segurança operacional das aeronaves nas quais essas peças de reposição serão instaladas (ANDO; COSTA, 2004).

Incluem-se entre esses requisitos, a necessidade de se garantir que os materiais consumidos sejam aqueles utilizados no produto original (ou um material cuja equivalência seja tecnicamente demonstrada. Tais materiais sejam rastreáveis ao seu fabricante e, no caso de materiais para uso em interior da aeronave, que seja garantida a condição de inflamabilidade desses materiais - condição de extrema importância para garantir a segurança dos passageiros em caso de alguma situação emergencial decorrente de fogo a bordo da aeronave (MACHADO; URBINA, 2015).

2.4 Partes Produzidas por um Proprietário ou Operador (“*Owner Produced Parts*”)

Conforme citado na seção anterior, as peças de reposição utilizadas na execução de manutenção aeronáutica estão sujeitas a requisitos e regulamentos específicos que tem como objetivo garantir a qualidade dessas peças e dos serviços de manutenção executados. Ou seja, significa a qualidade para garantir a manutenção da condição original da aeronave ou uma condição apropriada a uma alteração executada). Com esse objetivo, os regulamentos aeronáuticos definem requisitos claros de projeto e aprovação dessas peças de reposição (KARDEC; NASCIF, 2012).

Dentre diversas formas de aprovação de peças de reposição estabelecidas na legislação aeronáutica, duas se destacam e são objeto deste estudo: peças produzidas por um proprietário para manutenção ou modificação de sua própria aeronave ou componente e as peças produzidas por uma organização de manutenção aeronáutica para uso durante a execução de reparo ou alteração (ANAC, 2021).

As condições supracitadas são similares, já que a possibilidade de que uma organização de manutenção fabrique uma peça de reposição em nome de um operador decorre do fato de que em determinadas situações, o proprietário da aeronave não terá condições para efetuar a fabricação. Ele então delega essa atividade a uma organização de manutenção que esteja executando serviços em uma das suas aeronaves. Por esse motivo, ambas as formas de aprovação são consideradas aqui como equivalentes e denominadas “partes produzidas por um proprietário ou operador” ou “*Owner Produced Parts*”.

As duas formas de obtenção de peças de reposição, de acordo com Corrêa (2017), representam meios de geração de valor para os operadores de aeronaves na medida em que se constituem em oportunidades de redução de custos operacionais, diminuição de prazos de entrega, menor indisponibilidade da aeronave decorrente da espera de peças de reposição para execução de algum reparo, dentre outras.

Dentro desse ambiente altamente desafiador, envolvendo necessidade de redução dos custos operacionais, dificuldades de importação de peças de reposição dentre outros desafios logísticos citados por Ribeiro (2009); Vilela et al., (2010); Silva (2013) e Corrêa (2017) que se impõe à execução da manutenção aeronáutica, a possibilidade de que uma empresa aérea ou uma organização de manutenção aeronáutica fabrique determinadas peças de reposição para uso em suas aeronaves durante o processo de manutenção. Trata-se de uma estratégia se mostra uma oportunidade legalmente aceita e economicamente viável para essas empresas.

No entanto, dada a complexidade do projeto de uma aeronave e o impacto do uso de peças de reposição, que não aquelas fornecidas por seus respectivos fabricantes, há que se avaliar o risco à segurança operacional decorrente do uso de tais partes não originais. Esta é a razão pela qual, neste estudo, optou-se por avaliar a viabilidade da fabricação de um grupo de peças de reposição por uma empresa aérea ou organização de manutenção. Ressalta-se, contudo, que a falha não terá efeito adverso sobre a segurança do voo ou do pouso da aeronave. Esse tipo de peça de reposição é conhecido no ambiente aeronáutico como “partes Categoria 3” (ANAC, 2011).

Para efeito de simplificação e considerando a definição do tipo de peça de reposição de que trata este trabalho, será utilizado, a partir de agora o termo “partes” como sinônimo de “peças de reposição”.

Finalmente, é importante salientar uma restrição a essa forma de aprovação de partes: ela é aplicável somente para uso em serviços de manutenção executados em aeronaves desse operador (ANAC, 2021).

Ou seja, elas não podem ser vendidas separadamente. Caso a organização tenha a intenção de vender essas partes para outras empresas aéreas ela deverá buscar outras formas de aprovação que estão fora do escopo desse trabalho.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para alcançar os objetivos estabelecidos no presente estudo propõem-se duas abordagens de pesquisa que foram utilizadas em fases distintas do presente estudo, a citar: exploratória e descritiva.

Segundo Mattar (2013), uma pesquisa exploratória visa compreender o tema de forma aprofundada, através de uma revisão de conceitos aplicados em estudos e pesquisas já realizadas com o tema. Por outro lado, uma pesquisa descritiva segundo Marconi e Lakatos (2017) tem por finalidade descrever a realidade com base nos seguintes aspectos: descrição, registro, análise e interpretação dos fenômenos.

Portanto, nesse estudo optou-se pela abordagem exploratória, a fim de conhecer mais sobre as estratégias de redução de custos de manutenção de aeronaves, utilizando estudos disponíveis na literatura. Após a obtenção dessas informações, aplicou-se a abordagem descritiva, com a pormenorização prática das quatro etapas mencionadas anteriormente.

As referidas etapas possibilitaram o cumprimento do objetivo do estudo, auxiliando na elaboração dos objetivos específicos, os quais são detalhados nas etapas metodológicas atinentes a este estudo.

Após definidos os protocolos de pesquisa, o próximo passo seguiu na definição da natureza dos dados utilizados durante o desenvolvimento do presente estudo. Esses dados são classificados em quantitativos e qualitativos. De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, bem como as relações entre variáveis.

Portanto, estratégia quantitativa está centrada na objetividade, considerando que a realidade pode ser compreendida com base na análise de dados obtidos por instrumentos padronizados e neutros. Alguns exemplos podem ser citados com a aplicação desse tipo de pesquisa, tais

como: pesquisas econômicas e financeiras (análise de risco, estudos de viabilidade econômica e financeira), melhoria de processos, simulação de dados, entre outros.

Creswell (2014) define pesquisa qualitativa como um conjunto de práticas que transformam o mundo visível em dados representativos, considerando-se que o significado atribuído ao fenômeno é mais importante que sua quantificação. Desse modo, esse tipo de pesquisa não se preocupa com representatividade numérica, já que os dados analisados não são métricos. Segundo o autor, os dados analisados incluem: notas, entrevistas, fotografias e lembretes. Assim, a pesquisa é conduzida em ambiente natural e o pesquisador envolvido é o principal instrumento de coleta dos dados.

Outra característica marcante desse tipo de pesquisa é o enfoque na perspectiva e contexto nos quais os participantes estão inseridos, não podendo ser generalizados. Os resultados envolvem um raciocínio complexo que circula entre o dedutivo e indutivo (GIL, 2017).

No presente estudo, a estratégia que melhor se enquadra à natureza do problema abordado é quali-quantitativa. A partir dessa estratégia foi possível estabelecer as métricas para coleta e análise dos dados utilizados (oriundos de relatórios das empresas) e obtidos pelo estudo de viabilidade econômica e financeira proposto. Com base na análise dos resultados foi possível extrair indicadores que demonstrarão se o projeto é viável ou não, e caso seja, oferecendo informações sobre valor e tempo de retorno do recurso investido.

Após definido o tipo (exploratória e descritiva) e a estratégia (quantitativa) de pesquisa, o próximo passo definiu o método de pesquisa abordado, bem como os instrumentos de coleta dos dados. Em relação ao método, de acordo com as características e enquadramento com os objetivos do estudo, definiu-se por utilizar o método “Estudo de Caso”.

De acordo com Gil (2017) esse método visa o aprofundamento de uma realidade específica, a partir da observação/investigação direta das atividades do grupo estudado. Segundo Fonseca (2002) as investigações contemplam pesquisas bibliográfica e/ou documental, bem como a

coleta de dados juntos a pessoas, utilizando recursos de diferentes tipos de pesquisas, como por exemplo: pesquisa ex-post-facto, pesquisa-ação, pesquisa participante, entre outras.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados no estudo serão: levantamento bibliográfico e documental. Para Castro (2003), o levantamento bibliográfico é imprescindível para qualquer tipo de pesquisa. Esse tipo de levantamento foi utilizado, principalmente para compreender o embasamento teórico do assunto a ser estudado, na definição do objetivo e quais metodologias devem ser utilizadas.

O levantamento bibliográfico e documental também auxilia na escolha dos métodos adotados para a realização do estudo de viabilidade econômica e financeira para a fabricação dos componentes plásticos da cabine na oficina de manutenção. De acordo com Castro (2003), o levantamento documental é feito através da coleta de dados de fontes como arquivos, registros estatísticos, jornais e revistas.

Nesse sentido, tem-se o uso, além do referencial bibliográfico e análise de dados corporativos internos (protegidos por sigilo de informação), a experiência dos participantes envolvidos neste projeto aplicativo. Assim, foi possível demonstrar os aspectos técnicos e de mercado de componentes plásticos da cabine de passageiros.

Por fim, e, baseados nas informações supracitadas, foi analisado os relatórios de compras das companhias aéreas ao longo de 2019 (período anterior a pandemia) e, neste sentido, observou-se um grande montante financeiro despendido para compras de componentes utilizados no interior das aeronaves que operam aqui no Brasil.

Assim, identificou-se uma grande oportunidade para iniciar os estudos de viabilidade econômica e financeira para a implantação de um processo para internalizar a confecção de algumas destas partes. Os dados contidos e avaliados permitiram uma análise preliminar que mensurou de forma simplificada o potencial de redução de custos obtidos com a fabricação



de componentes dentro das próprias unidades de manutenção. Os resultados demonstraram um valor estimado de redução em cerca de 30% do valor de mercado.

4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO

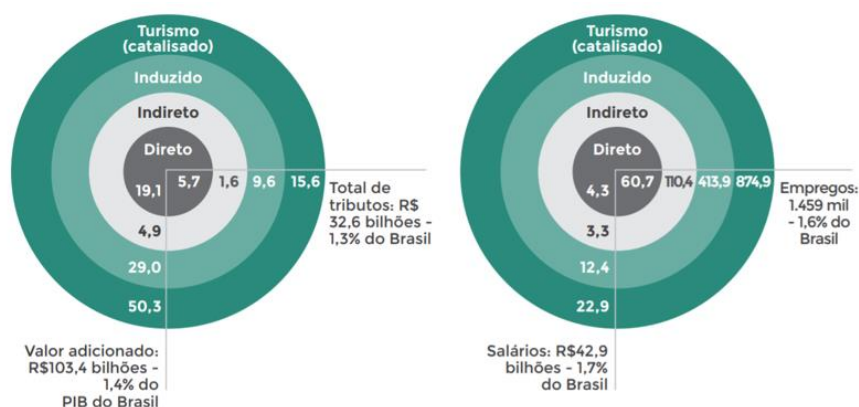
4.1 Análise do Setor

O setor aéreo é uma indústria fascinante, que movimenta e enriquece vários setores da economia, gerando postos de trabalho diretos e indiretos. O setor da aviação é responsável por números importantes como, 4,1% do Produto interno Bruto (PIB) mundial, mais de 4 bilhões de passageiros transportados anualmente pelo mundo e 87,7 milhões de empregos diretos, o que comparado com o PIB dos países o tornaria o décimo sétimo maior do mundo. (BORDERS, 2016).

Segundo a Associação Brasileira das Empresas Aéreas, ABEAR, (2019), no Brasil o setor aéreo contribui com 1,4% do PIB e injeta R\$42,9 bilhões em salários no Brasil esses números mostram o elevado potencial econômico e de desenvolvimento social.

A Figura 1, traz algumas informações acerca dos impactos econômicos da atividade do transporte aéreo no Brasil. Dentro dessa concepção, é importante saber que os impactos econômicos indiretos são aqueles que ocorrem ao longo da cadeia de suprimentos. Já os impactos econômicos induzidos (ou efeito renda) são aqueles que derivam dos gastos dos empregados em toda a cadeia de suprimentos.

Figura 1 - Impactos Econômicos da Atividade do Transporte Aéreo no Brasil

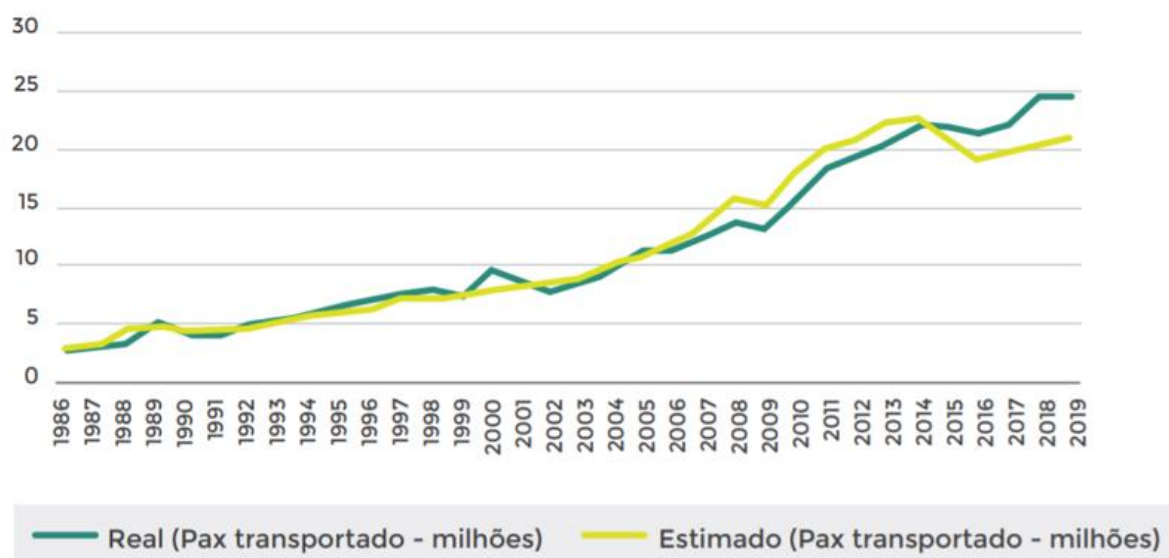


FONTE: ABEAR (2019)

Não menos importante, as viagens aéreas internacionais garantem o desenvolvimento social, o intercâmbio cultural e o deslocamento para negócios e lazer entre os países. O setor possui uma estrutura cada vez mais robusta e segura, organizado pela Organização da Aviação Civil Internacional (AOCI), que dita as diretrizes e recomendações a serem seguidas por todo o mundo. Além disso, os vários *players* existentes se organizam também através dos acordos bilaterais ou multilaterais entre os países, realizados pela Organização das Nações Unidas (ONU).

O Gráfico 1, traz os dados de contexto real e estimado inerentes a evolução de passageiros transportados em voos internacionais até o ano de 2019 (período pré-pandemia). Dentro dessa análise, pode-se evidenciar que a partir de 2014 houve um aumento considerável no número de passageiros transportados para o exterior – demonstrando, mais uma vez, o grande potencial do setor aéreo para a economia brasileira.

Gráfico 1 - Evolução da Quantidade de Passageiros Transportados Pagos em Voos Internacionais (Real x Estimado)



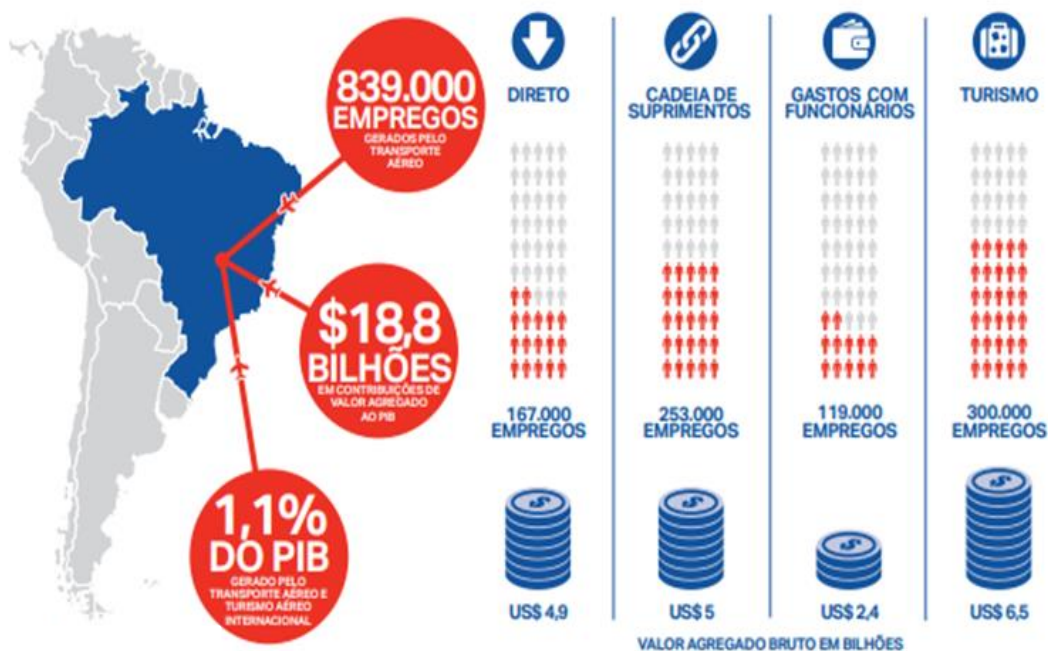
FONTE: ABEAR (2019)

No Brasil, não diferente do que ocorre em outros países, a aviação é um modal fundamental para o desenvolvimento econômico da sociedade e para conectar todas as regiões do país. O

transporte aéreo é um facilitador importante para alcançar o crescimento e o desenvolvimento econômico, além de promover a integração na economia global e fornece conectividade vital em escala nacional, regional e internacional. Além disso, estimula o comércio, promove o turismo e cria oportunidades de emprego. Há que se considerar que a aviação permite o deslocamento de grandes distâncias em curto espaço de tempo, criando oportunidades e movimentando a economia por todo o território nacional (IATA, 2019).

São diversas as maneiras de mensurar o impacto do transporte aéreo na economia, assim, é preciso lançar um olhar parcimonioso sobre os números do setor avaliando os empregos e consumo promovido pelas companhias aéreas e sua cadeia de suprimentos, além dos fluxos de comércio, turismo e investimento como evidencia a Figura 2 sobre a importância do transporte aéreo baseando-se nos números da *International Air Transport Association* (IATA):

Figura 2 - Números do Setor Aéreo

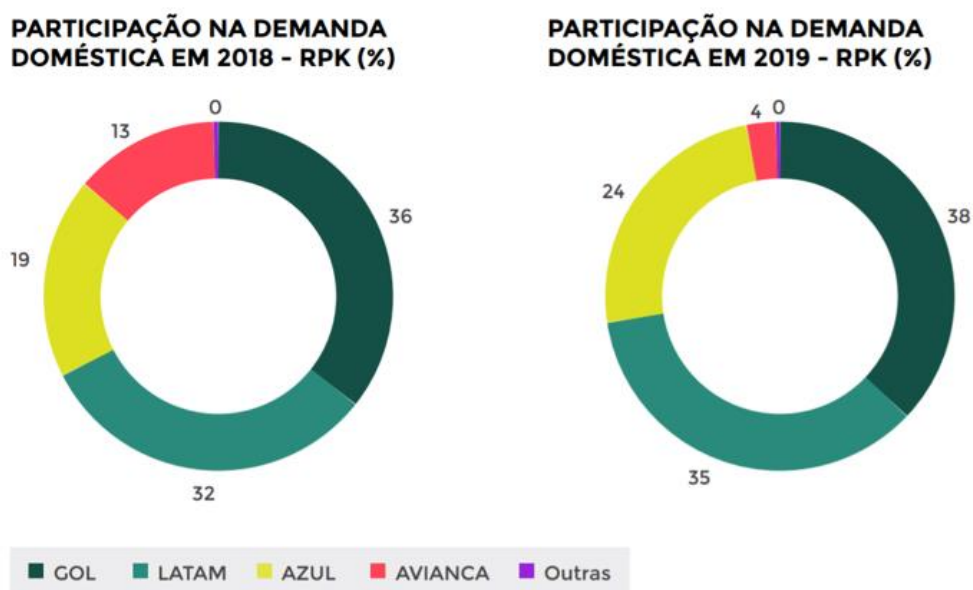


FONTE: IATA (2019)

Existem hoje no Brasil três grandes empresas regulares que atendem 99% do mercado nacional, a saber: AZUL, GOL e LATAM. Todavia, existem também empresas regionais que operam onde as maiores não conseguem chegar, conectando assim microrregiões aos grandes centros.

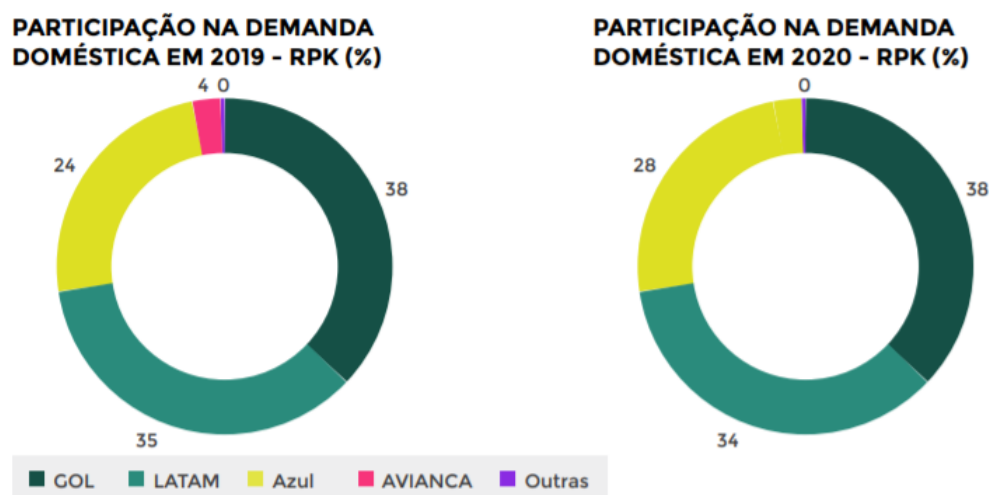
Os Gráficos 2 e 3, respectivamente, trazem um breve comparativo em relação a participação na demanda doméstica nos anos de 2018 a 2020. Importante observar que apesar da pouca variação ao longo dos últimos anos, é notório que o mercado da aviação civil está em constante readequação. Assim, é imprescindível buscar alternativas economicamente viáveis para a sustentabilidade do negócio.

Gráfico 2 – Comparativo na Distribuição do Mercado Nacional 2018 e 2019



FONTE: ABEAR (2019)

Gráfico 3 - Comparativo na Distribuição do Mercado Nacional 2019 e 2020



FONTE: ABEAR (2020)

Apesar das grandes contribuições para economia e para o desenvolvimento dos países, as companhias aéreas sofrem impactos e possuem altos custos para operar e estes possuem variações cambiais e taxações diferenciadas nos estados brasileiros como postulam Cappa e Souza (2012). Na era moderna, as questões de movimentação e transporte apresentam muitos problemas e, portanto, são áreas de estudo populares. Na aviação, como em todos os campos de negócios, é importante acompanhar e monitorar as tendências dinâmicas e o ambiente de negócios em constante mudança.

O transporte aéreo cresceu em popularidade e se tornou a principal forma de transferência de passageiros e produtos perecíveis em longas distâncias. Essas especificidades tornam o setor muito sensível as variações econômicas e, neste sentido, obriga as companhias aéreas a inovar recorrentemente.

A revisão anual da IATA para 2019 relatou que a indústria transportou 4,1 bilhões de passageiros em todo o mundo. Além disso, as receitas globais de companhias aéreas totalizaram US \$ 865 bilhões, um recorde para o setor. O aumento no número de passageiros

cria a necessidade de esforços contínuos para atender à demanda e aumentar a capacidade. A literatura revela muitos problemas e questões no campo da otimização de companhias aéreas. Embora todos esses estudos e suas conclusões possam fornecer informações úteis, estudos recentes têm mostrado que, apesar de seus melhores esforços, os estudos de otimização realizados em todo o mundo não têm contribuído significativamente para a receita (CARRILHO, 2009).

Como regra, as grandes organizações buscam maximizar a eficiência operacional por intermédio da redução de custos. Há que se considerar a grande vulnerabilidade intrínseca ao mercado consumidor e a economia do país. Assim, baseando-se no que expõem Fleury (2010) e Droganis (2010), é necessário grande capacidade adaptativa para garantir que as empresas revisitem suas metodologias de trabalho com a intenção de garantir a sobrevivência do negócio.

Uma forma de equilibrar esses custos inerentes a operacionalização das cias aéreas, segundo Eller e Moreira (2014), é otimizar os gastos com materiais ou produtos que são comprados fora do país no caso de peças aeronáuticas e o próprio combustível que são taxados em dólar.

Nas palavras de Torres, Bergamine e Cella (2020, p.440), lê-se que:

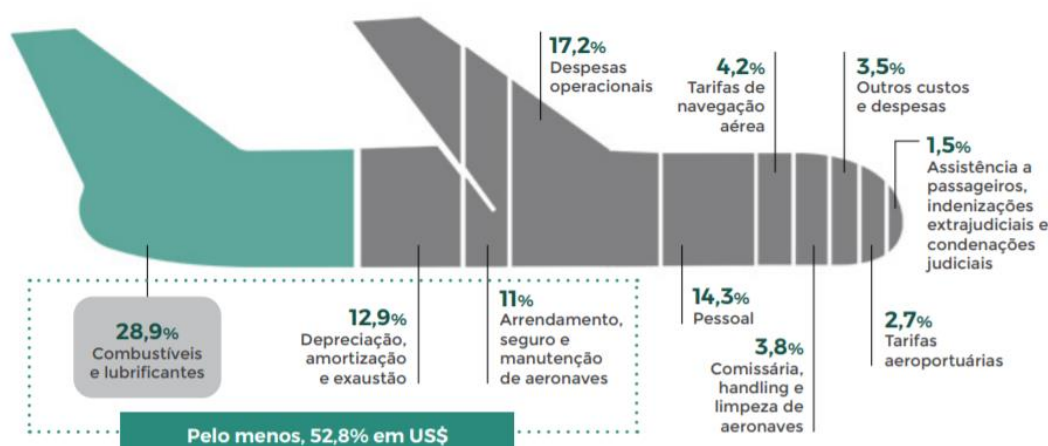
A padronização de aeronaves ajuda a reduzir custos com estoque de peças para manutenção (...). A disparidade entre as empresas Azul Linhas Aéreas S.A (pouco padronizada) e a Gol Linhas Aéreas Inteligentes S.A (bastante padronizada). A Gol possui 137 aeronaves do mesmo modelo e a Azul possui 142 aeronaves de cinco modelos diferentes, as empresas possuem quase a mesma quantidade de aeronaves, mas custos com peças e materiais bem diferentes, R\$ 184.939.000,00 para a Gol e R\$ 288.824.00,00 para a Azul, uma diferença de aproximadamente 64%. Além do estoque de peças e materiais, a regulamentação exige que cada piloto, comissário e mecânico tenha a habilitação (CHT) específica de cada modelo de aeronave em que opera. Tais habilitações possuem validade de 2 anos para comissários e 1 ano para pilotos. Para tirar e revalidar a habilitação o tripulante precisa se ausentar das suas programações de voo e participar de aulas teóricas e simulador de voo (para pilotos). Sendo inviável manter todos os tripulantes habilitados em todos os equipamentos e modelos de aeronaves, dificultando a programação dos voos. Portanto, a empresa que possuir somente um modelo de aeronave terá que realizar apenas um programa de treinamento. (...) Com relação a manutenção de aeronaves, as companhias aéreas devem se programar para realizá-las em horários em que ocorra a menor demanda por voos, geralmente nas

madrugadas, evitando assim que a aeronave fique ociosa e realize menos voos durante o dia.

Algumas companhias têm buscado a utilização de aeronaves mais novas, com tecnologias que permitem um menor consumo de combustível visando a diminuição dos custos com o querosene de aviação que pode representar até 40% dos custos operacionais como visto na Figura 3, segundo a ABEAR (2019).

Além disso, uma outra forma seria a compra ou fabricação de peças aeronáuticas sem variação cambial já que as etapas de manutenção de aeronaves englobam custos em grande escala.

Figura 3 - Detalhamento da Composição dos Custos e Despesas das Empresas Aéreas Brasileiras (Panorama 2019)

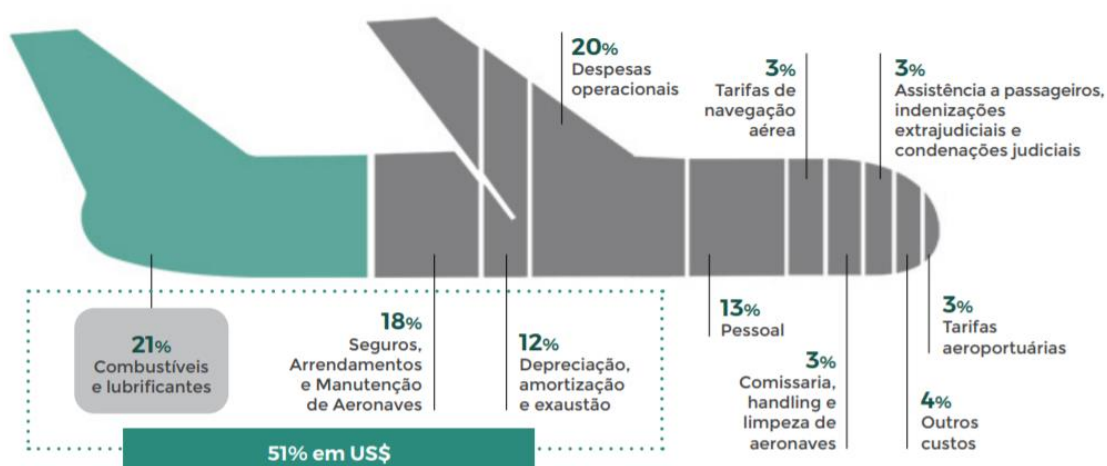


FONTE: ABEAR (2019)

A Figura 3, traz algumas informações relevantes sobre a distribuição de custos e despesas das companhias aéreas brasileiras em 2019 (período pré-pandemia). Em síntese, é possível observar os gastos mais impactantes e, de maneira geral, identificar que os operadores aéreos estão à mercê da volatilidade dos preços de combustível, tão bem quanto depreciação, amortização e exaustão de seus equipamentos. Assim, torna-se necessário identificar oportunidades dentro dos contratos de arrendamento e seguro das aeronaves, tão bem quanto reduzir os custos com as atividades de manutenção.

Conforme Figura 4, é possível identificar que no ano seguinte houve uma modificação nos valores mencionados, uma vez que o cenário de pandemia afetou a rotina das empresas aéreas. Dentro do cenário pandêmico foi necessário manter mais aeronaves em solo, reduzindo os custos com combustível e elevando as despesas com manutenção.

Figura 4 - Detalhamento da Composição dos Custos e Despesas das Empresas Aéreas Brasileiras (Panorama 2020)

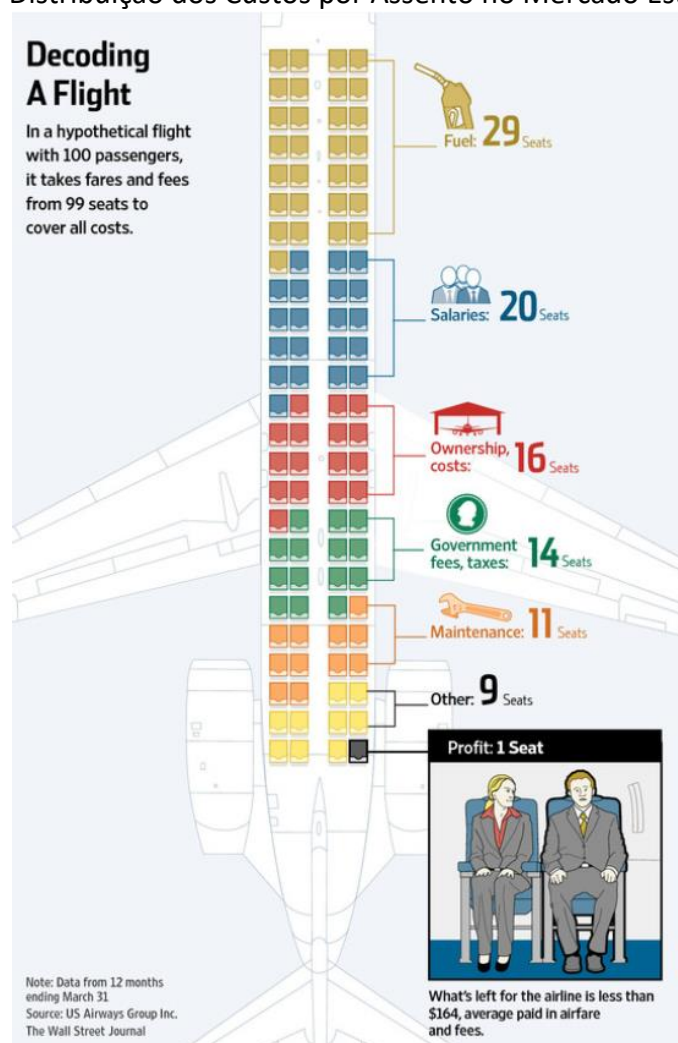


FONTE: ABEAR (2020)

Sabe-se que as empresas aéreas suportam seus custos operacionais com a venda de passagens aéreas e, até mesmo, com o transporte de cargas. Em síntese, e conforme já abordado no decorrer deste trabalho, estas despesas podem variar de acordo com a idade da aeronave, tão bem quanto o tipo de operação.

Assim e para clarear a visibilidade dos custos inerentes a operação do setor aéreo, é importante fazer um comparativo com o mercado internacional. Nos Estados Unidos, por exemplo, o montante necessário para manter a rotina operacional se dá conforme distribuição da Figura 5.

Figura 5 – Distribuição dos Custos por Assento no Mercado Estadunidense



FONTE: LARIVIERE (2012)

A imagem demonstra que, nos Estados Unidos, 29% da receita com passageiros é usada para pagar combustível. Por sua vez, os salários consomem 20% e os custos ligados à propriedade ficam com 16%. Enquanto isso, os impostos e taxas governamentais ficam com 14%. Por outro lado, as atividades de manutenção consomem 11% e outros custos ficam com 9%. Por incrível que pareça, o lucro da companhia aérea é de apenas 1 assento, ou 1% da receita com as passagens vendidas. Nos EUA, isso representa em média 164 dólares de lucro por voo.

No Brasil, Sacconi (2021) menciona que as companhias aéreas podem ter outras fontes de renda para além das vendas de passagens aos clientes finais considerando que estas significam

uma parcela média de 21,5% do faturamento com transporte aéreo no território nacional. No entanto, é importante citar as outras receitas com despacho de bagagem as correspondências e demais encomendas atribuídas ao serviço de mala postal e carga as penalidades; serviço de bordo e a marcação de assentos alcançando valor superior a R\$ 4,2 bilhões, isto é, mais de 22% da receita em média. A maior contribuição destas outras receitas referem-se aos serviços de carga e mala postal, representando 13% do total além disso, também se tem os ganhos com as cobranças de bagagem embora este seja menor, aproximadamente 3% do total, mas é também um componente dessa fonte alternativa de receita.

Em síntese, é importante frisar a questão basilar para a presente pesquisa, a questão da manutenção das aeronaves brasileiras, segundo Andrade Júnior (2017) são custos que alcançam aproximadamente de 12,8% do custo do ciclo de vida de uma aeronave, relacionando-se de forma direta aos atrasos e cancelamentos de operação das aeronaves, à otimização do programa de manutenção e adequações das aeronaves, mediante boletins de serviço.

4.2 Realidades Organizacionais Brasileiras

O setor aéreo brasileiro sofre inúmeras influências relacionadas à variação cambial já que boa parte dos componentes e partes é importada. Dentro dessa mesma concepção, é válido ressaltar que o *leadtime* para disponibilização dos insumos adquiridos também influencia consideravelmente os custos das aeronaves em *checks* de manutenção (ANDRADE JÚNIOR, 2017).

Segundo Silva (2020), o processo burocrático para desembaraço da parte recém adquirida sofre influências diretas dos órgãos reguladores brasileiros e, deste modo, pode onerar ainda mais os custos de manutenção de uma companhia aérea. Afinal, o *leasing* de uma aeronave continua sendo pago independentemente se ela está ou não em operação.

Segundo Lopes e Beuren (2017, p. 2017, p.22), lê-se:

Nesse escopo, compreender as implicações do comportamento dos custos e sua relação com as medidas de eficiência operacional de uma empresa é uma forma de oferecer aos gestores bases para reconhecer os custos assimétricos e avaliar adequadamente suas exposições a esses custos assimétricos. Em vista disso, investigar a relação de medidas de eficiência operacional no comportamento dos custos é fundamental para a compreensão de seus reflexos no gerenciamento dos custos da empresa.

Baseado nas premissas supracitadas, busca-se, com este estudo, identificar e analisar alternativas para comprovar que a internalização de confecção de partes de interiores dentro do mercado brasileiro é algo factível com a necessidade das companhias aéreas.

4.3 Breve Comparativo com o Mercado Global

Devido a restrições técnicas e tecnológicas, a aprovação de fabricação de partes na aviação nacional é relativamente baixa. Isto se deve, principalmente, devido à complexidade na elaboração de projetos que demonstrem a viabilidade junto aos fabricantes – detentores de patentes – e, ainda, do órgão regulador brasileiro – ANAC.

Vale lembrar, dentro desta mesma concepção, que boa parte da demanda de reposição de peças depende de processos de importação. Infelizmente, ainda há grande dependência de mercados externos para a sustentação da operação destes equipamentos (ANDRADE JÚNIOR, 2017).

Assim, os custos para a manutenção das operações acabam elevando consideravelmente as despesas operacionais das organizações. Outro ponto, não menos importante, está relacionado a condição das cabines e o quanto isto impacta a imagem da empresa. Dentro desse contexto, Silva (2020) assinala que é importante enfatizar que esta avaliação é crítica e de difícil mensuração por conta da subjetividade de cada pessoa. Enquanto alguns continuam a voar com a empresa, outros preferem simplesmente deixar de comprar passagens por conta da condição anteriormente observada.

O mercado internacional também sofre com a volatilidade da economia global, porém em menor proporção. Os operadores norte-americanos e europeus, por exemplo, possuem maior facilidade na aquisição de componentes, tão bem quanto a legalização da fabricação de partes, tornando sua cadeia de reposição de peças extremamente eficiente. Isso se deve, principalmente, por conta da proximidade local dos grandes fabricantes de aeronaves e componentes (SILVA, 2020).

Além disso, é preciso lembrar que boa parte dos operadores aéreos que atuam nestes mercados, possuem quase 100 anos de história. Assim e ao longo do tempo, a literatura regulatória foi escrita com o apoio das empresas aéreas mais antigas. Foi justamente essa relação transversal que permitiu maior interação entre empresas e autoridades envolvidas.

Não bastasse isso, a proximidade das matérias-primas para confecção de partes foi extremamente favorecida pela relação comercial com o mercado global. Em regra, o processo de fabricação de partes exige vários processos e certificações como, por exemplo, testes de inflamabilidade, autorização do órgão regulamentador, além de registros legais pertinentes ao processo. (SAMPAIO, 2020).

No Brasil as três maiores companhias aéreas – AZUL, GOL e LATAM - não possuem autossuficiência quanto a processos de confecção de partes. Em síntese, suas ações limitam-se a fabricação de placares de sinalização e identificação, tão bem quanto capas de tecido e couro e algumas partes fabricadas por termoformagem.

4.4 Pontos Relevantes Dentro da Regulamentação Brasileira

Em síntese, a ANAC é responsável pela regulamentação do setor aéreo, com base nas diretrizes estabelecidas pela OACI. Deste modo, uma série de documentos regulatórios são gerados com o intuito de assegurar o controle de qualidade das atividades ligadas a rotina de manutenção de aeronaves (ANDRADE JÚNIOR, 2017).

Estes conjuntos de documentos – RBAC (Regulamento Brasileiro da Aviação Civil) - são recorrentemente analisados com o intuito de garantir rotinas operacionais sadias e seguras a todos os operadores e prestadores de serviço que operam em solo nacional. Para esta pesquisa, citam-se 03 documentos principais e extremamente relevantes ao processo de confecção de partes que, em regra, nortearão os operadores aéreos em suas rotinas de manutenção, são eles:

- a) RBAC 21: Certificação de Produtos Aeronáuticos;
- b) RBAC 43: Manutenção, Manutenção Preventiva, Reconstrução e Alteração;
- c) RBAC 145: Organizações de Manutenção de Produtos Aeronáuticos.

O RBAC 21 busca dar significado a termos relevantes, como: artigo e produto aeronáutico, além de explicitar o conceito de aeronavegabilidade. Assim, tem-se:

(b) Para os propósitos deste regulamento: (1) aprovação de aeronavegabilidade significa um documento emitido pela ANAC para uma aeronave, motor de aeronave, hélice, ou artigo que certifica que a aeronave, motor de aeronave, hélice, ou artigo está em conformidade com o seu projeto aprovado e está em uma condição de operação segura; (2) artigo significa um material, parte, componente, processo ou aparelho; (5) produto significa uma aeronave, motor de aeronave ou hélice (ANAC, 2010, p. 5).

Apesar de aparentemente simples, produzir um artigo ou produto aeronáutico é uma atividade bastante complexa (SAMPAIO, 2020).

Em regra, os procedimentos ANAC não trazem etapas específicas e aprofundadas para garantir o correto e fiel cumprimento dos processos de confecção. Assim, torna-se necessário buscar no mercado internacional inovações que possam ser devidamente apresentadas ao órgão regulador brasileiro para apreciação dos requisitos de segurança, aeronavegabilidade e rastreabilidade (MACHADO; URBINA, 2015).

Baseado nessa concepção, existe um grupo chamado *International Aerospace Quality Group*

(IAQG) que detém a publicação da norma 9100:2016 na qual estipula diretrizes sobre o Sistema de Gerenciamento de Qualidade e Requerimentos para Aviação, Espaço e Defesa. Em paralelo, há também a norma mundial ISO 9000 que integra as diretrizes estabelecidas no primeiro documento citado. Assim, ambas possuem o objetivo de globalizar as boas práticas dentro da indústria aeronáutica com foco na qualidade dos artigos e produtos aeronáuticos fabricados ou revisados.

Ainda segundo Sampaio (2020), o RBAC 43 regula a atividade de manutenção aeronáutica em si e, em síntese, determina de que modo essas intervenções devem ser realizadas. Estas atividades podem ser realizadas na aeronave ou em partes dela e o documento regulatório prevê a garantia dos registros de manutenção adequados, tão bem quanto o corpo técnico capacitado para execução dos serviços necessários.

Já o RBAC 145 atua nas regras da operações, regulando os meios para obtenção dos certificados que permitem uma organização ou indivíduo atuar no setor de manutenção e reparos. É justamente este documento que norteará as organizações quanto a estrutura necessária para início e manutenção de suas operações.

Outro fator extremamente importante para viabilizar o processo de confecção de partes dentro das unidades de manutenção dos operadores locais, é o de rastreabilidade. Baseado nesse conceito, é importante que, a qualquer momento, seja possível rastrear o produto ou artigo aeronáutico – desde seus insumos base (matérias primas) até o produto. Aqui, é importante saber que haverá a necessidade de demonstrar se aquele determinado componente já sofreu, ou não, alguma intervenção de manutenção (SAMPAIO, 2020).

4.5 Desafios Logísticos e Custos de Aquisição de Peças de Reposição

Conforme observado, a atividade aeronáutica no Brasil, seja ela a fabricação ou operação de aeronaves está sujeita a diversos desafios, sejam eles em termos de custos ou em termos

logísticos. Isso porque a indústria aeronáutica brasileira importa a grande maioria dos materiais e peças de reposição necessários para a fabricação e manutenção das aeronaves e seus componentes (MACHADO; URBINA, 2015)

Disso decorre que os custos diretos de manutenção, em sua maioria, sofrem influências de variações cambiais, já que tais materiais e peças de reposição são cotados e adquiridos em Dólar ou outra moeda estrangeira. Além disso, pela compulsoriedade de importação, tais materiais e peças de reposição estão sujeitos a prazos de entrega que podem não ser apropriados à necessidade da empresa aérea ou organização de manutenção. Essa situação é ainda mais agravada quando se tem alguma dificuldade para realização dos processos de desembaraço alfandegário. (CIACCI et al., 2015).

Além disso, uma característica essencial que distingue as atividades de manutenção das atividades de produção é o alto grau de variabilidade do escopo dos serviços a serem executados e, portanto, dos recursos, materiais e peças de reposição que serão necessários.

No processo de fabricação, todo o escopo de serviços é conhecido e definido pelos requisitos de projeto do sistema ou componente. Conseqüentemente todos os recursos necessários para sua fabricação (mão-de-obra, materiais, equipamentos e ferramentas) podem ser planejados antecipadamente e de forma determinística.

Na atividade de manutenção, dependendo da idade da aeronave, tipo de operação que ela realiza, dentre outros fatores, o escopo de serviços a serem realizados, mesmo entre aeronaves do mesmo tipo, bem como os recursos necessários, podem sofrer uma grande variação, sendo este percentual crescente com o nível de complexidade do sistema e idade da aeronave.

Para ilustrar esta variabilidade Skybrary (2021) afirma que é preciso considerar os possíveis resultados de uma simples inspeção de uma parte ou componente de uma aeronave, a saber:

- a) O item inspecionado está conforme;
- b) É necessário algum serviço direto de reparo (por exemplo, aperto de um parafuso, alinhamento de um eixo etc.);
- c) É necessário algum serviço direto de reparo e uma necessidade indireta de materiais e peças de reposição (por exemplo, retoques de pintura, instalação de parafusos perdidos etc.);
- d) É necessário algum serviço direto e necessidade direta de materiais ou peças de reposição (substituição de uma parte condenada, por exemplo);
- e) É necessário algum serviço direto e necessidade direta de componentes que foram enviadas para uma oficina de manutenção e retornaram para instalação na condição “serviceable” para instalação na aeronave, motor ou componente;
- f) Novas falhas que requerem disposições de engenharia e que são similares a serviços de rotina;
- g) Novas falhas que requerem disposição de engenharia cuja correção é emergencial;
- h) Qualquer outra inspeção adicional requerida e que pode levar à repetição desse ciclo.

Portanto, dado o grande número de possibilidades em uma única atividade de manutenção (uma simples inspeção), um processo mais eficiente de planejamento, programação e gerenciamento de materiais e peças de reposição deve ser utilizado pela empresa aérea ou organização de manutenção. Desta forma, a distorção de informações e os atrasos nas cadeias de gerenciamento dos serviços e de suprimentos podem ser minimizados. Ao contrário do processo de fabricação onde “o plano é tudo”, na manutenção “o plano não é nada – o planejamento é tudo” (BOYDSTUN et al., 2002).

Nesse sentido, a avaliação e adoção, por parte da empresa aérea ou organização de manutenção aeronáutica de práticas e processos inovadores de disponibilização de peças de reposição (por exemplo, reparar versus substituir por uma peça nova ou fabricar versus adquirir uma peça nova) é de fundamental importância para a garantia da continuidade dos serviços de manutenção e, como já citado, na redução dos custos de manutenção.

5 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Neste capítulo é detalhada a proposta de solução que visa responder aos principais problemas identificados de forma a desenvolver os processos de fabricação interna de partes, tornando uma parte da manutenção de cabine autossuficiente na reposição de partes, além de melhorar a satisfação do cliente quanto aos aspectos de conforto e aparência.

5.1 Oportunidades de Redução de Custos Através das “*Owned Produced Parts*”

As “*Owned Produced Parts*” como citado por Silva (2013), podem representar uma oportunidade de redução de custos de manutenção para uma empresa aérea na medida em que elas permitem uma disponibilização imediata de certas partes a um custo muito menor do que aquele que seria obtido através da aquisição de uma peça original de um fabricante e ou de um dos seus fornecedores. Essa concepção e a importância de oferecer alternativas ao impacto da Além disso, ganha-se tempo na disponibilização da peça já que os diversos desafios logísticos precisam ser superados.

Este trabalho não tem como objetivo avaliar os processos através dos quais a fabricação de tais partes podem ser feitas, nem quais processos de fabricação devem ser utilizados. Essas são questões que deverão ser avaliadas caso a caso, em função de características próprias das peças que a empresa se propõe a fabricar. Adicionalmente, a fabricação de peças sob as premissas aqui estabelecidas está limitada às partes utilizadas pela empresa aérea para a utilização em reparos de suas próprias aeronaves, ou seja, tais peças não podem ser disponibilizadas para venda direta a outras empresas aéreas.

Objetiva-se aqui apresentar uma demonstração qualitativa e, tanto quanto possível, quantitativa do impacto que a fabricação de partes “Categoria 3” poderia representar na redução dos custos diretos de manutenção de uma empresa aérea e na disponibilização imediata de tais partes quando da necessidade de execução de reparos em uma aeronave, evitando, assim, atrasos na disponibilização dessas aeronaves para retorno às operações -

atividade fim da empresa aérea. Além disso, evita-se custos adicionais decorrentes de atrasos e cancelamentos de voos bem como custos indiretos decorrentes da insatisfação dos seus clientes.

Portanto, ao longo deste trabalho serão avaliadas as questões técnicas, legais e econômicas relacionadas à fabricação de partes pelas empresas aéreas ou organizações de manutenção contratadas por elas para uso em suas próprias aeronaves como meio de redução de custos diretos de manutenção, aumento da disponibilidade das aeronaves e, tanto quanto possível, aumento da satisfação dos seus clientes (por exemplo, na manutenção das condições da cabine de passageiros).

5.2 Estudo de Caso Aplicado

Para se ter uma ideia, Bassoto (2020) afirma que o mercado global de interiores de cabines de aeronaves está caminhando para o alcance de US\$ 36,6 bilhões, ou aproximadamente R\$ 205 bilhões, até 2025. O montante é estimulado pela transformação nas perspectivas de design de interiores, exemplo considerado para o caso aplicado, que estão modificando o cunho tradicional, da otimização funcional, alternando para a qualidade da experiência do passageiro.

Dentro desse contexto, uma companhia aérea de referência denominada Beta, também desenvolveu projetos pilotos de injeção de partes, onde o processo produtivo em escala é o diferencial. Por consequência o retorno financeiro é, também, muito mais rápido. O exemplo é dado na Figura 6 que traz uma visão do componente “cover” de poltrona de passageiros confeccionada por processo de injeção

Figura 6 - Cover de Poltrona de Passageiros Confeccionada Por Processo de Injeção



FONTE: acervo dos autores, 2021.

Trata-se de um exemplo de manufatura aeroespacial e aditiva em aeronaves comerciais, em geral, de pequenas peças. Existe a alternativa de fabricar peças para aeronaves também com a tecnologia de impressão 3D em cores por meio de provedor de serviços específico para produzir componentes de ferramentas reprojatados. Todavia, sabe-se que há a necessidade de um investimento inicial para compra dos moldes padrões. Apesar de ser um investimento elevado, a aquisição é compensada pelo alto grau de reposição destas partes. Em regra, os componentes internos da cabine de passageiros sofrem maior deterioração devido ao contato direto com clientes. Assim, o *payback* – na maior parte das vezes, acaba sendo mais rápido.

Outro ponto, não menos importante, está atrelado à influência cambial. A internalização de confecção de partes reduz significativamente custos inesperados devidos variações de mercado. Os operadores de aeronaves civis de hoje enfrentam uma proliferação de opções à medida que procuram a rota ideal para manter a aeronavegabilidade e o valor de suas frotas.

Dentre a linha de componentes aeronaves considerou-se apenas as de reparos individuais e o fornecimento de consumíveis amparando-se em recursos internos garantem o menor tempo de resposta e a maior disponibilidade de material.

A Figura 7 traz um outro componente confeccionado internamente dentro da Oficina de Interiores da empresa Beta. A peça denominada “*armcap*” é um item com custo unitário

aproximado de U\$133 e com uma demanda histórica de consumo de 5000 unidades/ano. Ele é instalado na parte superior dos braços das poltronas, onde os passageiros apoiam o braço.

Figura 7 - Armcap Confeccionado

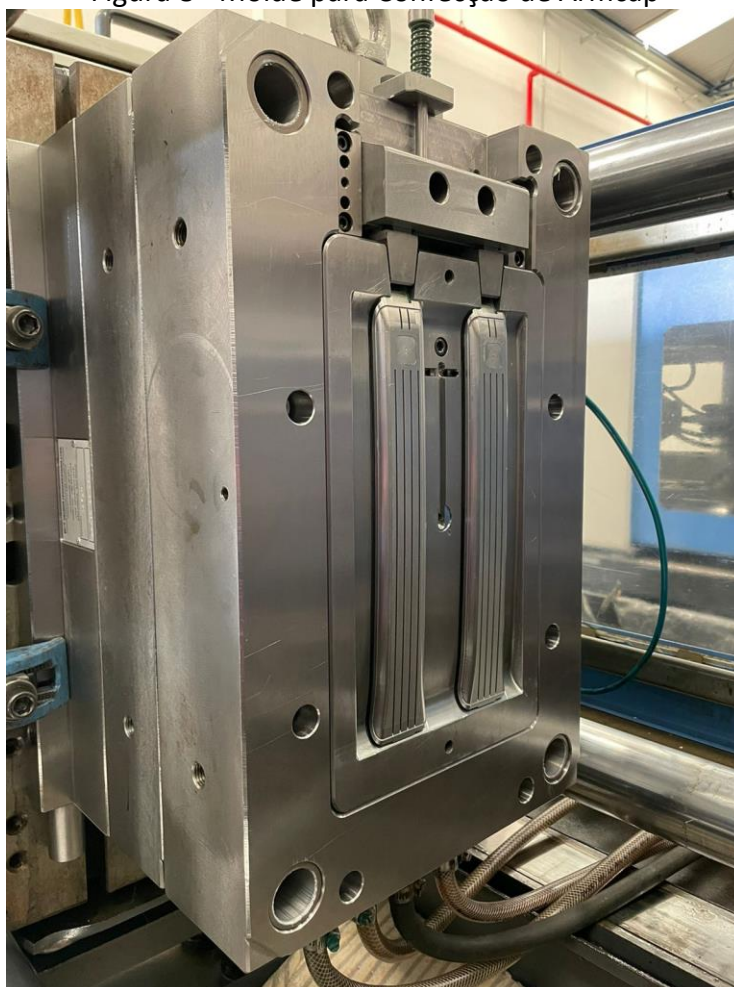


FONTE: acervo dos autores, 2021.

Neste sentido, é válido destacar que o custo anual de aquisição do montante mencionado junto às empresas fornecedoras é de US\$ 665.000,00, já o custo de produção interna gira em torno de US\$ 11.700,00 para confecção do mesmo volume. Isso representa uma economia de US\$ 653.300,00 ao ano. Ademais, outra importante economia se relaciona ao tempo de parada da aeronave para troca dessas peças, o que seria poupado, dado que o reparo pode ser feito de modo mais otimizado. Deste modo, é importante saber que o custo médio diário de um *leasing* de uma aeronave modelo Airbus A320 ou Boeing 737 possui valores na ordem de US\$ 10.000,00.

Para que o componente citado anteriormente seja confeccionado, é necessário um molde padrão para tornar o método de injeção plástica possível. Assim, a empresa Beta optou em adquirir um equipamento (ativo) dedicado para estas atividades – Figura 8.

Figura 8 - Molde para Confeção de Armcap



FONTE: acervo dos autores, 2021.

A moldagem por injeção ocorre no processo de fabricação mais comumente usado para a fabricação de peças de plástico. Uma grande variedade de produtos pode ser fabricada por este meio de moldagem, que variam muito em tamanho, complexidade e aplicação nas cabines de voo. O processo de moldagem por injeção requer o uso de uma máquina de moldagem por injeção, matéria-prima de plástico e um molde. O plástico é derretido na injetora e depois injetado no molde, onde é resfriado e solidificado na peça final.

O ciclo do processo para moldagem por injeção é muito curto, normalmente entre 2 segundos e 2 minutos, e obedece, em geral as seguintes fases:

- a) Fixação - Antes da injeção do material no molde, as duas metades do molde são fechadas com segurança pela unidade de fixação. Cada metade do molde é fixada na máquina de moldagem por injeção e a outra metade pode deslizar. A unidade de fixação acionada hidráulicamente empurra as metades do molde juntas e exerce força suficiente para manter o molde firmemente fechado enquanto o material é injetado. O tempo necessário para fechar e fixar o molde depende da máquina - máquinas maiores (aquelas com maiores forças de fixação) exigirão mais tempo. Esse tempo pode ser estimado a partir do tempo do ciclo de secagem da máquina;
- b) Injeção - O material plástico bruto, geralmente na forma de pellets, é alimentado na injetora e avançado em direção ao molde pela unidade de injeção. Durante este processo, o material é derretido por calor e pressão. O plástico derretido é então injetado no molde muito rapidamente e o acúmulo de pressão embala e retém o material. A quantidade de material utilizada é chamada de injeção. O tempo de injeção é difícil de calcular com precisão devido ao fluxo complexo e variável do plástico fundido no molde. No entanto, o tempo de injeção pode ser estimado pelo volume, pressão e potência;
- c) Resfriamento - O plástico derretido que está dentro do molde começa a esfriar assim que entra em contato com as superfícies internas do molde. Conforme o plástico esfria, ele se solidifica na forma da peça desejada. No entanto, durante o resfriamento, pode ocorrer alguma contração da peça. A embalagem do material na fase de injeção permite que o material adicional flua para o molde e reduza a quantidade de encolhimento visível. O molde não pode ser aberto até que o tempo de resfriamento necessário tenha decorrido. O tempo de resfriamento pode ser estimado a partir de várias propriedades termodinâmicas do plástico e da espessura máxima da parede da peça;

d) Ejeção - Depois de decorrido o tempo suficiente, a parte resfriada pode ser ejetada do molde pelo sistema de ejeção, que é fixado na metade traseira do molde. Quando o molde é aberto, um mecanismo é usado para empurrar a peça para fora do molde. A força deve ser aplicada para ejetar a peça porque durante o resfriamento a peça encolhe e adere ao molde. A fim de facilitar a ejeção da peça, um agente de liberação do molde pode ser pulverizado sobre as superfícies da cavidade do molde antes da injeção do material. O tempo necessário para abrir o molde e ejetar a peça pode ser estimado a partir do tempo do ciclo de secagem da máquina e deve incluir o tempo para a peça se soltar do molde. Uma vez que a peça é ejetada, o molde pode ser fechado para a próxima injeção a ser injetada.

Após o ciclo de moldagem por injeção, algum pós-processamento é demandado, especialmente no resfriamento, em que o material nos canais do molde solidificará aderido à peça. Esse excesso de material, junto com qualquer flash ocorrido, deve ser aparado da peça, normalmente usando cortadores. Para alguns tipos de materiais, como os termoplásticos, a sucata resultante desse apartamento pode ser reciclada sendo colocada em um triturador de plástico, também chamado de retificadoras ou granuladores, que retifica a sucata em pellets.

Devido a alguma degradação das propriedades do material, o material reciclado deve ser misturado com a matéria-prima na proporção de material reciclado adequada para ser reutilizado no processo de moldagem por injeção.

5.3 Análise de Viabilidade

Em síntese, este trabalho é uma proposta aplicada diretamente a indústria de manutenção de aeronaves. Dentro desse contexto, é importante saber que o conjunto de peças adquiridas anualmente para substituição ultrapassa milhares de *spare parts*. A moldagem por injeção é uma técnica extremamente eficaz para a fabricação de peças como as apresentadas nessa pesquisa. As peças plásticas são leves e duráveis, e com o uso de tecnologias apropriadas, também ecológicas.

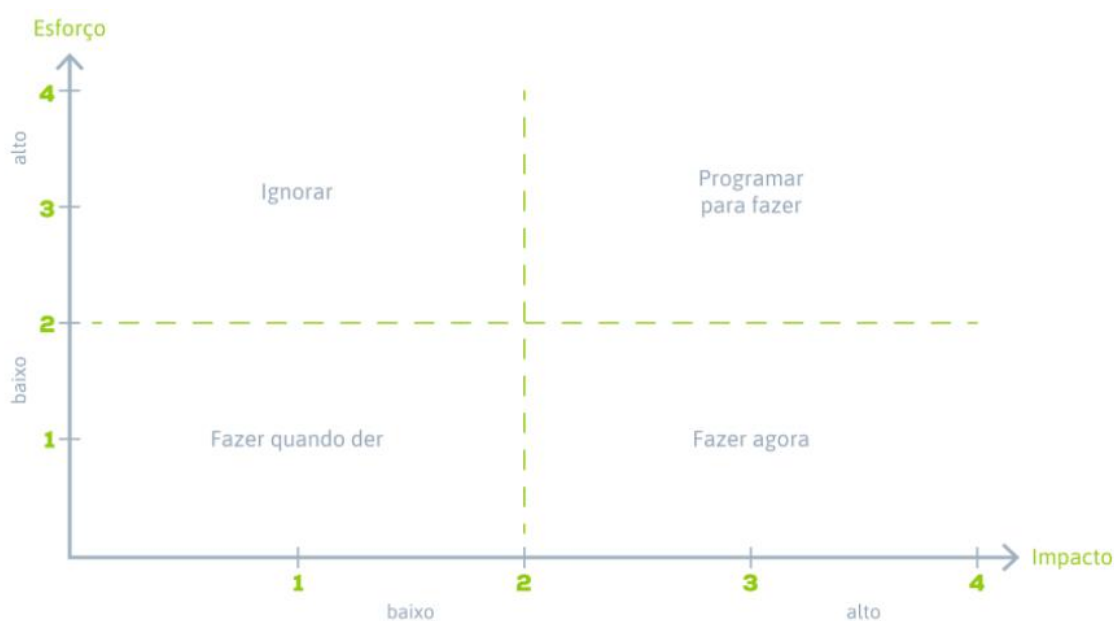
Ademais, alguns dados confidenciais foram suprimidos por força da confidencialidade implícita, já que este trabalho representa ganhos comerciais e diferenciais competitivos para as empresas do setor aéreo.

De acordo com Reis (2010), um projeto é economicamente viável se os benefícios econômicos do mesmo excederem seus custos, quando analisados os agrupamentos de dados como um todo. A análise de viabilidade econômica também pode incluir uma análise de custo-benefício para determinar se a solução estudada é a alternativa de menor custo para alcançar os benefícios identificados.

Inicialmente, a empresa aérea precisará definir as premissas inerentes a peça que será confeccionada. Assim, o projeto poderá ser desenvolvido com todas as especificações necessárias para garantir a qualidade do produto final, além de assegurar o correto fluxo de trabalho.

Outro ponto, não menos importante, é saber qual parte deve ser priorizada e a matriz de esforço e impacto é demonstrada na Figura 9. Para isso, D'Avillar (2019), sugere o uso de uma matriz de esforço e impacto. Essa ferramenta pode ser utilizada para a priorização de atividades e problemas e é capaz de nortear as tomadas de decisão de modo mais assertivo.

Figura 9 - Matriz de Esforço e Impacto



FONTE: JUSTO (2014)

Para exemplificar e explorar este tema, a empresa Beta desenvolveu um projeto para análise de viabilidade quanto ao desenvolvimento do processo de fabricação por Impressão 3D e também por Injeção Plástica. Para identificação das prioridades foi necessário enquadrar as principais sugestões dentro de uma matriz de esforço e impacto. Deste modo, a empresa do setor aéreo optou em iniciar seus trabalhos priorizando algumas partes da cabine de passageiros que possuem maior demanda por reposição e, ainda, alto valor agregado.

5.3.1 Viabilidade técnica

Baseado no exemplo supracitado, não houve problemas relacionados a viabilidade técnica. Em regra, o modelo de fabricação 3D já é uma realidade nos mercados de prototipagem da indústria nacional e internacional.

Já o modelo por injeção plástica é totalmente dominado pela indústria automobilística e linha branca, porém pouco explorado dentro do ramo aeronáutico. Todos esses processos são

acessíveis do ponto de vista técnico, tendo seus requisitos mínimos de funcionamento de fácil acesso no mercado.

As máquinas de moldagem por injeção têm muitos componentes e estão disponíveis em diferentes configurações, incluindo uma configuração horizontal e uma configuração vertical. No entanto, independentemente de seu projeto, todas as máquinas de moldagem por injeção utilizam uma fonte de energia, unidade de injeção, montagem do molde e unidade de fixação para realizar as quatro fases do ciclo do processo.

As máquinas de moldagem por injeção são tipicamente caracterizadas pela tonelagem da força de fixação que fornecem. A força de fixação necessária é determinada pela área projetada das peças no molde e pela pressão com a qual o material é injetado. Portanto, uma peça maior exigirá uma força de fixação maior. Além disso, certos materiais que exigem altas pressões de injeção podem exigir máquinas de maior tonelagem. O tamanho da peça também deve estar de acordo com outras especificações da máquina, como capacidade de injeção, curso da braçadeira, espessura mínima do molde e tamanho do cilindro.

5.3.2 Viabilidade operacional

Avaliando os processos de fabricação abordados, há um impeditivo, que é a acessibilidade nacional de matéria prima com características de inflamabilidade, atendendo as normas RBAC parte 25, Apêndice “F”. Em regra, todas as partes aplicadas nas cabines das aeronaves devem atender esta norma.

Considerando o processo de impressão 3D, outro impeditivo é a disponibilização com as especificações do fabricante. Existem vários estudos, mas ainda não são encontrados nos mercados, materiais específicos para aplicação aeronáutica.

É necessário contar com uma estratégia de treinamento, capacitação e qualificação de profissionais das cias aéreas que forneça suporte abrangente em todas as fases da produção

de componentes já definidos pela cia aérea como aquelas possíveis de serem produzidas e qualificá-los a condução do processo completo de criação de um componente - desde a fase de projeto do molde de injeção até a fabricação de um produto específico.

5.3.3 Viabilidade estratégica

Considerando o lead time de 3 à 6 meses, dos fornecedores, geralmente americanos, e também o impacto na satisfação dos clientes, a disponibilidade de partes de cabine por fabricação interna é um diferencial competitivo.

Manter um assento na cabine inoperante, significa redução da receita e uma percepções ruim do cliente, podendo assimilar a peça quebrada a cabine a qualidade da manutenção da aeronave, gerando um percepção negativa da confiabilidade da empresa.

Iniciou-se o processo com um estudo de viabilidade - com base no conhecimento de profissionais que vivenciam a realidade da manutenção de aeronaves e também em relação à essas demandas de reparo, avaliando se a solução é viável tanto do ponto de vista econômico quanto técnico. Também foi dada atenção às possibilidades do processo e às finalidades dos componentes dados, verificando se os componentes requerem redesenho para poder produzi-los. Além do mais, listou-se as recomendações sobre como o design da peça de moldagem por injeção apontando a necessidade de uma análise econômica e técnica profunda e antecipada leva à otimização da produção, bem como ao atendimento das expectativas específicas.

Deve-se produzir um manual técnico com recomendações técnicas sobre os parâmetros das peças injetadas. A equipe específica da cia aérea de manutenção de aeronaves deve definir então as propriedades mecânicas, térmicas e elétricas mais desejáveis dos materiais. A análise reológica também inclui o resfriamento e o fornecimento de cada material. O aspecto estético também é importante - as peças de plástico costumam ser o elemento-chave do design. Nesta

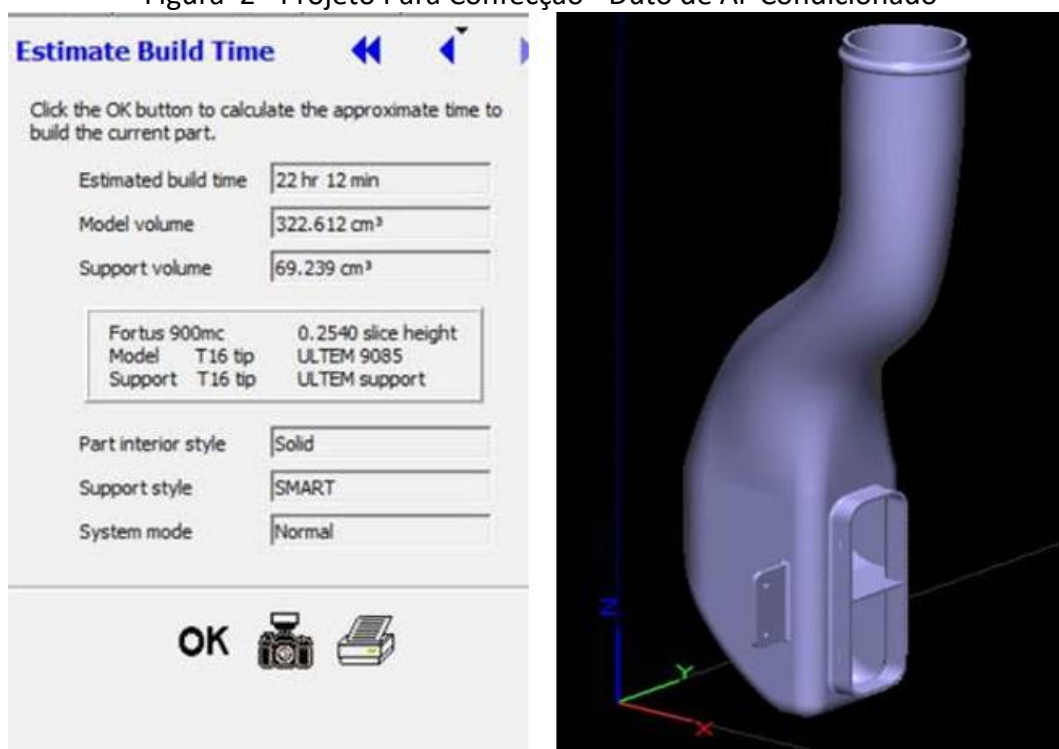
fase, dependendo da necessidade caso a caso, deve ser selecionado o material mais adequado.

A busca pela otimização da manufatura deve ser projetar para moldagem por injeção, em que se deve seguir a recomendação dos responsáveis pela manutenção das aeronaves e a melhor solução de formato de peças e escolher a tecnologia adequada, mesmo para a fabricação de moldes avançados. Deve-se combinar funcionalidade e baixos custos de produção com estética - esta é uma questão fundamental para todos os envolvidos.

5.3.4 Viabilidade financeira

Baseado na importância do tema, a Beta realizou um estudo de caso com a peça da Figura 9. Trata-se de um duto do sistema de ar condicionado utilizado na frota de aeronaves modelo Boeing 777.

Figura 2 - Projeto Para Confeção - Duto de Ar-Condicionado



FONTE: acervo dos autores, 2021.

Em síntese, a peça da figura acima, serve para garantir a troca de calor do sistema de ar condicionado. A rigor, este componente possui valor médio de mercado de US\$ 28.865,00 e através de um processo de impressão 3D, com 22 horas e 12 minutos, é possível fabricá-la com o mesmo material.

Ademais, é necessário lembrar que o processo de importação atrelado a burocracia envolvida certamente demandariam um tempo muito superior e, conseqüentemente, impactariam o tempo para a liberação da aeronave. O processo de fabricação da peça mencionada apresentou um custo consideravelmente menor - US\$ 1.600,00. Neste contexto, observa-se que o recurso financeiro utilizado girou em torno de 5% se comparado a um novo componente adquirido junto a fornecedores internacionais.

O custo do material é determinado pelo peso do material necessário e pelo preço unitário desse material. O peso do material é claramente resultado do volume da peça e da densidade do material. No entanto, a espessura máxima da parede da peça também pode desempenhar um papel relevante. O peso do material necessário inclui o material que preenche os canais do molde. O tamanho desses canais e, portanto, a quantidade de material, é amplamente determinado pela espessura da peça.

O custo de produção é calculado principalmente a partir da taxa horária e do tempo de ciclo . A taxa horária é proporcional ao tamanho da máquina de moldagem por injeção que está sendo usada, por isso é importante entender como o projeto da peça afeta a seleção da máquina. As máquinas de moldagem por injeção são normalmente conhecidas pela tonelagem da força de fixação que fornecem. A força de aperto necessária é determinada pela área projetada da peça e a pressão com que o material é injetado. Portanto, uma peça maior exigirá uma força de fixação maior e, portanto, uma máquina mais cara. Além disso, certos materiais que exigem altas pressões de injeção podem exigir máquinas de maior tonelagem.

O custo do ferramental tem dois componentes principais - a base do molde e a usinagem das cavidades. O custo da base do molde é controlado principalmente pelo tamanho do envelope

da peça. Uma peça maior requer uma base de molde maior e mais cara. O custo de usinagem das cavidades é afetado por quase todos os aspectos da geometria da peça. O principal fator de custo é o tamanho da cavidade que deve ser usinada, medido pela área projetada da cavidade (igual à área projetada da peça e furos projetados) e sua profundidade. Quaisquer outros elementos que requeiram tempo de usinagem adicional serão adicionados ao custo, incluindo a contagem de recursos, superfície de partição, núcleos laterais, elevadores, dispositivos de desenroscamento, tolerância e rugosidade da superfície.

A quantidade de peças também impacta o custo do ferramental. Uma quantidade de produção maior exigirá um molde de classe superior que não se desgastará tão rapidamente. O material de molde mais resistente resulta em um custo de base de molde mais alto e mais tempo de usinagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu compreender o conceito de a fabricação de partes por uma empresa aérea ou por uma empresa contratada por ela durante o processo de manutenção de suas aeronaves, as chamadas “*Owned Produced Parts*”. Peças plásticas moldadas por injeção têm alguns benefícios incluindo escalabilidade, a capacidade de tornar peças simples a extremamente complexas e uniformidade, a capacidade de fazer centenas a milhões de peças virtualmente idênticas. No entanto, a construção e manutenção de ferramentas de molde de injeção podem ser caras e fazer trocas de ferramentas pode ser um desafio no setor das cias aéreas.

Adicionalmente, para o caso específico de peças de reposição utilizadas na cabine de passageiros das aeronaves (partes de interior), conforme limitação do estudo aqui apresentado, a fabricação de partes é:

- a) Legalmente aceita, pois existem provisões nos regulamentos aeronáuticos permitindo a uma empresa aérea ou organização de manutenção por ela contratada fabricar peças de reposição durante a execução de atividades de manutenção na aeronave, desde que a empresa aérea assegure o mesmo nível de qualidade das partes originais;
- b) Tecnicamente viável, pois estão já disponíveis métodos de fabricação que permitem obter partes de interior com a mesma qualidade das partes originais. Ainda que neste momento métodos de fabricação como fabricação aditiva (impressão 3D) ainda sejam incipientes, o uso de outros métodos de fabricação como injeção plástica já permite a produção de muitas partes de interior com qualidade satisfatória;

- c) Operacionalmente possível, embora, como citado acima ainda existe prevalência de métodos de fabricação tradicionais (tal como injeção plástica) sobre métodos mais inovadores de fabricação (impressão 3D);
- d) Financeiramente apropriada para redução dos custos de manutenção de uma aeronave, observadas certas limitações legais e quanto ao método de fabricação a ser utilizado;
- e) Estrategicamente apropriada, já que permite às empresas aéreas diminuir a sua dependência do fabricante original e agentes logísticos quanto ao prazo de disponibilização de partes de interior, diminuindo a possibilidade de indisponibilidade da aeronave por falta de peças de reposição ao mesmo tempo em que permite manter a cabine de passageiros nas melhores condições de conforto aos passageiros, item esse fundamental para a percepção dos passageiros quanto ao cuidado que a empresa aérea dedica à manutenção das suas aeronaves.

No entanto, embora as “*Owner Produced Parts*” representem uma possibilidade de geração de valor por parte de uma empresa aérea ou organização de manutenção por meio da redução de custos de manutenção e minimização de prazos de entrega, é preciso considerar também alguns aspectos que precisam ser observados para que as premissas e aprovação relativas a essas partes possam ser utilizadas.

Inicialmente, é preciso garantir que a peça de reposição fabricada tenha a qualidade necessária para que a condição do artigo mantido (aeronave ou componente) fique pelo menos igual à sua condição original ou fique apropriada à uma alteração executada sobre o artigo (no que diz respeito à função aerodinâmica, à resistência estrutural, à resistência a vibração e deterioração e a outras qualidades que afetem a aeronavegabilidade (RBAC 43, 2021)).

Com essa premissa em mente, uma empresa aérea que se proponha a fabricar partes para uso em suas próprias aeronaves (ou contrate uma organização de manutenção aeronáutica para fazê-lo) deve observar algumas limitações (não limitadas a essas):

- a) É necessário que estejam disponíveis informações técnicas de projeto ou dados de operação fornecidos pelo fabricante da aeronave. Essa questão pode representar um desafio na medida em que alguns fabricantes restringem o acesso a essas informações sobre a premissa de “propriedade intelectual”, mas cujo objetivo é também manter sua posição de fornecedor da peça de reposição;
- b) É necessário que estejam disponíveis todos os materiais necessários para a fabricação da peça de reposição, conforme dados técnicos citados no item anterior;
- c) A organização que se proponha a efetuar a fabricação deverá disponibilizar os recursos necessários para a fabricação, tais como ferramentas e equipamentos especiais, estrutura física das instalações, pessoal treinado e capacitado, dentre outras;
- d) Um processo de controle de qualidade das peças fabricadas deverá ser implementado de forma a garantir a qualidade dessas peças, conforme já citado anteriormente;
- e) A empresa aérea necessitará avaliar se não existe nenhuma questão contratual com o fabricante da aeronave que a impeça de fabricar partes;
- f) Uma empresa aérea que opere aeronaves sob contratos de arrendamento deverá avaliar se o respectivo contrato permite a operação com esse tipo de peça instalada. Embora essa não seja uma restrição séria, durante a operação da aeronave, ela deve ser considerada pela empresa aérea uma vez que pode resultar em custos adicionais no momento da devolução da aeronave, já que as peças fabricadas precisarão ser substituídas pela empresa aérea antes da entrega da aeronave ao arrendador.

Esses e outros fatores deverão ser considerados quando da análise de custo e benefício da utilização de quaisquer tipos de peças de reposição para uso durante o processo de manutenção das aeronaves de uma empresa aérea.

Finalmente, cabe salientar que de acordo com as premissas utilizadas neste trabalho e dentro da definição de “Owned Produced Parts” apresentada na Seção 2.4 tais partes somente podem ser utilizadas em serviços de manutenção executados em aeronaves desse operador, ou seja, não podem ser vendidas separadamente para outros operadores. No entanto, caso seja objetivo da empresa aérea fazê-lo, ela poderá recorrer a outras formas de aprovação para fabricação de partes que estão fora do escopo deste trabalho.

Algumas opções que podem ser exploradas em estudos posteriores estão a fabricação de partes segundo um certificado de Produto Aeronáutico Aprovado (PAA), um certificado de produto aeronáutico aprovado sob uma Ordem Técnica Padrão (OTP) ou qualquer outra forma aprovada pela ANAC (ANAC, 2021) e seus equivalentes em outros países, ou ainda mediante um contrato de cessão de direitos de fabricação celebrado entre empresa aérea e o fabricante original da parte ou fabricante da aeronave.

A depender das características de outros modais esses requisitos não se aplicam ou apresentam formatos específicos, menos ou mais restritivos, relacionados à fabricação de peças de reposição para uso em seus próprios equipamentos, razão pela qual a utilização das premissas aqui apresentadas podem ser utilizadas por outras empresas mediante uma análise de viabilidade técnica e econômica que leve em consideração, dentre outros fatores, de características específicas do modal, suas regulamentações e da própria estratégia e condições operacionais sob as quais ela trabalha.

REFERÊNCIAS

ABEAR, Associação Brasileira das Empresas Aéreas. **O Setor Aéreo em Dados e Análises: Panorama 2019**. Disponível em < <https://www.abear.com.br/wp-content/uploads/2020/10/Panorama2019.pdf> >. Acesso em: 28.10.2021.

ABEAR, Associação Brasileira das Empresas Aéreas. **O Setor Aéreo em Dados e Análises: Panorama 2020**. Disponível em < <https://www.abear.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Panorama2020-vf.pdf> >. Acesso em: 28.10.2021.

ALVES, Joel. **NR 12 e a segurança de trabalhadores em máquinas e equipamentos**. 2019. Disponível em: <https://www.revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/correlata/nr-12-e-a-seguranca-de-trabalhadores-em-maquinas-e-equipamentos.html>. Acesso em: 13 de mar. de 2021.

ANDO, J. K.; COSTA, H. G. Seleção de estratégias de manutenção em operadoras de táxi aéreo “offshore”: modelagem pelo ELECTRE I. **In Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (pp. 1-8)**. Florianópolis: ABEPRO, 2004.

ANDRADE, Bruno. **Pós-pandemia: Empresas de viagens vão demorar de 4 a 5 anos para “se curar da Covid-19”**. 2021. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/pos-pandemia-empresas-de-viagens-vaodemorar-de-4-a-5-anos-para-se-curar-da-covid-19/>. Acesso em: 2 de dez. 2021.

ANDRADE JÚNIOR, Jonas Vieira de. **Avaliação econômica do programa de manutenção de aeronaves comerciais por meio de escalonamento dos intervalos de inspeções** / Jonas Vieira de Andrade Júnior. – Belo Horizonte, 2017

BASSOTO, Emílio. **Mercado de interior de aviões deve movimentar R\$ 205 bi até 2025 com novo foco do setor**. 2020. Disponível em: < <https://www.aeroin.net/mercado-interior-avioes-movimentar-205-bi-2025/> >. Acesso em: 02.12.2021.

BORDERS, Aviation Benefits Beyond. **Adding value to the economy**. 2016. Disponível em: < <https://aviationbenefits.org/economic-growth/adding-value-to-the-economy/> >. Acesso em: 02.12.2021.

BOYDSTUN, Frank; GRAUL, Michael; BENJAMIN, Perakath; PAINTER, Michael. **New Perspectives Towards Modelling Depot MRO**. San Diego: California. 2002. Disponível em: < <https://informs-sim.org/wsc02papers/095.pdf> >. Acesso em: 12.09.2021.

ANAC. RBAC 21. **Certificação de Produto e Artigo Aeronáutico**. 2021. Disponível em: < <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-21> >. Acesso em: 10.08.2021.

ANAC. RBAC 43. **Manutenção, Manutenção Preventiva, Reconstrução e Alteração**. 2021. Disponível em: < <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-43> >. Acesso em: 10.08.2021.

ANAC. RBAC 145. **Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico**. 2021. Disponível em: < <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-145> >. Acesso em: 10.08.2021.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC 01. Emenda 02. Definições, regras de redação e unidades de medida para uso nos RBAC. Brasília: ANAC, 2011. Disponível em: < http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-001-emd02/@@display-file/arquivo_norma/RBAC01EMD02.pdf >. Acesso em: 25 jul. 2021.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC 43. Emenda 01. Manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração. Brasília: ANAC, 2014a. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-043-emd01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC43EMD01.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC 145. Emenda 01. Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico. Brasília: ANAC, 2014b. Disponível em: < http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-145-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC145.pdf >. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. Decreto 5 731 de 20 de março de 2006. Dispõe sobre a instalação, a estrutura organizacional da Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC e aprova o seu regulamento. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2006/decreto5731-20-marco-2006-541507-norma-pe.html>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

BRASIL. Lei 11 182 de 27 de setembro de 2005. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/Lei/L11182.htm>. Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria 74, de 23 de dezembro de 2013. Aprova a reedição da Norma do Sistema de Comando da Aeronáutica 3-3 que dispõe sobre a gestão da segurança de voo na aviação brasileira. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/nsca-norma-do-sistema-do-comando-daaeronautica>. Acesso em: 25 jul. 2021.

CAPPA, Josmar; SOUZA, José Henrique. Ensaio sobre a Logística Aeroportuária para a Indústria Aeronáutica no Brasil. São Paulo: **Revista Pesquisa & Debate**, vol. 23 n. 2 (42) p. 317-332, jul-dez 2012.

CARRILHO, P. A. S. Competitive Strategies for Attracting Low Cost Airlines. Master's thesis. Instituto Superior Técnico - **Technical University of Lisbon**, October, 2009.

CASTRO, José Marcio. **Métodos e Técnicas de Pesquisa**: Uma Introdução. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual. 2003. Disponível em: < <https://fdocumentos.tips/document/metodos-tecnicas-pesquisapdf-jose-marcio-castro.html> >. Acesso em: 30.08.2021.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada: Supply Chain**. 4ª ed. São Paulo: Atlas. 2010.

CIACCI, Kellyston Braga; SOUZA, Reginaldo da Silva; JUNIOR, Pedro dos Santos Portual; SILVA, Anderson Domingues; PAIVA, Lucas Rosa. **Gestão da Logística Internacional**: Desafios e oportunidades para as importações do setor de aviação civil brasileiro. 2015. Disponível em: < <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/9122226.pdf> >. Acesso em: 08.09.2021

COELHO, L. C. **Strategies and Competitive Advantages**. Portal INBRASC. Disponível em: www.inbrasc.org.br/pesquisa/pesquisas_realizadas. Acesso em: 11 de dez. 2021.

CORRÊA, Sandro Vieira. **Gestão integrada da manutenção das aeronaves da Administração Pública Direta do governo do Estado de Minas Gerais** [manuscrito] / Sandro Vieira Corrêa. -- 2017.[12], 109 p. : il.

CRESWELL, John W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa**: Escolhendo entre Cinco Abordagens. 3ª ed. São Paulo: Penso, 2014.

CRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

D'AVILLAR, Priscila. **O que a matriz esforço x impacto pode fazer por você e pelo seu trabalho?** 2019. Disponível em: < <https://dnc.group/blog/projetos/conheca-a-matriz-de-esforco-e-impacto/> > Acesso em: 28.11.2021.

DOGANIS, R. **Flying Off Course**: Airline Economics and Marketing Fourth Edition. Routledge, London, 2010.

ELLER, Rogéria de Arantes Gomes; MOREIRA, Michelle The main cost-related factors in airlines management. **Journal of Transport Literature**. 2014, v. 8, n. 1, pp. 8-23.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Disponível em: < <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf> >. Acesso em: 23.09.2021.

FAAC. Federal Aviation Administration Advisory Circular. AC 43-18. **Fabrication of Aircraft Parts by Maintenance Personnel**. 2011. Disponível em https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/Ac_43-18_Chg_1-2.pdf. Acesso em 12/08/2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOMES, Sérgio Bittencourt Varella; FONSECA, Paulus Vinicius da Rocha; QUEIROZ, Vanessa de Sá. O financiamento a arrendadores de aeronaves – modelo do negócio e introdução à análise de risco do leasing aeronáutico. **Aeronáutica**, BNDES Setorial 37, p. 129-172, 2013. Disponível em: < https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1515/1/A%20mar37_04_O%20financiamento%20a%20arrendadores%20de%20aeronaves..._P.pdf >. Acesso em: 9 de dez. 2021.

IATA, International Air Transport Association. **Maintenance Costs for Aging Aircraft**. 1ª ed. 2018. Disponível em: < <https://www.iata.org/contentassets/bf8ca67c8bcd4358b3d004b0d6d0916f/mcaa-1sted-2018.pdf> >. Acesso em 12.08.2021.

IATA. International Air Transport Association. **O setor de transporte aéreo representa uma grande contribuição para a economia do Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://www.iata.org/contentassets/bc041f5b6b96476a80db109f220f8904/brazil-o-valor-do-transporte-aereo.pdf>>. Acesso em 12.08.2021.

JUSTO, Andreia Silva. **Priorização de projetos**: conheça 4 ferramentas para selecionar as melhores iniciativas para o seu negócio. 2014. Disponível em: < <https://www.euax.com.br/2014/09/priorizacao-selecao-projetos-portfolio/> >. Acesso em: 12.12.2021.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção**: Função Estratégica. 4ª ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2012.

KINNISON, Harry A. **Aviation Maintenance Management**. 2ª ed. Toronto. McGraw-Hill Professional Publishing, 2012.

LARIVIERE, Marty. **Airlines**: Where does all the money go? 2012. Disponível em: < <https://operationsroom.wordpress.com/2012/06/12/airlines-where-does-all-the-money-go/> >. Acesso em: 30.09.2021.

LOPES, Iago França; BEUREN, Ilse Maria. Comportamento dos custos e sua relação com medidas de eficiência operacional em companhias aéreas. **Revista Base (Administração e Contabilidade) da UNISINOS**, vol. 14, núm. 1, pp. 30-46, 2017.

MACHADO, M. C.; URBINA, L. M. S. Manutenção Aeronáutica no Brasil: distribuição geográfica e técnica. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 243-253, 2015.

MARCONI, Mariana de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa: Planejamento e Execução de Pesquisa - Amostragens e Técnicas de Pesquisa - Elaboração, Análise e Interpretação de Dados**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de Marketing: Metodologia, Planejamento, Execução e Análise**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2013.

REBOUÇAS, Sergio; ABRAHÃO, Fernando Teixeira Mendes. Planejamento estratégico de programa de manutenção preventiva de aeronaves. Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), **São José dos Campos/SP – Brasi, ITA**, 24 a 26 SET de 2019.

RIBEIRO, R. P. F. **Controlo de Programa de Manutenção de Aeronaves – Variante Estruturas e Sistemas**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2009.

RODRIGUES, Renan Luis; NETO, Martin Mundo; JUNIOR, Eloy Cid. Logística em manutenção de aeronaves. **Revista Interface Tecnológica**. 2019, 16. 180-192. 10.31510/infa.v16i2.656.

RODRIGUES, L. R., GOMES, J. P. P., BIZARRIA, C. O., GALVAO, R. K. H., & YONEYAMA, T. Using prognostic system and decision analysis techniques in aircraft maintenance cost-benefit models. In **Proceedings of the Aerospace Conference**, 2010 IEEE (pp. 1-7). Big Sky: IEEE. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1109/AERO.2010.5446839> >. Acesso em 12.07.2021.

SACONI, Alexandre. **Todos a bordo**. 2021. Disponível em < <https://economia.uol.com.br/todos-a-bordo/2021/08/08/rendas-auxiliares-acessorias-companhias-aereas-saconi.htm> >. Acesso em 12.12.2021.

SAMPAIO, Misael dos Santos. **Utilização de Artigos ou Produtos Não Aeronáuticos ou Não Homologados e seu Impacto na Segurança Operacional**. Santa Catarina. 2020. Disponível em: < https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8265/1/TCC_MISAEEL_DOS_SANTOS_SAMPAIO.pdf >. Acesso em 24.11.2021.

SCHULTZ, Glauco. **Introdução à gestão de organizações**. Porto Alegre, 2018.

SILVA, Demétrio de Oliveira. **Manutenção de aeronaves: análise da disponibilidade dos helicópteros da polícia militar de minas gerais e seus reflexos na atividade fim do batalhão de radiopatrulhamento aéreo**. Monografia (CFO). Academia de Polícia Militar, Escola de Formação de Oficiais. Belo Horizonte, 2013.

SILVA, Vitor Pereira da. **Segurança de voo: a importância da manutenção de aeronaves.** Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Ciências Aeronáuticas. Goiânia, 2020.

SKYBRARY, Aviation Safety. **Aircraft Maintenance Definition.** Disponível em < <https://skybrary.aero/articles/aircraft-maintenance> >. Acesso em: 17.08.2021.

TORRES, Victor Scarparo; BERGAMINI, Wellington Tacone; CELLA, Daltron. análise dos principais custos operacionais das companhias aéreas como estratégia para viabilizar uma empresa low cost no Brasil. **Interface Tecnológica** - v. 17 n. 2, 2020.

VASIGH, Bijan; FLEMING, Ken; TACKER, Thomas. **Introduction to Air Transport Economics: From Theory to Applications.** 3ª ed. Routledge, 2018.

VILELA, J. A. et al. Manutenção em aeronaves: fator contribuinte para a segurança de aviação. **R. Conex. SIPAER**, v. 1, n. 2, mar. 2010.

ZANUZZI, Leonardo. **Manutenção e falta de suprimento no t-25 universal da academia da força aérea brasileira.** Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2017.

ZIMMER, T; THOMPSON, D. Operating Leases: Explanation & Update.
In: NEW YORK SCHOOL OF INTERNATIONAL AVIATION FINANCE, Euromoney, Nova York, 15-17 abr. 2009.

GLOSSÁRIO

Aeronavegável: conceito utilizado na aviação com o objetivo de denotar duas condições necessárias para que uma aeronave possa operar em segurança: estar em conformidade com o projeto original e estar em condições seguras de operação. Uma aeronave somente poderá ser considerada “aeronavegável” se essas duas condições forem satisfeitas ao mesmo tempo.

Classe: no contexto deste trabalho, considera-se as seguintes classes de peças de reposição, ou simplesmente “partes”:

- a) Parte Categoria 1: uma peça de reposição cuja falha possa impedir a continuidade segura do voo e do pouso. As consequências resultantes da falha dessa peça podem reduzir as margens de segurança, degradar o desempenho da aeronave ou causar perda da capacidade da tripulação em conduzir o voo;
- b) Parte Categoria 2: uma peça de reposição cuja falha não impedirá a continuidade segura do voo ou pouso, mas pode reduzir a capacidade operacional da aeronave ou capacidade da tripulação de voo em lidar com situações operacionais adversas decorrentes da falha;
- c) Peça Categoria 3: uma peça de reposição cuja falha não terá efeito adverso sobre a segurança do voo ou do pouso da aeronave.



Para ser relevante.

atendimento@fdc.org.br

0800 941 9200

www.fdc.org.br

