



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

FERNANDO LUCAS DE FREITAS CALVET DOS SANTOS

COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS PARA A AVIAÇÃO GERAL NO MUNDO

Palhoça

2020

FERNANDO CALVET

COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS PARA A AVIAÇÃO

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

Palhoça

2020

FERNANDO LUCAS DE FREITAS CALVET DOS SANTOS

COMBUSTIVEIS ALTERNATIVOS PARA AVIAÇÃO

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 26 de junho de 2020.

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

Prof. Jairo Afonso Henkes, MSc.

Dedico este trabalho à toda minha família que sempre me apoiou em todos os momentos difíceis que minha carreira proporcionou, principalmente nos momentos de minha ausência.

AGRADECIMENTOS

Uma etapa da minha vida se encerra, neste momento, gostaria de agradecer imensamente a todos os meus professores e instrutores que tiveram extrema importância na transmissão de conhecimento de maneira exemplar. Sou muito grato por possuir amigos, familiares e orientadores como tenho em minha vida, sempre souberam ser rígidos nas horas necessárias e flexíveis quando estávamos alcançando o êxito.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade da utilização de fonte de calor alternativo para aviação. Neste contexto, importante foi a análise do tema envolvendo a necessidade de modernização do motor convencional, adaptando-o a combustíveis alternativos renováveis. Este estudo contempla a metodologia da análise e avaliação de diversos tipos de matérias primas para fabricação de um combustível renovável para ser utilizado. O resultado obtido nesta pesquisa aponta a possibilidade da substituição do combustível poluente, derivado do petróleo para o etanol cuja matéria prima é muito bem produzida em nosso país. Constatou-se também que o custo total para a conversão de motores convencionais para tornar-lhe a operação com combustíveis renováveis, torna-se inviável para pequenos operadores na aviação de pequeno porte, considerando-se o custo total dispendido e o retorno sobre as horas voadas. A finalização deste trabalho demonstra a necessidade de apoio político fiscal, reduzindo taxas da importação de novos kits de conversão e o incentivo as empresas nacionais a produção de combustíveis renováveis e a pesquisa de novas fontes de calor ecologicamente corretas.

Palavras-chave: Aviação. Combustíveis. Meio ambiente. Sustentabilidade. Economia.

ABSTRACT

This research has characteristic of an analysis of the feasibility in the use of alternative fuel sources for aviation. After all facts, the total cost to 'modernize' the conventional engine, to be able to use with renewable fuels, but by the price, it isn't viable for small aviation due to the final price of the conversion and the hourly flown to make the investment profitable, both for the environment and for the aircraft operators. It is characterized as an exploratory research through the reading of articles, books and reports. At the end of my work, I concluded that in order to update ourselves, some law and fiscal support is needed, reducing tax to create and use new fuel, encouraging national companies to produce renewable fuels, and the main one, encouraging research to develop new sources.

Keywords: Aviation. Fuel. Environment. Sustainability. Economy

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Especificos.....	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 METODOLOGIA.....	16
1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa	16
1.4.2 População amostra ou Sujeitos da pesquisa.....	16
1.4.3 Procedimentos de coleta de dados.....	16
1.4.4 Procedimentos de análise dos dados	17
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 FUNCIONAMENTO DO MOTOR AERONÁUTICO	18
2.2 FONTES DE ENERGIA PARA AVIAÇÃO GERAL.....	19
2.2.1 AvGas.....	20
2.2.2 Querosene Aeronáutico	20
2.2.3 Biodiesel.....	21
2.2.4 Etanol.....	21
2.3 PRODUÇÃO NACIONAL DE ETANOL.....	22
2.3.1 Crise no abastecimento de AvGas.....	23
2.3.2 Eficiência do motor movido a Etanol e AvGas	23
2.4 ASPECTO ECONÔMICO E SOCIOCULTURAL DOS BIOCOMBUSTÍVEIS	24
2.5 RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO NA CONVERSÃO DOS MOTORES	25
2.5.1 Emissão de gases na atmosfera.....	26
3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	28
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios na história da aviação, muitas pessoas acreditavam que o voo era impossível, e que era um ato além da capacidade humana. Mesmo assim o desejo era comum entre os homens da época. Um dos cientistas que mais impulsionou o estudo aeronáutico foi Leonardo da Vinci. Da Vinci realizou diversos projetos, sempre utilizando o voo dos pássaros como teoria para o voo de um objeto mais pesado que o ar.

Que qualidade de ar cerca os pássaros em voo? O ar circundando os pássaros é menos espesso acima deles que a espessura de outros ares, e abaixo mais espesso que o mesmo ar, e é menos espesso atrás do pássaro que acima dele em proporção à velocidade do pássaro em seu movimento avante, em comparação com o movimento das asas em relação ao solo; e do mesmo modo, a espessura do ar na frente do pássaro é maior que a espessura do ar abaixo dele, em proporção à dita espessura dos ditos ares (DA VINCI [1452-1519], apud FREIRE, 2006).

Estas conclusões realizadas por Da Vinci, conduzem o conceito de pressão aerodinâmica nas asas das aeronaves, esta diferença de pressão gerada no intradorso para o extradorso que permitem o voo. Por este motivo, o gênio inventor, Da Vinci contribui em grande escala para que a aviação existisse e que utilizassem de suas teorias até em aeronaves mais modernas.

Com o crescimento mundial cada vez mais acelerado, o uso de veículos automotores cresce exponencialmente, e a aviação faz parte desta aceleração desenfreada. Com isso há a necessidade de alternativas para combustíveis renováveis, já que através do petróleo na obtenção do combustível, os gerados, não são renováveis e poluem demais o meio ambiente após a queima para troca de energia e calor. A principal característica deste estudo, é de certa forma, disseminar o estudo de novas substâncias para obtenção de novos combustíveis viáveis para aviação e propor uma possível solução para os problemas ambientais e socioeconômicos que todos enfrentam nos dias de hoje. Apesar da fácil obtenção e manuseio de combustíveis fósseis, estes são extremamente perigosos ao meio ambiente, causando danos irreversíveis ao planeta, tais como: Aquecimento global, poluição, chuva ácida etc. Ao analisarmos estes dados, realça ainda mais a necessidade de estudos, investimentos e análises para tornarmos as operações aéreas viáveis financeiramente e ecologicamente.

A utilização de fontes de energia renovável já vem crescendo e despertando interesse em diversas aéreas. Na aviação, que cada vez mais tende a se tornar uma aliada do

meio ambiente, diversos operadores de aeronaves de pequeno porte já demonstram interesse na utilização de novos combustíveis, por alguns motivos básicos: O custo do AvGas (Aviation Gasoline) tem se tornado cada vez mais alto e tornando a operação aérea desvantajosa para muitos usuários; A facilidade na fabricação e manuseio de um combustível renovável, dispensando a necessidade de importar o tradicional AvGas. De acordo com a ANP (agência nacional do Petróleo, Gás natural e biocombustíveis), o Brasil se tornou um país que mais tomou iniciativas em desenvolver novas fontes de energia, já que possui um excelente clima e diversas áreas com solo apropriado para o plantio de diferentes espécies de plantas que são ótimas matérias prima para biocombustíveis.

É comprovado que a utilização de biocombustíveis é de extrema importância para o meio ambiente e para a sociedade, porém, é necessário a análise da frota aérea brasileira para utilização deste novo combustível. A ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil (2010), afirma que grande parte das aeronaves que voam no espaço aéreo brasileiro ainda utilizam como combustível o AvGas, não renovável e muito poluente. É de extrema importância a divulgação e análise dos custos a curto e longo prazo que cada proprietário que irá receber ao utilizar novas fontes de energia renovável. É de conhecimento básico que a operação dos motores antigos é projetada para utilização de combustíveis fósseis e que para seu funcionamento com biocombustíveis existentes, será necessário passar por diversos processos de adaptações e homologações com órgãos específicos, que gera tempo e gastos, mas a longo prazo poderá ser benéfico para o meio ambiente e operador da aeronave.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Quais os combustíveis alternativos viáveis para a aviação geral e quais problemas enfrentados para fabricação do mesmo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar fontes alternativas para a aviação, quer sejam o querosene, biodiesel ou etanol, que viabiliza financeiramente ao operador e todo ecossistema.

1.2.2 Objetivos específicos

- Investigar diferentes tipos de combustíveis alternativos para a aviação;
- Verificar a viabilidade econômica na utilização de combustíveis alternativos;
- Analisar possíveis alternativas em relação ao custo benefício de diferentes alternativas;
- Propor possíveis alternativas para a redução de custos em relação aos possíveis combustíveis para a aviação geral;

1.3 JUSTIFICATIVA

As fontes de energia sustentáveis é um item bastante discutido e colocado em prática nos dias de hoje, seja em automóveis básicos utilizados no dia a dia até na aviação de grande porte. Sabendo que o planeta está sofrendo com a desordem e descontrole do ser humano, mudanças precisam ser colocadas em prática para agredir menos o meio ambiente. Sabendo que o uso de combustíveis fósseis é prejudicial e que já pode se usar alternativas para uma amenização, cabe a cada um analisar e ajudar o planeta com medidas básicas.

Esta pesquisa tem como principal característica informar aos usuários de veículos automotores os malefícios após a utilização de determinados tipos de fontes de energia, principalmente as derivadas do petróleo, que além de serem uma bomba para o meio ambiente, na emissão de gases, não é renovável e pode ter seu fim a qualquer dia, já que a extração e uso desta matéria prima é visada apenas para fins econômicos e nunca utilizada de maneira correta, racionada, pensando na natureza.

1.4 METODOLOGIA

Considere um estudo de caso, cujo objetivo é avaliar a utilização de biocombustíveis na aviação geral no Brasil. Serão avaliados e analisados diversos tipos de matérias primas para fabricação de um combustível renovável para ser utilizado. Para realizar a pesquisa, com abordagem quantitativa, foi selecionada uma amostra em kits de conversão para motores de ciclo OTTO, em seguida analisando os benefícios e malefícios visando a carga horaria voada e o preço a ser pago.

1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

O estudo criado foi concluído por meio de uma pesquisa explicativa, a qual é realizada um procedimento formal que tem objetivo unir e conectar dados para compreender os efeitos de determinadas escolhas. Desta forma, pode-se dizer que este artigo é uma pesquisa explicativa de caráter exploratório, onde será descrito diversas informações e situações distintas de uma maneira geral para que todos os leitores consigam utilizar das informações, tornando útil até mesmo em seu dia a dia.

1.4.2 População amostra

Para realização desta pesquisa, utilizou-se o conhecimento de pessoas com características para uma análise correta e sem chance para informações errôneas, entre eles estão: professores, pilotos, mecânicos e empresas aéreas.

1.4.3 Procedimento de coleta de dados

A coleta de dados utilizados neste arquivo foi por maior parte bibliográfica, abrangendo todo conhecimento de seu escritor e por outra parte de maneira oral, dialogando com diferentes profissionais da área para conclusão.

1.4.4 Procedimento de análise dos dados

A análise dos dados foi realizada pelo meio de consulta em diversas escolas de aviação e oficinas homologadas com intuito de fornecer uma conclusão prática das vantagens e desvantagens dos itens a serem revisados. Foram analisados artigos recentes de no máximo cinco anos, restringindo a análise em combustíveis como, o AVGAS, ETANOL, DIESEL e JETFUEL.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O estudo realizado foi composto utilizando a seguinte estruturação:

No primeiro capítulo foi exposto a introdução, problema da pesquisa e objetivos, a justificativa e a metodologia.

No capítulo 2, foi mostrado a fundamentação teórica, explicando ainda sobre as viáveis e inviáveis fontes de calor para a aviação.

Por último, no capítulo três, o artigo se finaliza através da conclusão dos dados mencionados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No meio ambiente estão presentes diversas fontes de matéria prima para obtenção de energia. Entre elas possuem as renováveis, que não se esgotam com o uso ao passar os anos e agridem menos o planeta. Já as renováveis, que em sua maioria são provenientes de fontes fósseis, são geradas através de meios naturais, como a decomposição de organismos mortos soterrados. Atualmente a maior matéria prima utilizada é o Petróleo, que se usada de maneira desenfreada e sem pensar no meio ambiente, poderá se esgotar a qualquer momento.

Entender as fontes de energia são fundamentais para todas as atividades humanas em geral, pois elas possuem funções de erguer diversos tipos de maquinários, iluminar, mover etc. A aviação não fica de fora da utilização desta energia, sendo ela geradora de mais de sete mil toneladas de monóxido de carbono (após a queima do combustível querosene) por ano.

Devido às preocupações ambientais, a indústria aérea vê agora o biocombustível como alternativa para o padrão combustível de avião derivado do petróleo. Segundo a ANAC (2010), atualmente 65 companhias aéreas operam no Brasil. De acordo com dados disponibilizados pela ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis, até fevereiro de 2017 foram vendidos pelas distribuidoras 1.105.154 metros cúbicos de querosene de aviação (derivada do petróleo). A venda total de 2016 foi de aproximadamente 6.764.746 metros cúbicos.

A ICAO – Organização da Aviação Civil Internacional, na sua 39 assembleia geral, aprovou em outubro de 2016 o CORSIA - Carbon Offsetting and Reduction Scheme for international Aviation, que entrará em vigor em 2020, obrigando a indústria de aviação civil internacional dos países signatários a neutralizar ou compensar suas emissões de CO₂ acima da linha de crescimento neutro de carbono, tendo como referência o mesmo ano da efetividade, além da participação da indústria na Contribuição Nacionalmente Determinada(NDC), reduzindo o crescimento das emissões do setor de transporte. A maneira mais efetiva para neutralizar o crescimento das emissões é pela substituição dos combustíveis de origem fóssil por uma fonte renovável.

No Brasil, a utilização de eco combustíveis para a aviação de linha aérea está longe de se tornar realidade, tendo como principal vilão, o custo na produção de novas indústrias refinarias e conseqüentemente, o custo na produção de um novo combustível, tornando o país apenas uma “plateia” para as mudanças que vem ocorrendo ao redor do mundo.

2.1 FUNCIONAMENTO DO MOTOR AERONAUTICO

Os motores aeronáuticos mais utilizados na aviação geral, se baseiam no ciclo de OTTO, ou seja, motores termodinâmicos. Ao funcionar substituem a energia calorífica proveniente da mistura combustível e ar, em energia cinética movimentando a hélice, permitindo o deslocamento da aeronave no ar e no solo.

O ciclo de otto é um ciclo termodinâmico idealizado que descreve o funcionamento de um típico motor de pistão de ignição com faísca. É o tipo de motor mais simples em motores aeronáuticos, seu funcionamento é dividido em quatro tempos: Admissão, compressão, combustão e escapamento (ROMA, JORGE, 2007, p. 31).

Em sua maioria, os motores aeronáuticos seguem do o mesmo padrão, alterando apenas o volume dos cilindros (que permitem uma maior cavalaria) e número de cilindros que o compõe. A organização dos cilindros foi desenhada estrategicamente para ocupar uma menor área frontal na fuselagem, os quais são dispostos de maneira horizontalmente opostos, conhecidos como boxxer. Os motores tipo boxxer como já mencionado, tem a vantagem de ocupar uma menor área frontal e por desvantagem, perde no quesito resfriamento unitário de cada cilindro, onde o primeiro cilindro em contato com o ar, tende a trabalhar em uma temperatura menor que o último cilindro da linha, menos exposto ao vento relativo.

O motor com cilindro horizontais opostos é a configuração mais utilizada na aviação, pois possui uma área frontal relativamente pequena, é compacto, leve e barato. Todos os cilindros ficam na posição horizontal, permanecendo limpos, sem acúmulo de óleo na câmara de combustão e velas. São geralmente fabricados com quatro ou seis cilindros (estes funcionam mais suavemente que os de quatro). (ROMA, JORGE, 2007, p.46).

Os motores aeronáuticos foram desenvolvidos com base nos motores de veículos automotivos, com certas adaptações para suportar os efeitos da altitude e temperatura. Depois de muitos testes incluindo vítimas fatais na história da aviação, adaptações eram necessárias para tornar cada vez mais seguro e possível o voo.

2.2 FONTES DE ENERGIA PARA AVIAÇÃO GERAL

De acordo com a Petrobras (2020), o Brasil é o maior consumidor de combustíveis de aviação na América Latina. Os combustíveis aeronáuticos mais utilizados são basicamente

divididos em quatro: A gasolina de aviação (AvGas), o querosene aeronáutico (Jet Fuel ou QAV), o Biodiesel e o Etanol aeronáutico.

2.2.1 AvGas

A gasolina de aviação, conhecida como AvGas, é utilizada na maioria das aeronaves de pequeno e médio porte. Estas, são portadas com motores convencionais movidos pelo ciclo de OTTO, em quatro tempos e seis fases. A gasolina aeronáutica é um combustível de altíssima octanagem, o qual permite que o combustível seja submetido a uma alta compressão dentro dos cilindros do motor sem que ocorra a detonação(explosão) ao encontrar um foco de calor na parede ou cabeça do cilindro. Para tornar a gasolina ainda mais antidetonante, é acrescentado um aditivo especial, chamado de Etil-fluido. Como característica de todos os tipos de gasolina, seu ponto de fulgor é bastante baixo e é extremamente inflamável nas temperaturas normais de operação (PINHEIRO, 2010).

Mesmo com suas vantagens, o AvGas é ainda evitado Brasil evitado por questões financeiras, ambientais e analisando a saúde de quem opera diariamente este combustível, já que se trata de um produto altamente tóxico e cancerígeno pela presença de Benzeno e chumbo em sua fórmula.

2.2.2 Querosene Aeronáutico

Segundo a Petrobras (2020), o querosene aeronáutico é derivado do petróleo obtido pela destilação direta com a faixa de temperatura de 150 a 300C. Para que este combustível seja capaz de ser utilizado na aviação, é necessário que ele apresente algumas características importantes, como de ser fluido, necessário para um rápido escoamento e que seja estável, para ser estocado sem riscos até a combustão nas câmaras. São utilizados nos motores TURBOJET, TURBOPROP e os mais atuais TURBOFAN.

Quando abastecido na aeronave, o querosene atua como combustível direto para os motores, fornecendo energia cinética, atua também como fluido lubrificante das partes internas de cada motor, e líquido de arrefecimento, para refrigerar as principais peças de um motor.

Mesmo com diversos avanços tecnológicos, a utilização de QAV, resulta em uma grande emissão de diversos gases extremamente tóxicos a atmosfera, como exemplo: O Monóxido e Dióxido de carbono, os Hidrocarburetos gasosos e os Óxidos de Nitrogênio.

2.2.3 Biodiesel

O diesel é um tipo de combustível derivado da destilação do petróleo bruto, tem em sua fórmula basicamente hidrocarbonetos. Devido à baixa volatilidade é um aliado na confiança do funcionamento, já que torna inexistente a presença de partículas de ar na linha de alimentação. Não é popularizada sua utilização devido a inconsistência na produção nacional. De acordo com o livro “Aeronaves e Motores” de Jorge Homa, o motor a Diesel lida com uma taxa de compressão muito alta aliada ainda a um poder calorífico altíssimo distribuído pelo combustível, sendo assim, necessita de um bloco preparado, com ligas metálicas que aguentem o esforço produzido, acarretando um material mais pesado que o normal utilizado.

O diesel é um tipo de combustível derivado da destilação do petróleo bruto constituído basicamente por hidrocarbonetos. É um composto formado principalmente por átomos de carbono, hidrogênio, com baixas concentrações de enxofre, nitrogênio e oxigênio. A sua baixa volatilidade reduz o risco de incêndio e a formação de bolhas de vapor nas linhas de combustível (vapor lock), responsável por boa parte dos incidentes de parada ou perda de potência em voo nos motores a gasolina, especialmente em grandes altitudes e subidas rápidas. A utilização do combustível diesel na aviação brasileira não é ainda aprovada pelas autoridades de aviação civil em razão da qualidade variável do produto oferecido pelos produtores (FIGUEIREDO, Gomes. 2013).

O combustível Diesel em si que também é um óleo lubrificante, logo, em temperaturas baixas, se torna muito viscoso, podendo entupir a linha de alimentação. Para ser utilizado na aviação, seria necessário a utilização de aditivos no tanque reservatório da aeronave e no próprio combustível.

2.2.4 Etanol

O Etanol é uma substância química produzida especialmente via fermentação de açúcares. É um biocombustível utilizado em motores de combustão interna por centelha (ciclo OTTO). Possibilitou a origem do primeiro avião do mundo ser produzido em série movido a Etanol, o Embraer 202A, o “Ipanemão”. Muito atrativo para operadores nacionais, pois o Brasil é um ótimo produtor da matéria prima para aquisição do mesmo. É ecologicamente correto, e suas taxas de gases lançados a atmosfera são muito inferiores as do AvGas. É muito utilizado na aviação agrícola, devido ao baixo do valor do litro e a facilidade de obtenção, visto que o país é um excelente produtor.

O programa denominado Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL é, o maior e mais duradouro esforço mundial na tentativa da substituição de combustíveis fósseis por novas fontes renováveis, teve seu início na crise do petróleo que iniciou no ano de 1973.

Na aviação brasileira, a utilização do etanol como combustível teve início em 1981 quando o motor Lycoming IO-540-K, na força aérea, equipando os T-25 UNIVERSAL, para treinamento dos pilotos. Tal feito teve como principal objetivo a redução dos custos diretos da operação.

2.3 PRODUÇÃO NACIONAL DE ETANOL

Após leitura detalhada sobre o Etanol, para que um país tenha capacidade de produzir este combustível renovável, é necessário que ele possua características básicas para o cultivo de matérias primas, como a cana de açúcar, beterraba ou milho. No Brasil, a matéria mais cultivada é a cana de açúcar, já que possui um clima e solo extremamente favorável a este cultivo. O cultivo da cana de açúcar é mais presente visto que há diversas vantagens em relação ao milho, algumas delas são: O plantio da cana gera cerca de 2 vezes mais litros por hectare em relação ao milho e logo assim, para que se consiga uma mesma quantidade de litros de Etanol, o milho precisaria de uma área mais desmatada para o seu plantio, fazendo com que seu cultivo não seja de total eficiência no meio ambiente.

Segundo a UNICA (2020), há mais de 500 anos, o açúcar tinha valor tão alto quanto o ouro em toda a Europa, porque a produção era limitada a quantidades que não supriam a demanda do mercado. O plantio de cana era um negócio bastante rentável, mas que para os Europeus se tornava dificultoso devido ao clima ambiente.

A produção de Etanol no Brasil ocorre em larga escala, sendo o segundo maior produtor mundial de álcool combustível, ficando atrás apenas para os Estados Unidos (o qual utiliza o milho como matéria prima). O Brasil é mundialmente conhecido como a primeira economia sustentável com base em biocombustíveis no mundo, tendo o etanol da cana de açúcar considerado o “combustível alternativo mais bem-sucedido até o momento”.

2.3.1 Crise no abastecimento de AvGas

A gasolina aeronáutica, utilizada por aproximadamente 35.000 das aeronaves brasileiras (informado pela Agência Nacional de Aviação Civil), sofreu uma crise no abastecimento no ano de 2019. Desde meados de 2018, a Petrobras informou por meio de uma

nota formal que paralisaria as operações envolvendo o AvGas na única refinaria deste combustível, em Cubatão, São Paulo. Os efeitos da paralisação foram sentidos em todo território nacional, fazendo com que pilotos precisassem criar rotas alternativas para encontrarem locais onde ainda havia combustível (muita das vezes, voavam em rotas não comuns e viáveis, apenas para ter acesso a gasolina remanescente). Preços altos, cotas por aeronave, necessidade de importação (já que a única refinaria homologada, havia interrompido as operações) etc.

A gasolina de aviação é produto de extrema relevância para o mercado nacional, produzido na refinaria da Petrobrás de Cubatão e distribuído à todas as regiões do brasileiras por via rodoviária. A refinaria de Cubatão fez uma parada programada de manutenção e esta se estendeu mais do que o previsto inicialmente. Com o objetivo de reduzir o impacto aos consumidores, tão logo soube do imprevisto, a Petrobras fez importações de produto para suprimento do mercado local armazenando o produto no porto de Santos (HELENA, Ana, 2019).

Estes itens enfatizaram ainda mais a necessidade de um novo combustível independente, com maior vantagem econômica e sem o monopólio gerado pelas refinarias de petróleo, que deixam o operador sem uma escapatória na utilização do arcaico e maléfico AvGas.

2.3.2 Eficiência do motor movido a etanol e AvGas

Segundo o livro “Aeronaves e Motores” de Jorge Homa, o motor a combustão interna movido a AvGas, possui uma energia calorífica menor ao ser comparado com o biocombustível Etanol, que apresenta um poder calorífico e uma compressão muito maior, fornecendo ao motor, um rendimento melhor.

A empresa brasileira EMBRAER, foi a pioneira em produzir um avião que já saem de fábrica pronto para voo utilizando o combustível etanol automotivo. A diferença econômica que este motor fornece ao operador, faz com que muitos donos utilizem kits de conversão para serem movidos a álcool.

A fonte alternativa de energia renovável, derivada da cana de açúcar, reduziu o impacto ambiental, os custos de operação e manutenção e, ainda, melhorou o desempenho geral da aeronave, tornando-a mais atrativa para o mercado. Eficiente e com menor custo, o etanol foi uma alternativa que agradou os clientes-muito dos quais possuem eles mesmos nas lavouras de cana (CARRETO, Fábio, 2019).

No ano de 1969 é fundada a Empresa Brasileira de Aeronáutica – EMBRAER, nomeada a terceira maior fabricante de aeronaves do mundo. Em 2005, a empresa lança o

primeiro avião do mundo movido a etanol, o EMB202A. De acordo com a AEROMAGAZINE, até 2014 mais de 269 aeronaves foram vendidas e 205 kits de conversão, totalizando 474 aeronaves voando no espaço aéreo brasileiro, emitindo uma menor quantidade de gases poluentes na atmosfera.

2.4 ASPECTO ECONOMICO E SOCIOCULTURAL DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

Considerar que apenas pelo fato do meio ambiente estar sofrendo com a utilização desenfreada dos combustíveis fósseis, já fosse o suficiente para o estudo e utilização de biocombustíveis, a IRENA – Agência Nacional para Energias Renováveis(2018), afirma que os combustíveis alternativos, com destaque para o Etanol e o Biodiesel, ocupam a segunda posição no ranking de energias sustentáveis que mais empregam no mundo. Somando a este fato, conclui-se que, além de ser ecologicamente correto e mais econômico, a produção destes combustíveis é capaz de diminuir as taxas de desemprego consideravelmente dentro de uma sociedade. A maior parcela da população que é beneficiada por essa mão de obra, é a rural, mão de obra agrícola, que se dedica ao plantio, colheita, preparação da matéria prima até a chegada nas refinarias, tornando o biocombustível um ativo gerador de empregos no Brasil, visto que a taxa de desemprego é altíssima.

O biocombustível ainda é significativamente mais caro, mas no início, o álcool(etanol) dos carros também tinha preço elevado e, com a demanda, tornou-se mais barato. A cana de açúcar é uma excelente matéria prima, mas não pode ser cultivada em qualquer lugar. Ter uma matriz energética sustentada em diversas tecnologias é o grande desafio da indústria aeronáutica para incrementar os usos de combustíveis renováveis nos próximos anos e conseguir atingir a meta de redução na emissão de carbono até 2050 (PUPPIN, Antonini, 2015).

O principal desafio do biocombustível é tornar-se competitivo. Além de questões financeiras, há a necessidade de uma maior oferta. Paulus Figueiredo (2015), gerente comercial da Amyris no Brasil, empresa que desenvolveu um bioquerosene da cana de açúcar, diz que a fábrica localizada no interior de São Paulo tem a capacidade máxima produzir 20 milhões de litros anuais, o que representa 0,27% do consumo do mercado aeronáutico nacional.

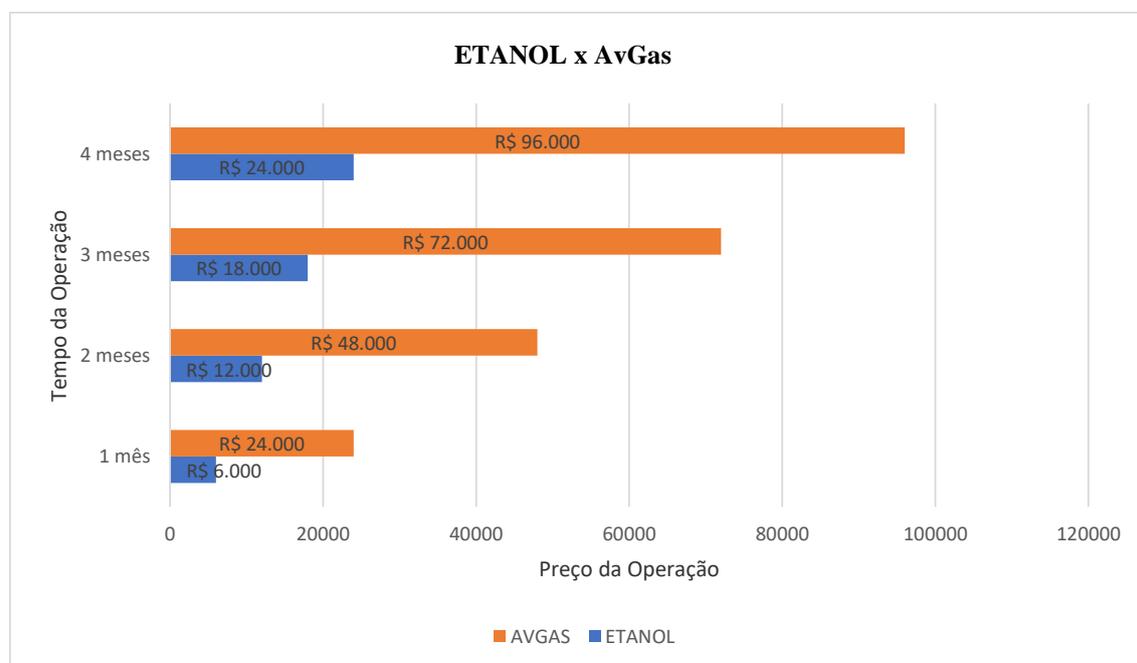
2.5 RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO NA CONVERSÃO DOS MOTORES

No atual momento da aviação geral no Brasil, a utilização de um combustível mais rentável, passou a ser cotado pelos operadores das aeronaves. Após a crise no abastecimento em 2019 e o preço a ser pago por litro abastecido, fez com que operadores buscassem diversos kits de conversão disponíveis a venda no mercado. Será analisado a seguir, os kits de conversão para funcionamento a álcool apenas em motores do ciclo OTTO. Como tudo na aviação é pensado em segurança na operação, apenas as empresas de manutenção homologadas pela ANAC serão avaliadas.

Após a análise dos dados fornecidos pela empresa EMBRAER, a utilização de kits conversores em motores OTTO é vantajosa em muitos aspectos, entre eles:

- Economia no abastecimento
- Manutenção mais barata comparado ao AvGas
- Utilização de um combustível ecologicamente correto
- Aumento da performance do motor, melhorando o rendimento, voo de cruzeiro, subida etc.
- Facilidade no abastecimento, visto a crise no estoque e refinaria do AvGas.

Gráfico 1 - Relação ETANOL x AvGas



Fonte: O Autor, baseado em dados fornecidos do Aeroclube de Juiz de fora, 2020.

De acordo com as informações verbais fornecidas pela EMBRAER(2020) e informações informais obtidas por pilotos do ramo, o kit conversor homologado pela ANAC

custa ao explorador da aeronave aproximadamente 60mil reais, após a análise de itens como o preço médio de cada combustível a ser comparado, o AvGas(10,00 reais por litro) e o Etanol(2,20 reais o litro) ao ser obtivo por uma organização utilizando um avião único como modelo de análise e voando em média 60horas mensais, terá seu investimento recompensado em apenas 3 meses de operação, e a partir desta data, colherá os benefícios do biocombustível.

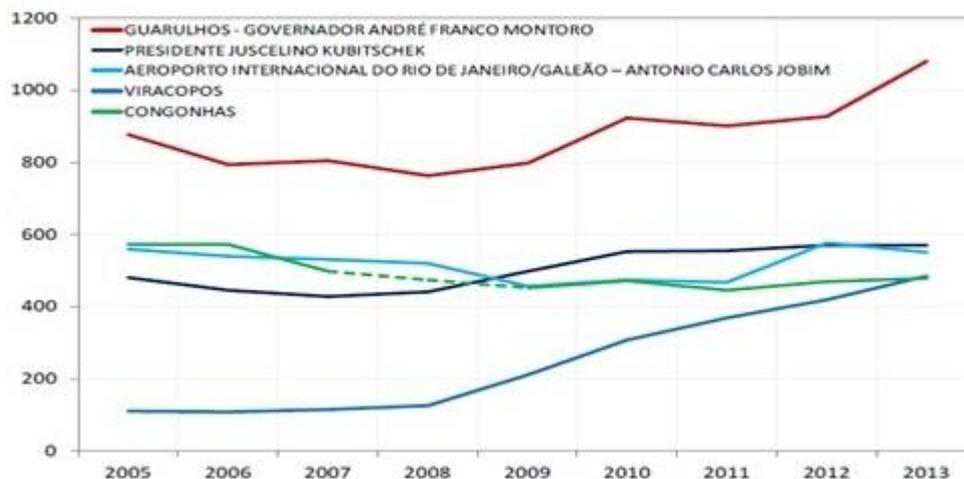
A conversão é feita muitas vezes de maneira caseira e, sem adotar padrões rígidos de segurança, pode colocar em risco a vida de quem pilota a aeronave irregular. Essa possibilidade, no entanto, não impediu que um piloto credenciado de Goiás de 22 anos, conduzisse durante seis meses um avião movido a álcool não certificado. “Sei que há risco porque o álcool é altamente corrosivo. Mas o funcionamento do motor fica muito mais regular”, relava o jovem, filho de proprietário de uma empresa de aviação agrícola goiana. “Hoje não trabalho mais com o motor alterado por causa da fiscalização. Se confirmada a conversão ilegal, o avião pode ficar interdito até que seja regularizado”, explica (PORTAL DO AGORNEGOCIO,2006, p.01).

Informações obtidas com pilotos e mecânicos do ramo, diversos operadores arriscam em produzir kits sem a necessária homologação de segurança, estes afirmam que para o correto funcionamento é necessário alterar itens que são facilmente realizados por mecânicos da área, estes são:

- Alteração no ponto de ignição: Atraso no início da combustão;
- Modificação na linha de abastecimento e reservatório: Devido a corrosão provocada pelo álcool;
- Necessidade de aditivos no óleo, pois o Etanol não possui características lubrificantes como o AvGas
- Instalação de uma nova bomba de combustível para funcionar com o Etanol.

2.5.2 Emissão de gases na atmosfera

Sabe-se que de fato os biocombustíveis são benéficos em diversos aspectos tanto para a natureza quanto para o operador da aeronave. De acordo com a fabricante EMBRAER, apenas com a utilização dos Ipanemas Álcool, o meio ambiente é poupado em mais de 20 quilos de chumbo. Considerando a frota total dos aviões em 10 anos de cálculos, deixou-se de emitir cerca de 51 toneladas de chumbo.

Gráfico 2 - Emissão de CO2 em 2013

Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil, 2019.

Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (2010), na queima, após a combustão de combustíveis de origem fóssil, o dióxido de carbono liberado a atmosfera contribui ainda mais para o aumento do efeito estufa, produzindo o chamado ciclo de carbono positivo. Caso o combustível seja de origem vegetal, utilizado nos combustíveis renováveis, após a queima apenas o CO₂ é liberado e utilizado pela vegetação na fotossíntese, formando o ciclo de carbono neutro ou negativo.

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

O futuro da aviação geral no Brasil irá depender de alguns fatores importantes, como a evolução na criação de aeronaves mais leves que necessitem de um motor menos potente e que tenha uma maior eficiência térmica, que como consequência irá liberar na atmosfera uma menor quantidade de gases. Irá depender também do incentivo na criação e produção combustíveis que agredem menos o meio ambiente, fazendo com que aeronaves já saiam de fábricas prontas para utilização de dois combustíveis, onde o proprietário poderá escolher o momento mais benéfico a ser usado em cada ocasião.

Considerando o fato de que a frota brasileira na aviação geral é consideravelmente defasada comparado a outro país e que a opção de realizar a compra de aeronaves que já estão a venda no mercado com mais de uma opção de combustível para o mesmo motor é financeiramente inviável (caso existisse incentivo e apoio fiscal, tal medida poderia ser a melhor solução), algumas fabricantes como a EMBRAER, disponibilizam kits conversores para motores operarem com ETANOL, onde o operador que voa muitas horas por mês, recupera o investimento realizado em alguns meses de operação. Logo, depois desses meses que custearam o investimento, toda a economia que o combustível, manutenção, facilidade de local para o abastecimento, o lucro seria confirmado e o operador colheria a vantagem financeira e a de maior importância, não agrediria o meio ambiente.

Pelo lado da sustentabilidade, há uma busca dos atores da aviação pela garantia de que os combustíveis alternativos ao derivado do petróleo que venham a ser usado na aviação tenham garantia de sustentabilidade. Isto significa que a quantidade de emissões de gases do efeito estufa decorrentes do processo de produção do combustível deve ser inferior ao gerado pelo ciclo da vida do combustível, iniciando desde o plantio, até o abastecimento da aeronave.

Pode-se inferir que as alternativas para combustíveis aeronáuticos, renováveis ou não renováveis, precisam atender aos mais rigorosos e específicos testes de qualidade mundial, garantindo a qualidade e preservando a segurança da aviação mundial, preservando a característica de transporte aéreo mais seguro do mundo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todos os meios de obtenção de energia ainda somos muito dependentes das fontes de energia fóssil, porém qualquer avanço na pesquisa, análise e utilização de novas fontes é de extrema importância para a natureza, visto que apenas com a aviação milhares de kg de Co₂ são lançados no ar por ano. Caso o estudo abrangesse todos os equipamentos automotores, o número seria ainda mais escandaloso.

Em resumo, para que seja atrativo para o operador, seja ele no meio aeronáutico ou no modo geral, o benefício precisa existir tanto ecologicamente como financeiramente. Há presente diversos tipos de biocombustíveis para serem utilizados, porém muitos estão em desvantagem financeira, tornando sua utilização ineficiente. Então, é de grande valia que haja interesse por parte do governo, incentivar a produção, seja ela utilizando uma tributação diferenciada para os biocombustíveis, ou até mesmo a promoção de estudos mais avançados, a fim de promover, adequar, desenvolver, incrementar, aproveitando integralmente a riquíssima flora nacional, com um solo fértil para o plantio de diversas espécies de vegetação.

Esta pesquisa tem como objetivo identificar novos tipos de combustíveis em substituição aos derivados do petróleo, necessidade esta que será constante no mundo da aviação, de forma a aumentar a segurança das operações e a redução de custos e impactos gerados ao planeta.

Neste estudo, o combustível de melhor característica a ser utilizado, substituindo o antigo e poluente dos derivados do petróleo, foi o Etanol, visto que o Brasil possui uma disponibilidade territorial e condições climáticas favoráveis, que fazem o mesmo ser um excelente produtor. A utilização do Etanol traz também melhorias econômicas ao operador aeronáutico (preço do combustível, menor desgaste de peças, manutenção mais barata), e até mesmo melhorias socioculturais, gerando novas relações de emprego. Estima-se que em um futuro próximo, o Brasil não necessitará de importações de combustíveis para aviação, caso consiga ter uma produção em grande escala nacionalmente, que inclusive beneficiará a balança comercial Brasileira.

REFERÊNCIAS

AERoclUBE DE JUIZ DE FORA. **Voos Realizados**. 2020. Disponível em <<https://aeroclubejf.cavok.in/admin/voos/vooescola>> Acesso em: 10 de maio de 2019.

ANAC. **Gasolina de Aviação**. 2010. Disponível em <<https://www2.anac.gov.br/anacpedia/sig/tr1482.htm>> Acesso em: 9 de outubro de 2019

Biodiesel: Combustível renovável e ambientalmente correto. Biodieselbr, 2011. Disponível em: < <https://www.biodieselbr.com/destaques/2005/combustivel-renovavel>>. Acesso em: 9 outubro de 2019.

CARRETO, Fábio. **Embraer apresenta versão do avião Ipanema com motor a álcool**. EMBRAER, 2019. Disponível em<<https://embraer.com/br/pt/ipanema-alcool/>> Acesso em: 04 de março de 2019.

DA VINCI [1452-1519], apud FREIRE, 2006.

FIGUEIREDO, Gomes. **Motores e Combustíveis de Aviação Aeromagazine, 2013**. Disponível em: <http://www.aeromagazine.uol.com.br/artigo/motores-e-combustiveis-de-aviação_808.html> Acesso em 07 de novembro de 2019.

FIGUEIREDO, Paulus. **Os desafios dos biocombustíveis**. Aeromagazine, 2015. Disponível em:<http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/os-desafios-dos-biocombustiveis_2115.html> Acesso em: 12 de novembro de 2019.

HELENA, Ana, **AvGas no Brasil**, 2019. Disponível em: <<http://www.aopabrasil.org.br/noticias/avgas-no-brasil-atualizacao-de-informacoes>> Acesso em 04 de março de 2020.

IRENA, **Brasil assume 16ª posição no ranking mundial de energia renovável**, 2018. Disponível em: <<https://canalenergia.com.br/noticias/53140046/html>> Acesso em: 12 de novembro de 2019.

JAZZ ENGENHARIA AERONAUTICA, **Conversão de sua para operação com etanol**. Disponível em: <https://jazzaero.com.br/solucoe/conversao-da-sua-aeronave-para-operacao-com-etanol/> Acesso em: 15 de março de 2020.

LEMOS, Valmir. **História da aviação**, 2012. Palhoça: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2012.

ROMA, JORGE, **Aeronaves e Motores**, 2007.

PETROBRAS, **Querosene de Aviação**, 2020. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/aviacao/querosene-de-aviacao/>>

PINHEIRO, P.C.C. **Gasolina para aviação. Sistemas térmicos**, 1998. Disponível em: <<http://www.demec.ufmg.br/disciplinas/ema003/liquidos/gasolina/avgas.html>> Acesso em: 12 de novembro de 2019.

PUPPIN, Antonini. Os desafios dos biocombustíveis. **Aeromagazine**, 2015. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/os-desafios-dos-biocombustiveis_2115.html> Acesso em: 12 de novembro de 2019.

VÁ DE ETANOL. **Única**, 2020. Disponível em: <<http://unica.com.br/vadeetanol/>> Acesso em: 04 de março de 2020.