



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

FRANCK HENRIQUE DE SOUZA

**FONTES DE ENERGIA SUSTENTÁVEL PARA A AVIAÇÃO
BRASILEIRA**

PALHOÇA

2021

FRANCK HENRIQUE DE SOUZA

**FONTES DE ENERGIA SUSTENTÁVEL PARA A AVIAÇÃO
BRASILEIRA**

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

2021

FRANCK HENRIQUE DE SOUZA

FONTES DE ENERGIA SUSTENTÁVEL PARA A AVIAÇÃO BRASILEIRA

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, 21 de outubro de 2021

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

Prof. Esp. Orlando Flavio Silva

Dedico este trabalho a todos aqueles que corroboraram para o meu crescimento e desenvolvimento acadêmico e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores e colegas por me ajudarem a desenvolver este trabalho. As instituições de ensino que fui aluno, que da melhor maneira possível proveram de métodos, ferramentas, estrutura e profissionais capacitados durante a minha trajetória. Em especial a UNISUL e todo o quadro de docentes, assim como os demais profissionais, destaco ainda o professor Joel Irineu que me orientou nessa jornada.

À minha mãe, Raimunda Vieira da Silva, a minha noiva e futura esposa, Maiara Cristina de Carvalho, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à confecção deste trabalho e outras atividades acadêmicas.

A todos os meus amigos, inclusive os de quatro patas, que ao longo dos anos estiveram ao meu lado nos momentos bons e ruins.

E todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para realização deste trabalho.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo compreender a importância do uso de fontes de energia sustentável para a aviação brasileira, avaliando quais os impactos dos combustíveis fósseis e as melhores alternativas. Avaliou os impactos causados pelos combustíveis fósseis e a dependência da sociedade. É uma pesquisa exploratória que tem como base material bibliográfico, livros, artigos, revistas, reportagens, monografias e pesquisas a respeito do assunto. É um trabalho primordialmente qualitativo com referências quantitativas. O crescimento da população aumenta a demanda de combustíveis, a aviação é o setor de transporte que mais cresce no mundo, por conseguinte é fundamental que o crescimento seja sustentável. Já existem fontes alternativas que podem ser utilizadas na aviação, cabe expandir o uso com a possibilidade de substituir os combustíveis fósseis. A crescente preocupação com o meio ambiente incentiva novas pesquisas e investimentos, o Brasil se destaca no uso de alternativas limpas, é um dos maiores produtores e consumidor de biocombustíveis. Os dados pesquisados visam apresentar aspectos importantes do uso de combustíveis fósseis e alternativas para substituí-los. Foram feitas análises dos impactos ambientais e danos causados ao planeta, apontando soluções sustentáveis mitigadoras. Ao fim da pesquisa, conclui-se que o uso de fontes renováveis na aviação brasileira tem um papel fundamental e tende a crescer nos próximos anos, tal crescimento pode levar o país a substituir os combustíveis fósseis. Conclui-se ainda que os impactos ambientais são irreversíveis, porém com investimentos e políticas a aviação brasileira irá manter o ritmo de crescimento sem deixar de lado as questões ambientais.

Palavras-chave: Meio Ambiente. Sustentabilidade. Aviação. Combustíveis Renováveis. Aquecimento Global.

ABSTRACT

This research aimed to understand the importance of using sustainable energy sources for Brazilian aviation, evaluating the impacts of fossil fuels and the best alternatives. Assessed the impacts caused by fossil fuels and the dependence on society. It is exploratory research based on bibliographic material, books, articles, magazines, reports, monographs, and research on the subject. It is primarily qualitative work with quantitative references. Population growth increases the demand for fuel, aviation is the fastest growing transport sector in the world, therefore it is essential that growth is sustainable. There are already alternative sources that can be used in aviation, it is worth expanding their use with the possibility of replacing fossil fuels. The growing concern with the environment encourages new research and investments, Brazil stands out in the use of clean alternatives, it is one of the largest producers and consumers of biofuels. The researched data aims to present important aspects of the use of fossil fuels and alternatives to replace them. Analyzes of the environmental impacts and damages caused to the planet were carried out, pointing out sustainable mitigating solutions. At the end of the research, it is concluded that the use of renewable sources in Brazilian aviation has a fundamental role and tends to grow in the coming years, such growth could lead the country to replace fossil fuels. It is also concluded that the environmental impacts are irreversible, but with investments and policies, Brazilian aviation will maintain the pace of growth without neglecting environmental issues.

Keywords: Environment. Sustainability. Aviation. Renewable Fuels. Global warming.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------------|--|
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| AVGAS | Gasolina de Aviação |
| CO ² | Dióxido de Carbono |
| FAPESP | Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo |
| GEE | Gases de Efeito Estufa |
| JET FUEL | Querosene de Aviação |
| IATA | <i>International Air Transport Association</i> |
| ICAO | <i>International Civil Aviation Organization</i> |
| UNICAMP | Universidade Estadual de Campinas |
| O ² | Gás Oxigênio |
| OACI | Organização da Aviação Civil Internacional |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 | PROBLEMA DA PESQUISA | 13 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 13 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 13 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 14 |
| 1.3 | JUSTIFICATIVA..... | 14 |
| 1.4 | METODOLOGIA | 17 |
| 1.4.1 | Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa | 17 |
| 1.4.2 | Materiais e métodos | 18 |
| 1.4.3 | Procedimentos de coleta de dados | 18 |
| 1.4.4 | Procedimentos de análise dos dados | 18 |
| 1.5 | ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO | 19 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 20 |
| 2.1 | AQUECIMENTO GLOBAL | 20 |
| 2.2 | SUSTENTABILIDADE NA AVIAÇÃO | 21 |
| 2.3 | FONTES DE ENERGIA ALTERNATIVAS | 23 |
| 2.4 | PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA SUSTENTÁVEL NO BRASIL..... | 25 |
| 2.5 | DESAFIOS | 29 |
| 2.6 | O FUTURO DA AVIAÇÃO..... | 31 |
| 3 | CONCLUSÃO | 35 |
| | REFERÊNCIAS | 37 |

1 INTRODUÇÃO

Os combustíveis renováveis têm ganhado espaço no mercado, são os maiores aliados na redução da emissão de CO². A humanidade é totalmente dependente de combustíveis para a manutenção de toda estrutura existente, são usados na indústria e sobretudo para o transporte. Os derivados do petróleo são atualmente os mais usados, porém geram inúmeros impactos ambientais, estão sendo assim substituídos gradativamente por alternativas renováveis e limpas.

Com isso é importante incentivar a busca de alternativas que sejam menos lesivas ao meio ambiente que possam garantir a mesma e ainda suprir a demanda do mercado. Atualmente, toda e qualquer atividade humana deve conter em sua essência políticas e ações consistentes voltadas para o zelo e manutenção do meio ambiente, é uma questão que deve ser tratada com seriedade, afinal, as consequências serão sofridas por todos. Assim, é importante garantir que haja combustíveis para mover os diversos setores da economia que causem o menor impacto possível para a manutenção da qualidade de vida.

Políticas e metas veem ganhando espaço nos últimos anos, vários setores estão passando por mudanças em prol do crescimento sustentável e consciente. No setor aeronáutico não difere, setor que está expandindo a cada ano, se tornando acessível e disponível, é consequência da segurança, facilidade e capacidade de transporte. Com tal crescimento aumenta a demanda por combustíveis, portanto, é fundamental que alternativas menos nocivas ao meio ambiente sejam usadas, para que assim seja garantido o crescimento sustentável.

Com o crescimento da aviação nos últimos anos faz-se necessário buscar fontes de energia alternativa que agridam menos o meio ambiente, em prol do desenvolvimento sustentável e da redução dos impactos causados pelos gases que potencializam o efeito estufa. O setor de transporte corresponde por 25% das emissões de CO² no mundo, por conta do uso de combustível fóssil. (NASLAUSKI; HENKES, 2021).

A aviação é atualmente o setor de transporte com o maior potencial de crescimento no mundo. É fundamental que haja engajamento para reduzir o uso de combustíveis fósseis, que na atualidade são os mais utilizados e nocivos ao meio ambiente. Apesar de contribuir com uma parte pequena das emissões total de CO², é uma questão que deve ser levada a sério. O uso de combustíveis renováveis tem crescido nos últimos anos e a tendência é que sejam a principal fonte nas próximas décadas (DW, 2018).

Os combustíveis renováveis têm vários pontos que sobressaem sobre os combustíveis fósseis, como a possibilidade de se obter de várias fontes possibilitando qualquer país produzir e baixo impacto ambiental. A dependência de combustíveis fósseis deixará o setor vulnerável, em especial por conta das oscilações de preço do barril de petróleo no mercado internacional. O uso de biocombustíveis, além de garantir as operações aéreas, irá refletir na geração direta de milhares de novos empregos.

Logo, políticas quanto ao uso de biocombustíveis devem ser estimuladas e o uso de combustíveis fósseis reduzido. Apesar de pequena a contribuição nas emissões de CO₂, “Os aviões representam cerca de 2% das emissões mundiais de dióxido de carbono (CO₂), de acordo com a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI).” (UBRABIO, 2017), é fundamental reduzir mais o uso para fomentar o crescimento sustentável.

Com a crescente demanda é inevitável que haja investimentos em biocombustíveis para que os impactos sejam ainda menores e a aviação seja menos dependente de combustíveis fósseis, tornando-se referência em crescimento sustentável. Estimular a captação de capital estrangeiro é útil, visto que o tema diz respeito a todos e o Brasil tem condições de produzir biomassas para os biocombustíveis, o que não é viável em muitos países.

Os desafios são muitos, há atualmente várias opções de energias limpas, como, por exemplo: a energia eólica, solar, nuclear e principalmente biocombustíveis, porém, cada categoria de energia tem sua limitação, capacidade energética e aplicação. O uso de energia nuclear, por exemplo, em aviões seria inviável devido ao perigo, assim como a solar por precisar de grandes baterias para poder armazenar a carga necessária para o avião, além de ter estrutura inviável para as operações aéreas. Desta forma, percebe-se que nem toda energia limpa é viável para a aviação, contudo, é preciso salientar serem opções que podem tornar-se mais eficientes nos próximos anos e cabe a realidade de cada país a escolha da que melhor atende.

Investimentos são essenciais para o desenvolvimento, assim como melhoria nos procedimentos e controle de tráfego, a aviação é uma complexa atividade que deve ser gerida nos mínimos detalhes por questões de segurança e eficiência. A viabilidade da atividade está no bom gerenciamento da atividade. Tratados e políticas são requeridos para a manutenção da atividade, além de garantir padronização no mundo ao que tange a tecnologia e aplicação de alternativas sustentáveis.

No Brasil, devido às políticas energéticas, o país se destaca na produção e uso de biocombustíveis, “Como resultado, o Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de biocombustíveis, ficando atrás somente dos Estados Unidos”. (CANALBIOENERGIA, 2019)

Há potencial de crescimento e desenvolvimento, mesmo com todas as dificuldades as projeções são promissoras. Com localização privilegiada e política relativamente estável, é possível que o Brasil seja o maior produtor mundial de biocombustíveis, basta fomentar a produção e o consumo para ser lucrativo para os grandes produtores.

As ideias de energias sustentáveis não são novas, tema tornou-se mais importante nas últimas décadas, consequência dos efeitos negativos do intenso uso de combustíveis fósseis e outras atividades nocivas ao meio ambiente. Conferências, políticas e pesquisas passaram a ser fomentadas com mais vigor. Os debates e discussões a respeito devem tornar-se mais frequentes, afinal desenvolvimento sustentável é essencial para a manutenção da vida no planeta Terra.

Concomitante com outras medidas de mitigação do aquecimento global, o uso de energias limpas se faz necessário em tempos de intensa poluição. Os efeitos da poluição e aquecimento global são os mais diversos e estamos cada dia mais expostos, os efeitos estão se tornando mais intensos com o passar dos anos. "Poluição do ar por combustíveis fósseis é responsável por uma em cada cinco mortes no mundo." (ECYCLE, 2021) índices que só apresentarão melhoras com a sinergia de todos e investimentos em setores-chaves para frear o aumento dos danos ao meio ambiente e à vida humana.

Grande parte do debate sobre as mudanças climáticas se concentra na emissão de gases do efeito estufa, em particular o dióxido de carbono (CO₂). Mas os pesquisadores esperam que suas descobertas incutam um maior senso de urgência nos líderes globais e formuladores de políticas públicas, para que priorizem fontes alternativas de energia e, conseqüentemente, evitem milhões de mortes prematuras todos os anos. (ECYCLE, 2021)

Os efeitos das mudanças provocam milhares de mortes todos os anos e com as mudanças os números tendem a piorar (ECYCLE, 2021). O engajamento de líderes e governos é essencial para que se ter resultados positivos a curto, médio e longo prazo. As empresas devem estabelecer metas de expansão para o uso de combustíveis limpos, investindo em tecnologia e pesquisas para gerar novos saberes relacionados à sustentabilidade.

O mercado interno e externo passa por uma crescente demanda de combustíveis renováveis, no futuro próximo a demanda poderá exceder a produção. Criar meios para garantir disponibilidade é indispensável para a confiança dos biocombustíveis. Assim, com uma possível escassez de combustível fóssil, as operações continuarão normalmente.

É papel do Brasil como um país em ascensão criar políticas e investir em novos tipos de energias renováveis, em especial para a aviação por conta dos desafios e a previsão da crescente demanda para as próximas décadas. Políticas e investimentos são feitos para

introdução de alternativas renováveis, como o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, lançado pelo Governo Federal, em dezembro de 2004, que estabelecia a “mistura mínima obrigatória de 2% de biodiesel ao diesel convencional”. Porém, devido à urgência é essencial que haja um engajamento ainda maior na implementação de uma porção ainda maior de biocombustíveis na aviação brasileira.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Quais fontes alternativas de energia para a aviação são mais eficientes e viáveis?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 **Objetivo Geral**

Analisar e avaliar quais fontes de energias sustentáveis são tão eficientes para a aviação quanto às energias não renováveis. Existem opções que estão sendo desenvolvidas e são promissoras, como aviões movidos a energia elétrica, mas de acordo com Aeroflap (2017), “há alguns (grandes) desafios tecnológicos a serem superados, um deles a potência exigida do motor.” Para os próximos anos tais desafios devem ser transpostos por conta dos constantes investimentos feitos.

Por conta da pressão dos Governos e políticas que incentivam o uso de combustíveis limpos, cria-se uma corrida para atender as expectativas e superar os desafios. “É uma tendência importante na indústria da aviação, com vários combustíveis alternativos sendo pesquisados, como hidrogênio, gás natural líquido, biocombustíveis ou até modelos híbridos.” (AEROFLAP, 2017)

Compreender a importância e os impactos dos biocombustíveis na aviação brasileira é o primeiro passo. Atualmente, os biocombustíveis são as alternativas mais importantes no contexto, já são usados como modelos híbridos nos combustíveis fósseis e são promissores para substituir os combustíveis fósseis. “Só em 2018, o Brasil produziu o recorde de 5,3 bilhões de litros de biodiesel para abastecer o mercado interno.” (CANALBIOENERGIA, 2019) A tendência é de crescimento para os próximos anos, o Brasil tem meios que favorecem a produção, ainda de acordo com Canalbioenergia (2019), 70% da produção do país é proveniente do óleo de soja”.

Portanto, para os próximos anos o setor aéreo terá considerável desenvolvimento na engenharia das aeronaves, sendo os motores mais eficientes e movidos a combustíveis limpos, os biocombustíveis serão os protagonistas nessas mudanças.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar as principais energias renováveis para a aviação;
- Avaliar produção sustentável de energia no Brasil e justificar os investimentos e pesquisas para substituição das energias não renováveis;
- Mensurar impactos ambientais, sociais e econômicos;
- Apresentar possíveis energias que poderão ser utilizadas no futuro;
- Apresentar possíveis energias para uso futuro, além de outros fatores que corroborem para o crescimento da aviação brasileira de forma sustentável.

1.3 JUSTIFICATIVA

Considerando o grande crescimento da aviação, tornando-se um dos principais meios de transportes do mundo e com projeção de grande crescimento e desenvolvimento, é fundamental que haja investimentos e pesquisas para criar tecnologias que sejam mais eficientes e agridam o mínimo possível o meio ambiente.

Garantir o crescimento e ser sustentável são desafios que devem ser superados. Combustíveis fósseis são fontes finitas e degradam o planeta. Alternativas limpas necessitam atualmente de investimentos e incentivos, os imensos gastos agora são investimentos para o futuro. Com essa postura será possível a substituição dos combustíveis não renováveis por alternativas renováveis.

O setor aéreo é um setor chave no desenvolvimento dos países, o uso de combustíveis limpos irá garantir o crescimento sustentável. Na atualidade, o Brasil tem a aviação como setor chave para a manutenção da economia. A atividade gera capital de diferentes formas, abastece o país e garante o deslocamento das pessoas. “Segundo a Airbus, o mercado da aviação doméstica conta com cerca de 84,3 milhões de passageiros. Em 2038, esse número deve chegar a 207 milhões.” (FLIGHTCONSULTORIA, 2017)

Sobre o número de viagens por habitante por ano no Brasil,

Hoje, o **Brasil é um país com números acima da média quando se trata de viagens por habitante por ano**. Enquanto para o restante da América Latina a média é de 0,43 viagens por habitante por ano, no Brasil esse número é de 0,45. Em 2038, no entanto, a média deve chegar a uma viagem por habitante por ano, sendo que o Chile deve continuar como líder em termos de números de viagens por habitantes.(FLIGHTCONSULTORIA, 2017)

Nas últimas décadas, questões ambientais passaram a ser tratadas com muito mais seriedade, tornando-se preocupação mundial. Os problemas ambientais são reconhecidos mundialmente, assim como a urgência de mitigar os impactos causados, principalmente, por combustíveis fósseis, nocivos ao meio ambiente. São ainda uma fonte finita de energia, geram vários outros problemas além dos ambientais, como a grande dependência de uma única fonte, podendo levar a uma crise mundial caso haja mais demanda do que disponibilidade ou a instabilidade no preço que pode afetar diretamente na inflação mundial, afetando, em especial, economias mais frágeis, como a do Brasil.

A independência dos combustíveis fósseis garantirá a manutenção das operações aéreas. Fomentará ainda um novo modelo de desenvolvimento, em substituição ao existente, que é muito agressivo ao meio ambiente.

O uso de combustíveis fósseis é feito desde os primórdios da aviação, inicialmente com a gasolina automotiva, substituída pela gasolina de aviação, substituída por "gasolina de aviação (Avgas), querosene de aviação (Jet Fuel) e o diesel." (FIGUEIREDO, 2013). Porém, por ser muito nocivo ao meio ambiente, o uso de alternativas renováveis ganha mais espaço nos debates climáticos e nas salas de desenvolvimento de aeronaves, tornou-se essencial tal pauta para as empresas, principalmente, as que dependem diretamente de combustíveis, como é o caso do setor aéreo.

Destaca Macedo (2018),

A exploração de recursos quase que escassos, somado ao crescente número de gases poluentes depositados na atmosfera tem gerado inúmeras consequências a preservação da natureza. Uma delas são as anomalias climáticas (efeito estufa) ao redor do planeta, que são responsáveis pela mudança da temperatura, derretimento de geleiras e também aumento do nível dos oceanos. Com isso pesquisas estão sendo feitas para que novos combustíveis, considerados mais limpos e menos agressivos ao meio ambiente, possam ser utilizados em vários setores sejam eles automotivo, aeronáutico etc.

O derretimento das geleiras, aumento do nível dos oceanos são apenas exemplos das consequências do uso indiscriminado de combustíveis fósseis. Outras consequências ainda mais trágicas e irreversíveis podem assolar a Terra, colocando em risco a vida no planeta.

Países que ainda conservam parte de sua fauna e flora devem buscar incentivos para preservar suas riquezas naturais, crescendo e desenvolvendo sem degradar o meio ambiente. Nações hoje desenvolvidas cresceram às custas da degradação do meio ambiente, destacando o intenso uso de combustíveis fósseis, o que não pode repetir com as nações em desenvolvimento, senão poderá ser o fim das condições ideais para a vida no planeta Terra.

O Brasil, referência mundial na produção de energia limpa, destaca em diversas políticas de ligadas a preservação do meio ambiente. “O Brasil tem uma das matrizes elétricas mais limpas do mundo, atrás apenas da China e dos EUA. Em 2017, cerca de 80% de toda a energia gerada no país foi por meio das fontes renováveis, a maior parte de fonte hídrica. O problema com o modelo brasileiro é a grande dependência de uma única fonte. E, além disso, a segunda principal fonte de energia no país [...]”. (FIEMG, 2019) País privilegiado em vários aspectos, desde a localização, extensão, clima e disponibilidades de recursos. Esses fatores favorecem a produção de energia oceânica, solar, hídrica, geotérmica e, principalmente, as energias hídrica e de biocombustíveis, que são as principais energias renováveis do país. Existem ainda inúmeros incentivos fiscais e políticas para fomentar, expandir e desenvolver novas energias renováveis.

De acordo com a Equipe GNPW Group (2021),

O país possui abundância das principais fontes sustentáveis, como energia solar ou fotovoltaica, energia eólica, rios e correntes para a geração de energia hidrelétrica e matéria orgânica para geração da biomassa e biogás. Além disso, sua extensão continental e clima variado, permite o desenvolvimento de usinas de fontes solar e eólica facilmente. Contudo, um grande entrave para o avanço do setor são os investimentos...

O setor da aviação é o setor de transporte que mais cresce por ano, conseqüentemente as emissões de gás nocivos ao meio ambiente (FIGUEIREDO, 2013), devido a mudanças nas políticas governamentais voltadas às questões ambientais e a pressão por menor custo cria uma corrida no setor, em que se deve obter os melhores resultados atendendo todos os critérios.

Portanto, é fundamental o estudo e a busca de energias renováveis para a aviação em prol do crescimento sustentável. Atender as expectativas dos investidores e da população fornecendo um serviço eficiente e seguro é o objetivo final. Para isso todas as questões que estão diretamente ligadas aos custos devem ser planejadas, avaliadas e melhoradas. Encontrar a energia perfeita será impossível, contudo, é fundamental avaliar as opções e novas energias que podem ser usadas nas operações, utilizando a que melhor atende os requisitos de eficiência e segurança.

O futuro encontra-se nos biocombustíveis, que além de ser uma fonte limpa e renovável, podem ser obtidos conforme a biomassa disponível no país em que for produzido, o que como consequência irá gerar empregos diretos e indiretos, fomentando assim a economia. Garantindo, portanto, o desenvolvimento sustentável.

1.4 METODOLOGIA

A pesquisa se baseará em artigos, revistas, estudos e levantamentos técnicos das principais autoridades ligadas às questões ambientais, viárias e energéticas.

1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

Existem basicamente três categorias de pesquisas: descritiva, exploratória e explicativa. Este trabalho tem características exploratórias, que busca a partir de dados e informações consistentes, tendo como base livros, revistas e sites confiáveis, apresentar o assunto de forma clara e coerente. “Pesquisa exploratória é quando a pesquisa se encontra na fase preliminar, tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que vamos investigar, possibilitando sua definição e seu delineamento, isto é, facilitar a delimitação do tema da pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses ou descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso.” (PRODANOV; FREITAS, 2013)

Livros, artigos, revistas e sites foram utilizados como fontes para o presente trabalho. Ainda a respeito das pesquisas aqui apresentadas, buscou-se mais de uma fonte para sustentar as argumentações e embasar as justificativas. Salientando os principais aspectos, justificando de forma clara e com respaldo de autoridades no assunto.

O trabalho foi moldado apresentando dados e argumentações acerca do tema, demonstrando e pontuando de forma lógica o potencial de energias sustentáveis, assim como as dificuldades e desafios a serem vencidos no mundo e principalmente no Brasil, demonstrando o papel fundamental do Estado e das empresas aeroviárias que devem investir e promover o desenvolvimento sustentável. Logo, o trabalho é predominantemente qualitativo utilizando como base dados quantitativos para sustentar a argumentação, apontando assim estudos e dados consistentes a respeito do assunto.

Segundo Prodanov e Freitas (2013, p.69 e 70), pesquisa quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc.). e Pesquisa qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.

1.4.2 Materiais e métodos

Os materiais usados na pesquisa foram: livros, artigos, sites governamentais e outros estudos acerca de combustíveis para aviação, questões climáticas e panorama da aviação mundial e no Brasil, assim como seus impactos e importância.

Usando de forma complementar os métodos quantitativos e qualitativos para justificar e consolidar os argumentos. “As pesquisas qualitativa e quantitativa são complementares. Com o uso dos dois métodos é possível ter uma visão completa do que agrada o seu público-alvo e o motivo de isso acontecer.” (ROCKCONTENT, 2019)

1.4.3 Procedimentos de coleta de dados

Os dados foram obtidos a partir de artigos e sites especializados. Foi avaliada a importância e relevância dos dados, além salientar a aplicação e importância na aviação brasileira.

1.4.4 Procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados é uma parte essencial para a compreensão do trabalho, estabelece relação direta com estudos e dados com realidade. “Análise de dados é o processo de aplicação de técnicas estatísticas e lógicas para avaliar informações obtidas a partir de determinados processos. O principal objetivo da prática é extrair informações úteis a partir dos

dados. A partir destas informações, é possível tomar decisões mais assertivas e orientadas para resultados.” (ZENDESK, 2021)

As informações apresentadas proporcionam ao leitor uma forma simples e dinâmica de compreender o tema, pontuando características importantes e se sustentando em argumentos sólidos.

Este trabalho apresenta pontos essenciais e aspectos importantes, aplicando as devidas técnicas de argumentação, para a sustentação sólida das análises. Os dados são mencionados de forma clara e coesa que levam a reflexão detalhada a respeito do assunto, enriquecendo assim o trabalho.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho se estrutura de forma linear e uniforme, apresentando o panorama do problema, aplicações, importância, alternativas e meios necessários para uso e obtenção. O trabalho segue pontuando a questão no panorama da aviação brasileira.

São apresentados exemplos, dados e informações. Alternativas sustentáveis são indicadas, assim como os impactos e as dificuldades, além de projetar o uso no futuro. Destaca os biocombustíveis, que são atualmente os mais importantes quando se trata de energia limpa, pontuando a importância nacional e as políticas que devem ser implementadas para expandir o uso.

No capítulo 1, é apresentada a introdução, constando as justificativas, a metodologia, natureza da pesquisa, os materiais e métodos, procedimentos de coletas de dados e análises, e a organização do trabalho. Sendo fundamental para a compreensão do trabalho apresentado.

O capítulo 2, contém toda a fundamentação teórica, apresentando o problema e a importância do desenvolvimento de novos combustíveis, bem como os desafios e projeções futuras, pontuando políticas e incentivos no mercado brasileiro que são eficientes e que podem ser melhoradas.

O trabalho segue até a conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AQUECIMENTO GLOBAL

A Terra sempre passou por vários processos de mudanças climáticas, o homem está intensificando e acelerando esses processos de maneira irreversível, problemas com o clima em decorrência do aquecimento global passaram assim a fazer parte da rotina da humanidade. “Aquecimento global é o aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas. Isto se deve principalmente ao aumento das emissões de gases na atmosfera que causam o efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂).” (WWF, 2021)

Como consequência da interferência humana surgiu outro problema devido a intensa queima de combustíveis fósseis, desmatamento e crescimento das cidades, a intensificação do efeito estufa. Tal efeito tornou-se mais conhecido nos últimos anos, por conta das catástrofes ambientais, seus efeitos podem ser notados diretamente, como o aumento das temperaturas em locais que sempre foram frios. (WWF, 2021)

Mensurar o tamanho dos impactos é muito difícil, apesar de indicativos históricos e projeções matemáticas demonstrarem as dimensões, visto que, são efeitos que interferem diretamente em dezenas de processos biológicos, degradando a fauna, flora e aspectos geológicos do planeta. Colocando em risco milhares de formas de vida e torna ainda algumas localidades inabitáveis.

O efeito estufa é um fenômeno compreendido e bem conhecido, porém suas consequências podem estar além da compreensão humana, visto que, consequências indiretas podem surgir dificultando a vida no planeta. “O Efeito estufa corresponde a uma camada de gases que cobre a superfície da terra, essa camada composta principalmente por gás carbônico (CO₂), metano (CH₄), N₂O (óxido nitroso) e vapor d’água, é um fenômeno natural fundamental para manutenção da vida na Terra, pois sem ela o planeta poderia se tornar muito frio, inviabilizando a sobrevivência de diversas espécies.” (WWF, 2021)

Vive-se atualmente um dos momentos que mais se preocupou com o meio ambiente, é também o que mais se polui. O capitalismo gerou um exército de consumidores desenfreados, o desejo e as possibilidades de compra ultrapassaram fronteiras e limites físicos, podemos ter praticamente qualquer produto na porta de casas em pouco tempo. Agora a Terra

se encontra em um patamar que é impossível degradar todo o lixo produzido, reciclar o ar e outros processos para manter o equilíbrio e as condições do planeta. (FIEMG, 2019)

Deve a humanidade repensar seus hábitos, pois a vida poderá ser comprometida. Atualmente, são nítidas as mudanças como: temperaturas acima do normal, derretimento das geleiras, extinção em massa de espécies, assoreamento dos rios etc. (WWF, 2021) Para a manutenção do estilo de vida e de consumo deve-se buscar alternativas para minimizar os impactos, no setor de transporte a aviação deve buscar investimentos e mudanças de políticas, já que é um setor chave para a economia.

A aviação passou por um processo intenso de desenvolvimento nas últimas décadas, desde o uso eficiente de combustível a produção de aeronaves com engenharia de ponta que apresentam menores impactos diretos. Fontes energéticas renováveis é o desafio para os próximos anos, onde a aviação deve investir massivamente no problema. A busca por uma opção que gere o mínimo de impactos no meio ambiente é crucial, ela tem que garantir simultaneamente: eficiência, segurança, bom desempenho, disponibilidade e confiança. (BRASIL, 2018)

A aviação tem como combustível principal os fósseis, é essencial a substituição gradativa, para que possa assim causar o mínimo de impactos possível no setor e conseqüentemente na economia brasileira (UBRABIO, 2017). Incentivar outras atividades a investir e fomentar alternativas renováveis é crucial para o sucesso das políticas sustentáveis, para que assim seja garantido o desenvolvimento e manutenção da vida no planeta.

2.2 SUSTENTABILIDADE NA AVIAÇÃO

O setor aéreo tem um papel importante na sociedade, gera empregos diretos e indiretos, é responsável por boa parte das cargas e pelo transporte de passageiros dentro e fora do país. A crescente demanda deve ser acompanhada com a adaptação do setor quanto às alternativas que geram menos impactos ao meio ambiente.

A aviação favoreceu o desenvolvimento econômico de praticamente todos os países, disponibilizando transporte e serviços de entregas rápidas e acessíveis, contudo, os impactos negativos surgem como consequência. O consumo de combustível e a produção de aeronaves, como exemplo. O que intensifica os impactos ambientais e alternativas limpas devem ter mais espaço no setor.

Atualmente, legislações modernas e pressões para redução dos impactos ambientais, impulsionam as empresas a investirem em combustíveis que gerem o mínimo de impactos ao meio ambiente. É necessário que haja mais esforços para ampliar o uso.

Conforme o site DW (2018), até 2035, a Associação Internacional de Transportes Aéreos (IATA) prevê um aumento para 7,2 bilhões de viajantes em aeronaves. Como os próprios aviões, os números só continuam subindo. E, diante do estrago que voar causa ao planeta, essas projeções dão o que pensar. Logo, é visível o impacto e a importância do setor aéreo, que engloba ainda outros serviços que não o de passageiros, como transporte de cargas, adubação agrícola dentre outros.

Como consequência e com objetivo de minimizar os impactos no meio ambiente, o setor aeroviário deve usar todas as ferramentas e alternativas para gerar o menor impacto possível, preservando assim o meio ambiente para as gerações futuras. Garantido o crescimento sustentável e a manutenção da atividade com considerável importância no transporte de pessoas, bens e produtos essenciais para o abastecimento dos mercados.

Em vista do crescimento sustentável e por pressões governamentais as empresas estão se adaptando e buscando se adequar à nova realidade. O alto custo com combustíveis é outro fator fundamental, assim além de gerar o mínimo de impactos possíveis, deve também ter preços competitivos para poder ser viável.

De acordo com Henkes e Pádua (2017),

[...] companhias aéreas que atuam no Brasil, têm reunido esforços no sentido de investir em ações sustentáveis, visando à melhoria da prestação de serviços e segurança dos seus clientes, a segurança no trabalho e a redução de custos através do uso de aeronaves mais leves, com menor consumo energético. A redução dos impactos negativos na aviação civil brasileira passa por ações sustentáveis baseadas em parcerias entre as companhias aéreas atuantes no país e os aeroportos, envolvendo nesse processo a comunidade de seu entorno para a melhoria da qualidade de vida da população local.

É nítida a importância do tema apresentado, há atualmente uma corrida contra o tempo para que o setor aeroviário seja completamente sustentável. Alternativas promissoras no Brasil como o bioquerosene, essas que podem ser o passaporte para o futuro.

Com políticas de incentivos e facilitação nos processos de pesquisas poderemos ter uma ampla aplicação nos próximos anos, bem como meios e tecnologia necessária. O governo brasileiro tem grande importância nesse processo, deve implementar políticas e incentivos, o sucesso do setor aéreo refletirá diretamente na qualidade de vida da nação.

Panorama da Aviação Brasileira ressalta (2021),

A implementação de uma política setorial para o desenvolvimento de biocombustíveis, especialmente o bioquerosene de aviação, deve ser uma meta prioritária do governo brasileiro, tendo em vista os atuais compromissos relativos à redução de emissões de gases de efeito estufa no âmbito nacional e internacional, bem como os benefícios sociais, ambientais e econômicos resultantes da produção em grande escala deste tipo de combustível.

Cabe a população cobrar de seus governantes políticas eficientes, às agências reguladoras fiscalizar e cobrar medidas que minimizem os impactos. Fomentar e fornecer meios necessários e promissores para as empresas ligadas diretamente na produção de energias alternativas, para que o setor seja ampliado e possa gerar mais desenvolvimento a respeito do tema.

Soluções e medidas devem ser tomadas de imediato, pois os danos já causados são irreversíveis, mas pode-se evitar muitos outros que podem ser ainda maiores que os atuais. A garantia da qualidade de vida para as gerações futuras, é um direito que deve ser garantido a todos. Os estragos são irreversíveis, porém o uso consciente e sustentável garantirá que a situação não fique caótica.

2.3 FONTES DE ENERGIA ALTERNATIVAS

O uso de combustível representa sozinho a maior parte dos gastos no setor aéreo. Alternativas que sejam eficientes e tenham preços competitivos devem ganhar espaço. Políticas e incentivos são feitos, e a tendência é de crescimento. A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), órgão que faz parte da Organização das Nações Unidas (ONU), é o principalmente fomentador de políticas sustentáveis na aviação.

De acordo com Figueiredo (2013), os combustíveis aeronáuticos atuais são classificados em três grupos, principalmente. Existem a gasolina de aviação (Avgas), o querosene de aviação (Jet Fuel) e o diesel. Que pertencem ao rol dos combustíveis fósseis, amplamente difundidos e usados em peso atualmente.

Ainda segundo Figueiredo (2013), a tendência mundial de se adotar uma legislação padronizada e abrangente para a proteção ambiental com adoção de níveis cada vez mais exigentes. Para os próximos anos se faz necessário a redução do consumo e melhoria do desempenho ambiental.

As legislações tendem a ficar mais rígidas, combustíveis fósseis devem ficar mais caros e inacessíveis. Assim, a melhor conduta para o momento é investir e desenvolver alternativas que sejam viáveis e seguras.

Os biocombustíveis são atualmente a grande aposta de uso para o futuro, apresentando bom desempenho e pouco impacto no meio ambiente, além de políticas fomentadoras e as "ambiciosas metas de crescimento neutro nas emissões de carbono até 2020 e de redução em 50% das emissões de dióxido de carbono sobre os níveis verificados em 2005 até 2050, a indústria de aviação mundial tem buscado o uso de combustíveis renováveis." (BIODIESELBR, 2014).

A redução de dióxido de carbono é uma das principais metas, importante para mitigar as consequências já causadas pelo uso intenso de combustíveis fósseis. Outras metas são traçadas para que o objetivo final seja atingido, porém, cabe a todos os países seguirem esse caminho, principalmente as grandes potências mundiais que são os que mais usam combustíveis fósseis.

A grande dependência dos combustíveis fósseis cria um mercado altamente lucrativo, pesquisas e desenvolvimento de alternativas limpas não são baratas. Mas em prol da vida e da preservação do planeta Terra, questões financeiras devem ficar em segundo plano, pois não há, até o momento, nenhum outro planeta viável para a vida.

De acordo com Naslauski e Henkes (2021), a energia renovável tem menor impacto ambiental e tem sido objeto de inúmeras pesquisas em especial com materiais derivados de biomassa, que podem substituir total ou parcialmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores de vários tipos.

A tecnologia das aeronaves e acima de tudo dos motores acompanha as mudanças. Já existem aeronaves movidas 100% com biocombustíveis, tão eficiente quanto as movidas a combustível fóssil. Há ainda as aeronaves híbridas, que são boas opções para quando não houver disponibilidade de biocombustível.

É uma questão que tem ganhado espaço nas discussões mundiais, devido à importância e urgência. "A onda verde, de maior sustentabilidade e menor impacto ao meio ambiente, já pode ser vista em diversos setores na atualidade, porém, vem crescendo cada vez mais na aviação. A maior preocupação no setor é a atual emissão de CO₂ no meio ambiente e os custos crescentes com combustíveis na aviação". (NASLAUSKI; HENKES, 2021)

Os debates devem se intensificar por conta dos diversos impactos que estão sendo causados pela emissão de CO₂. O problema é iminente, as medidas também devem ser. O uso exclusivo de biocombustíveis é uma solução possível, porém serão necessários grandes investimentos, toda mudança requer novas posturas. Os investimentos devem se concentrar na

produção de biomassas, refinarias e desenvolvimento de tecnologia para deixar a produção mais eficiente.

Portanto, várias opções surgem, investimentos para a expansão são necessários, engajamento é essencial, é uma questão que todos os países devem estar empenhados. Cada país deve avaliar qual o meio mais abundante e fácil para a produção de biocombustíveis, podendo avaliar adquirir de outros países, fomentando assim outros mercados. A produção de aviões exclusivamente movidos a biocombustíveis é uma postura que já deve ser implementada, e adequar os demais para diminuir o uso de combustível fóssil.

2.4 PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA SUSTENTÁVEL NO BRASIL

O Brasil possui várias fontes de energias sustentáveis, porém nem todas são viáveis para a aviação, o uso deve atender alguns requisitos, além de ser viável. Não é uma tarefa fácil mudar toda a estrutura que os combustíveis fósseis criaram, porém, cabe investimentos e mudança de postura para se adaptar às inovações renováveis.

Políticas mais rígidas já foram impostas no Brasil, motivadas pela crise do petróleo no século passado. É inconcebível que o país ignore a importância e o potencial das energias limpas, que contribuirão diretamente para o desenvolvimento sustentável do país.

Há mercado, as oportunidades devem ser aproveitadas e o uso expandido. "Os biocombustíveis vêm conquistando espaços antes inimagináveis. É preciso um novo olhar sobre as formas como se dão as relações comerciais e ambientais para que, aliadas, sejam harmônicas e garantam o bem-estar coletivo. Inserir combustíveis renováveis em misturas com os produtos já tradicionais pode reduzir a emissão de gases poluentes e dar nova destinação ao que seria descartado na natureza." (UBRABIO, 2017).

Pesquisas e investimentos são necessários de modo a produzir conhecimentos e tecnologias necessárias para o setor aéreo. O potencial de algumas energias deve ser avaliado e pesquisado para possível uso, minimizando os impactos e efeitos negativos ao meio ambiente, gerando assim um setor seguro, sustentável e eficiente. O Brasil deve investir e expandir o uso de biocombustíveis, garantir políticas sustentáveis para o uso na aviação, tal como incentivar o uso no mercado nacional e internacional.

Os modelos de produção devem ser melhorados, metas a curto, médio e longo prazo traçadas, bem como o fomento de novas tecnologias que possam aumentar o desempenho dos biocombustíveis. O Brasil conta com profissionais qualificados, falta flexibilidade e autonomia

para eles poderem mudar processos e criar rotinas, os orçamentos devem ser feitos conforme a necessidade e não unicamente visando ao lucro imediato.

De acordo com o site Biodieselbr (2014),

Marcelo Gonçalves, engenheiro de desenvolvimento de produtos da Embraer, diz que as metas são ambiciosas e requerem o cumprimento de três requisitos: desenvolvimento tecnológico para reduzir o consumo com motores mais eficientes; gerenciamento do tráfego aéreo para controle dos pousos e decolagens; e o uso de biocombustível sustentável, produzido a partir de culturas que não competem com a produção de alimentos e nem afetem o consumo de água.

Logo, é notória a importância do nacional frente a produção de biocombustíveis. Deve o país manter o protagonismo, investir em melhoraras e incentivar o uso de combustíveis limpos, não é uma questão apenas de usar novas fontes para manter as operações aéreas, mas uma questão de sobrevivência do planeta e de toda a vida que nele habita.

A respeito dos biocombustíveis, são diversas as alternativas que pode ser extraído, sua exploração deve ainda ser economicamente atrativa e viável, carece o Brasil de produção em escala que seja uniforme em todo o território nacional. A produção se concentra em alguns polos de produção, focados, principalmente, em alguma biomassa específica, como a soja.

Assim, o país deve investir na expansão da produção. “O Brasil é um país promissor neste sentido é internacionalmente conhecido pela sua grande experiência no uso de biomassa, como o etanol de cana-de-açúcar, o óleo de soja para o biodiesel e o eucalipto para a polpa de papel. Por causa destes fatores, acreditamos que podemos liderar o processo de substituição dos combustíveis fósseis na aviação por biocombustíveis. Todavia, ainda não há produção em escala suficiente para tornar o produto economicamente atrativo.” (ALMEIDA, 2021)

A produção de biomassas deve atender a demanda interna e a externa, visto que a produção de biocombustível será uma demanda mundial. Incentivar proprietários de terras, que não produzem, a plantar é fundamental para a expansão da produção e a disponibilidade de matéria prima para a produção.

A substituição dos combustíveis fósseis não será uma tarefa simples, porém é uma questão essencial para a manutenção da atividade aérea. Orientar a população quanto a importância dos biocombustíveis será um passo importante para expandir o uso e a importância no mercado nacional.

O Brasil tem à disposição opções para a produção de biocombustível, privilegiado quanto ao clima, extensão e fatores que contribuem para produção em escala. “Os dois principais biocombustíveis no Brasil são o biodiesel e o etanol. O biodiesel pode ser produzido a partir de oleaginosas (entre elas a mamona, o algodão, o amendoim, o dendê, o girassol e a

soja), além de matérias-primas alternativas (como gordura animal, óleos de frituras e gorduras residuais). Já o etanol é produzido a partir da cana-de-açúcar, porém pesquisas vêm sendo realizadas para que o milho também sirva de matéria-prima para sua produção.” (ALMEIDA, 2021)

Pontua ainda Almeida (2021), O país adotou uma política paulatina da adição de biodiesel ao diesel comum, como meio de inserção do produto no mercado, conforme a Lei 11.097/2005. Dessa maneira, ficou estabelecido um incremento obrigatório do biodiesel ao diesel de 2%, de 2005 a 2012; e de 5%, a partir de 2013.

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol obtido a partir de cana-de-açúcar e o biodiesel, produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis. Fomentam o mercado interno e tem potencial para abastecer outros países com biocombustíveis.

Pesquisas de grandes empresas, como a Petrobras, contribuem para o desenvolvimento e disseminação do uso dos biocombustíveis, além de estimular as indústrias que produzem aviões a criar modelos, ajustar a estrutura e engenharia para poderem assim funcionar perfeitamente com biocombustíveis. Cabe ao mercado garantir a produção de biocombustíveis. O país detém território e tecnologia para produção e extração de grandes quantidades de soja e cana-de-açúcar, que representam atualmente boa parte da produção de biocombustíveis.

Hodiernamente, há grandes esforços para o desenvolvimento de tecnologias, políticas e processos que causem menos danos ao planeta. "A indústria mundial da aviação demonstrou um forte desejo de participar do esforço global para mitigar as emissões de GEE e, portanto, está profundamente comprometida com a redução das emissões de CO₂. A meta atual é o Crescimento Neutro em Carbono (CNG, na sigla em inglês) até 2020 e uma redução de 50% nas emissões líquidas de CO₂ sobre níveis de 2005 até 2050. Várias medidas estão sendo tomadas pela indústria de aviação para atingir essa meta. Entre elas estão o uso mais eficiente de combustíveis com turbinas melhoradas, projetos de aviões mais leves, gerenciamento avançado do espaço aéreo e combustíveis menos poluentes." (Boeing/Embraer/FAPESP e UNICAMP, 2013).

Almejando atingir os objetivos citados, a BOEING/EMBRAER/FAPESP E UNICAMP (2013) se uniram para estabelecer um ambicioso Plano de voo para biocombustíveis de aviação no Brasil, com ações e metas a serem cumpridas, segue as ações:

Ações recomendadas:

Produção de matérias-primas

- estimular a pesquisa agronômica, particularmente de matérias-primas não tradicionais;
- estabelecer políticas para criar condições adequadas para um melhor uso da terra;
- melhorar a infraestrutura logística de transporte de matérias-primas;
- avaliar o impacto, no longo prazo, da produção de biomassa sobre os recursos hídricos, solo e biodiversidade;
- avaliar matérias-primas de resíduos industriais disponíveis;
- estabelecer áreas experimentais que gerem dados de longo prazo como uma plataforma para estudos de produção de matérias-primas e seus impactos sobre o solo, a água e a biodiversidade. Estabelecer o monitoramento e a medição conforme padrões reconhecidos;
- estabelecer sistemas mais rigorosos de aplicação da lei para garantir a sustentabilidade na produção de biocombustíveis.

Tecnologias de Refino

- pesquisar processos para os principais pathways identificados;
- implantar plantas-piloto para as alternativas mais promissoras;
- implantar unidades de demonstração e comercialização de projetos originais.

Logística e Certificação de Biocombustível

- preparar o conjunto de regulamentos brasileiros para incluir biocombustíveis segundo o processo aprovado pela ASTM para querosenes sintéticos;
- desenvolver e disseminar competências para a certificação de biocombustível para a aviação;
- organizar um plano estratégico de longo prazo para a produção e distribuição de biocombustíveis para aviação.

Políticas

- criar instalações para abrigar atividades científicas e de comercialização relativas aos objetivos deste roadmap;
- acompanhar e procurar antecipar medidas regulatórias da ICAO;
- estabelecer ou regulamentar critérios de sustentabilidade para a produção de combustíveis para a aviação no país, em coordenação com padrões emergentes em todo o globo;
- estabelecer um programa governamental de longo prazo para o uso integrado de biocombustíveis em todos os modais de transporte;
- capacitar recursos humanos de alto nível em atividades relacionadas a biocombustíveis para a aviação;
- estabelecer políticas para incluir pequenos agricultores e/ou comunidades locais na cadeia de produção de biocombustíveis para aviação.

Para concluir, a substituição do petróleo na aviação representa um nicho muito importante para biocombustíveis sustentáveis. O Brasil tem a grande oportunidade de se tornar um ator global nessa área. Há importantes desafios a serem superados para criar a base dessa nova indústria emergente. O Brasil não pode perder essa oportunidade

Ações e metas a curto, médio e longo prazo são essenciais para o fomento de qualquer atividade, para os biocombustíveis é necessário cobrar dos governos e empresas. Medidas devem ser aplicadas com mais rigor e eficiência, afinal impacta diretamente a vida humana. O problema já existe, cabe agora empenho para minorar impactos e as consequências.

Por muito tempo a sociedade foi apática quanto aos problemas ambientais. As emissões se intensificaram e a degradação do meio ambiente chegou a níveis alarmantes, a destruição se destacou a partir do século XX, com grandes indústrias e produção em massa. A sociedade capitalista deve mudar sua postura, sobretudo a respeito da degradação do meio ambiente, buscando medidas e meios para cessar a destruição do planeta.

Pesquisar e investir nas melhores matérias-primas, para tornar mais eficiente os biocombustíveis, faz-se necessário. Tecnologias devem ser implementadas e técnicas melhoradas, assim como a logística e os processos. As políticas representam o principal pilar, afinal, a partir delas será possível captar recursos e investimentos, além de ser fundamental para a criação de leis, decretos, portarias e outras medidas que possam incentivar o uso de combustíveis não fósseis.

2.5 DESAFIOS

Um dos desafios centrais é obter a mesma eficiência dos biocombustíveis. Para ser uma atividade rentável é necessário o mínimo de gastos possíveis, e o que mais afeta no setor aéreo é o combustível. Logo, o combustível alternativo deve ser barato e eficiente, as aeronaves devem ter tecnologia suficiente para ter o melhor desempenho possível dada as condições.

Conceitualmente, o desempenho do querosene oriundo de fóssil e do renovável é igual. “Devido ao perfil global da indústria da aviação, onde uma aeronave decola de um aeroporto no Brasil e pousa em outro continente, potencialmente seguindo para qualquer outro local do mundo, não seria factível que esta aeronave dependesse de um tipo específico de combustível para o voo”. (UBRABIO, 2017)

Cabe agora o desenvolvimento de aeronaves 100% compatíveis e o fomento de produção de biocombustível. Como os "biocombustíveis, seja de biomassa sólida, como lenha ou carvão vegetal, ou líquidos, como o bioetanol produzidos de cana-de-açúcar, óleo de dendê ou biodiesel produzido pela esterificação de óleos vegetais com metanol ou etanol" (BOODEY; ALVES; URQUIAGA, 2005) é necessário fomentar a produção para poder atender o mercado interno, deve ainda ampliar o setor, pois a tendência é aumentar a procura.

O Brasil decola na frente perante os desafios, porém, ainda pode desenvolver muito mais, quiçá tornará nas próximas décadas o primeiro país a usar 100% de biocombustíveis na aviação. Será então mais sustentável, transformando-se em modelo para o mundo, garantindo

assim a manutenção das atividades, do crescimento e desenvolvimento sem deixar de lado as questões ambientais.

Pontua a Boeing/Embraer/FAPESP e UNICAMP (2013) no Plano de voo para biocombustíveis de aviação no Brasil,

O Brasil é internacionalmente reconhecido por sua longa experiência no uso da biomassa para fins energéticos, a começar por madeira, etanol de cana-de-açúcar e biodiesel. A bioenergia moderna representa cerca de 30% da matriz energética do Brasil, país que tem um longo histórico de conciliar produção de biocombustível, segurança alimentar e desenvolvimento rural. Boa parte do que o Brasil fez na área de bioenergia foi por meio de políticas de longo prazo e investimento em pesquisa associada à formação e qualificação de recursos humanos.

Ainda de acordo com a Boeing/Embraer/FAPESP e UNICAMP (2013),

As matérias-primas potencialmente mais promissoras para a produção de biocombustível para aviação são as plantas que contêm açúcares, amido e óleo, além de resíduos como lignocelulose, resíduo sólido urbano e gases de exaustão industrial. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, o segundo maior produtor de soja e registra o mais baixo custo de produção de eucalipto. Essa posição assegura competitividade na produção das três culturas consideradas candidatas naturais a matérias-primas para o início de uma indústria de biocombustível para aviação no Brasil, dependendo do processo de conversão escolhido. Ademais, a cana-de-açúcar e o eucalipto podem ser produzidos com uma redução muito significativa do ciclo de vida das emissões de CO₂. Mesmo para as culturas já estabelecidas, há espaço para redução ainda maior dos custos e melhoria nos parâmetros ambientais. As coníferas também são uma opção florestal promissora.

Os biocombustíveis ainda são relativamente mais caros, porém com aumento da demanda podem ter preços abaixo dos combustíveis fósseis. O fomento da produção e desburocratização para os produtores pode proporcionar aumento do produto no mercado. É fato que o setor automobilístico se destaca, por conta do etanol, situação que deve mudar com o crescimento do setor aéreo.

Tecnologia e custo das aeronaves são outros desafios, em especial para as empresas aéreas que arcam com os custos das aeronaves e modificações. Para o uso de biocombustíveis em aeronaves mais velhas, basta adequar o motor, o que reduz os gastos.

Evidencia Grimberg, Jairo e Hendes (2021), um dos maiores desafios para a implementação do biocombustível na aviação é a adaptação dos motores para se adequar a esta fonte de energia. Para um motor ser adequado em uma aeronave, é necessário que seja confiável, o mais resistente possível, eficiente e econômico. É necessário confiar nele para que não haja uma falha repentina, deve ser leve de forma que a relação massa e potência seja eficaz e a economia do motor também é importante para haver uma boa autonomia da aeronave.

Desse modo, as políticas para os próximos anos devem evoluir, mudanças positivas que irão corroborar para a sustentabilidade do setor, bem como para o desenvolvimento. “Visão da indústria da aviação para reduzir as emissões de CO₂ A indústria da aviação terá, nos próximos 20-40 anos, uma transição para o uso de biocombustíveis em substituição aos combustíveis para aviação à base de petróleo. O uso de biocombustíveis em aviação terá de ser efetivo, eficiente e vantajoso dos pontos de vista ambiental, social e econômico para consolidar a expansão mundial da indústria da aviação.” (Boeing/Embraer/FAPESP e UNICAMP, 2013).

É importante investimento em todo o setor aéreo brasileiro, de modo a garantir que a transição não tenha impactos negativos nas operações, provendo de estruturas, tecnologia e pessoal qualificado. Incentivando outras ações, medidas e políticas que possam contribuir para a manutenção segura, eficiente e sustentável dos serviços.

2.6 O FUTURO DA AVIAÇÃO

A aviação é atualmente o meio de transporte mais seguro e eficiente no mundo. (REVISTAENCONTRO, 2019) Grandes investimentos e as constantes implementações de procedimentos operacionais em prol da segurança, refletem na excelência do transporte. Ainda há muito que melhorar, visto que o setor gera diretamente muitos impactos ambientais, sociais e financeiros.

Desta forma investimentos em setores chaves são fundamentais para a manutenção do crescimento e desenvolvimento de novas tecnologias e ferramentas para amplificar a eficiência, tal como novos combustíveis que devem atender a demanda e causar o mínimo de impactos no meio ambiente.

A sociedade, os governos e as pessoas devem ser resilientes com a situação. Novas formas de pensar e agir. Investir em alternativas sustentáveis é investir na manutenção do planeta. A sociedade é dependente de combustíveis, porém para suprir essa demanda não é necessário que sejam degradantes, o uso sustentável garante a manutenção da atividade.

Constantes investimentos são feitos no setor aéreo brasileiro, é essencial para o desenvolvimento do país. “Desde 2019, o Governo Federal já investiu mais de R\$ 1,4 bilhão no incremento da aviação regional por todo o Brasil, seja por meio de projetos, compra de equipamentos de navegação aérea ou revitalização dos aeroportos, nas cinco regiões do país. Só no Amazonas, foram cerca de R\$ 200 milhões de investimentos.” (BRASIL, 2021) À vista disso,

é fundamental manter plena consciência dos impactos que podem surgir, logo, é necessário medidas sustentáveis, principalmente nos biocombustíveis.

Políticas e fomento da produção de matérias-primas para biocombustíveis são importantes, apesar de o Brasil ter condições favoráveis para a produção de biomassas não é uniforme a disponibilidade no território nacional, o incentivo em diferentes regiões garantirá a manutenção da disponibilidade, além de gerar desenvolvimento com empregos diretos e indiretos.

O Brasil destaca-se no mercado mundial quando se trata da aplicação de técnicas e tecnologias aplicadas aos combustíveis renováveis. “Historicamente, ganhos significativos em eficiência de combustível foram alcançados mediante melhorias operacionais (como fatores de carga mais altos, utilização de aviões maiores) e por progressos técnicos (como motores mais eficientes, estruturas de avião mais leves). Em consequência disso, o crescimento do consumo de combustível de aviação pode ser significativamente desacelerado para somente 3% em termos anuais. Mesmo com a melhora da eficiência, as emissões de CO₂ da aviação devem mais que triplicar até 2050 (EC, 2011). (Boeing/Embraer/FAPESP e UNICAMP, 2013).

Ainda segundo o Plano de voo para biocombustíveis de aviação no Brasil da Boeing, Embraer, FASPEP e UNICAMP (2013),

Não há nenhuma matéria-prima isolada perfeita para produzir um biocombustível para aviação no Brasil. Os stakeholders concordam em que o trabalho deve continuar considerando várias matérias-primas para garantir a maior probabilidade de uma disponibilidade adequada e a obtenção de escala. Há uma diversidade de matérias-primas disponíveis para diferentes condições de cultivo. O eucalipto pode usar terras com grandes declives. A cana-de-açúcar cresce em zonas tropicais e subtropicais enquanto outras culturas são adequadas para latitudes diferentes, como a palma no sul do Estado do Pará, plantas oleaginosas e amiláceas que podem ser cultivadas na maior parte do Brasil – estas incluem culturas não alimentícias como camelina e pinhão manso – e outras matérias-primas com futuros promissores, se houver um maior esforço de P&D. A experiência passada do Brasil com biocombustíveis também mostra que espécies que podem suprir matérias-primas para aplicações diversas, por exemplo, para alimentos, combustível, polpa celulósica, etc, têm chance maior de sucesso).

Logo, não há o biocombustível perfeito, porém há a melhor alternativa que se enquadra nas necessidades e tem o melhor custo-benefício. Cada país deve buscar investir naquele que melhor atende o mercado e as necessidades das aeronaves. O Brasil é um país modelo ao que tange os assuntos ligados aos combustíveis renováveis, grandes investimentos desenvolveram o mercado interno, as projeções futuras são positivas quanto a expansão e aumento do uso de biocombustíveis.

O setor é promissor, gera milhões todos os anos, desde a produção, refino, transporte e aplicação. Têm o potencial de proporcionar desenvolvimento econômico e social em regiões brasileiras que carecem de indústrias e outras atividades. Os biocombustíveis minimizam os impactos causados pelo homem ao planeta e aquecem a economia.

Conforme diz o Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, do Ministério de Minas e Energia, José Mauro Coelho: “O setor de biocombustíveis do Brasil apresentou resultados expressivos em 2020. Os números, como veremos a seguir, mostram os avanços desse segmento da economia, o que demonstra a vocação brasileira para a produção e o uso da bioenergia. Um dos resultados mais relevantes foi o do RenovaBio, a nossa Política Nacional de Biocombustíveis. O RenovaBio, considerado o maior programa do mundo de descarbonização da matriz de transportes, estabelece um mercado de créditos de descarbonização, o nosso CBio. Cada CBio equivale a uma tonelada de emissões de gás carbônico evitada na atmosfera. Na nossa Política Nacional de Biocombustíveis, os distribuidores constituem a parte obrigada a adquirir os CBios. Nesse sentido, em 2020 foram negociados na nossa bolsa de valores, a B3, cerca de 14,9 milhões de CBios, gerando volume financeiro de mais de R\$ 650 milhões. Assim, os distribuidores de combustíveis cumpriram cerca de 98% da meta de descarbonização estabelecida para o ano passado.” (BRASIL, 2021)

A tendência é de crescimento, além de ser uma alternativa sustentável e garantir as operações do setor aéreo. O uso de combustíveis estimula a economia de diversas formas, desde a produção, a entrega do produto final para o consumidor. Contribuindo para o PIB e para a qualidade de vida dos envolvidos no processo.

Com os créditos de descarbonização torna-se mais atrativo a produção de biocombustíveis, créditos que devem aumentar, devido à necessidade de se adequar as políticas ambientais que serão implementadas pelos principais órgãos de fiscalização, ao nível nacional e internacional.

À vista disso, é fundamental a adequação do setor aéreo frente às mudanças. As aeronaves modernas que são híbridas ou movidas a biocombustíveis, devem ter preferência na compra, a adequação dos motores das aeronaves velhas é indispensável. Com políticas certas e o engajamento dos governos e empresas, o setor aéreo será, nas próximas décadas, totalmente sustentável.

Destarte, o uso de biocombustíveis tem um papel fundamental no processo de desenvolvimento e crescimento de qualquer país, o uso de combustíveis é essencial para a aviação e outros setores importantes para a economia. A aviação brasileira irá crescer ainda

mais nos próximos anos e o setor deve se preparar para os desafios, além de se adequar às novas políticas e demandas.

3 CONCLUSÃO

O presente trabalho objetivou demonstrar as principais fontes de energia sustentável para a aviação brasileira. Analisando e pontuando os combustíveis mais usados, assim como os impactos gerados para o meio ambiente. Pontuou alternativas e possibilidades de uso futuro de algumas fontes alternativas, destacou a importância do Brasil no mercado mundial quando se trata de energia limpa.

O tema é amplo e há muito que se desenvolver em pesquisa e desenvolvimento tecnológico para poder ser aplicado com eficácia e eficiência na aviação brasileira e no mundo, fontes viáveis devem ser pesquisadas bem como toda cadeia de processo. Desafios como: a engenharia dos motores e das aeronaves são barreiras que vão sendo transpostas com o passar dos anos. Avanços são feitos todos os anos, com a aplicação de materiais mais leves e resistentes, motores com mais eficiência e potência, aerodinâmica ideal e combustíveis menos agressivos ao meio ambiente e tão eficientes quanto os fósseis.

O desenvolvimento deste trabalho contou com pesquisas bibliográficas e referências nos assuntos aqui tratados. Com essas informações, observou-se dependência da aviação mundial de combustíveis fósseis tal qual os impactos que causam ao meio ambiente. Portanto, foi essencial demonstrar políticas e medidas tomadas para incentivar outras fontes de energias que sejam sustentáveis e a importância do uso na aviação, minimizando impactos e fomentando o mercado.

Foi possível analisar os impactos que o combustível tem na aviação, entretanto deve-se destacar a dependência para as operações, são responsáveis por boa parte dos custos de operação. Assim, é fundamental que combustíveis renováveis de baixo impacto ambiental tenham maior espaço no setor aéreo e sejam baratos, promovendo assim a preservação do planeta Terra e a garantia das operações.

O mercado nacional deve manter o protagonismo frente ao mercado internacional, fomentando e expandido o uso de combustíveis sustentáveis. “O Brasil é internacionalmente reconhecido por sua longa experiência no uso da biomassa para fins energéticos, a começar por madeira, etanol de cana-de-açúcar e biodiesel. A bioenergia moderna representa cerca de 30% da matriz energética do Brasil, país que tem um longo histórico de conciliar produção de biocombustível, segurança alimentar e desenvolvimento rural. Boa parte do que o Brasil fez na área de bioenergia foi por meio de políticas de longo prazo e investimento em pesquisa associada à formação e qualificação de recursos humanos.” (Boeing/Embraer/FAPESP e

UNICAMP, 2013) Portanto, é nítido o potencial do Brasil, possível a partir de políticas e investimentos, cabe ao Governo expandir e fomentar para que em breve seja possível a substituição dos combustíveis fósseis por alternativas que agridam menos o meio ambiente.

Apesar do Brasil destacar, é fundamental o engajamento de todos os países no investimento e criação de políticas que incentivem os combustíveis sustentáveis para a aviação. É uma questão que afeta a todos diretamente, as consequências de manter-se em inércia podem ser irreversíveis. É essencial a troca de informações, tecnologias e técnicas para a expansão do uso de novas energias, isso, por conseguinte acelerará o processo e tornará mais eficiente o uso.

Os biocombustíveis já são uma realidade, eficientes e com potencial de manter as operações aéreas. Cabe agora políticas que expandem o uso e o processo de produção, bem como a engenharia das aeronaves modernas que tenham condições de operar com biocombustíveis. Apesar dos desafios, a longo prazo irá garantir o desenvolvimento seguro, eficiente e sustentável da aviação, o que pode engajar outros setores nas mesmas perspectivas.

Conclui-se que os combustíveis são essenciais para diversas atividades humanas. A aviação depende diretamente para manter as atividades. No entanto, após décadas de uso desenfreado de combustíveis fósseis é essencial que a postura da humanidade modifique para a manutenção das condições de vida no planeta Terra. Fontes alternativas que agridam o mínimo possível precisam ser desenvolvidas, buscando as melhores alternativas para a realidade de cada país. Este trabalho apresentou algumas alternativas sustentáveis, destacando os biocombustíveis, não esgotou o tema, mas abordou os pontos mais importantes. Há ainda outras opções promissoras, como fontes elétricas, hidrogênio e biogás. Pesquisas devem ser feitas para avaliar a eficiência e a possibilidade de uso, para que possam assim ser usadas na aviação no futuro.

REFERÊNCIAS

AEROFLAP (ed.). **Como os novos combustíveis alteram o futuro da aviação**. 2017. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/como-os-novos-combustiveis-alteram-o-futuro-da-aviacao/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

ABEAR. **Panorama da Aviação Brasileira**. Disponível em: <http://panorama.abear.com.br/prioridades-do-setor/sustentabilidade/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

ANIMAEDUCACAO. **O EMPREGO DE COMBUSTÍVEIS SUSTENTÁVEIS NA AVIAÇÃO CIVIL**. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8106/2/DIEGO_ROCHA_MACEDO-Re%5B685-4-744524%5DDiego_Rocha_Macedo__v3bancaPDFA.pdf. Acesso em: 13 set. 2021.

BIODIESELBR. **Aviação mundial trabalha para desenvolver fontes renováveis**. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/biocombustivel/bioqav/aviacao-mundial-trabalha-fontes-renovaveis-250814>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BOEING/EMBRAER/FAPESP E UNICAMP. **PLANO DE VOO PARA BIOCOMBUSTÍVEIS de AVIAÇÃO NO BRASIL: PLANO DE AÇÃO**. FAPESP. Disponível em: <https://fapesp.br/publicacoes/plano-de-voo-biocombustiveis-brasil-pt.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BOODEY, Roberto Michael; ALVES, Bruno José Rodrigues; Urquiaga. **Produção de biocombustíveis**: A questão do balanço energético. EMBRAPA. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/dende_000g6vh820102wx5ok0wtedt3kvb61pn.pdf. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. GOVERNO DO BRASIL. **Brasil avança no setor de biocombustíveis**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis>. Acesso em: 04 out. 2021.

BRASIL. GOVERNO DO BRASIL. **Investimentos em aviação regional aumentam oferta de voos no Amazonas.** Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2021/06/investimentos-em-aviacao-regional-aumenta-oferta-de-voos-no-amazonas>. Acesso em: 11 out. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano de Ação para a Redução das Emissões de CO2 da Aviação Civil Brasileira.** Disponível em: <https://www.anac.gov.br/as-suntos/paginas-tematicas/meio-ambiente/arquivos/PlanodeAo2019ptbr.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.

BRASILESCOLA. **Biocombustíveis no Brasil.** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/biocombustiveis-no-brasil.htm>. Acesso em: 3 out. 2021.

CANALBIOENERGIA. **Brasil é o segundo maior produtor de biodiesel do planeta.** Disponível em: <https://www.canalbioenergia.com.br/brasil-e-o-segundo-maior-produtor-de-biodiesel-do-planeta/>. Acesso em: 9 out. 2021.

DW. **Qual é o impacto ambiental das viagens aéreas?** Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/qual-%C3%A9-o-impacto-ambiental-das-viagens-a%C3%A9reas/a-42118916>. Acesso em: 3 out. 2021.

ECYCLE. **Poluição do ar por combustíveis fósseis é responsável por uma em cada cinco mortes no mundo.** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/poluiasao-do-ar-por-combustiveis-fosseis-e-responsavel-por-uma-em-cada-cinco-mortes-em-todo-o-mundo-afirma-pesquisa/>. Acesso em: 8 out. 2021.

ESTADO DE MINAS. **Transporte aéreo vive necessidade de reduzir emissões poluentes.** Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2019/04/10/interna_internacional,1045373/transporte-aereo-vive-necessidade-de-reduzir-emissoes-poluentes.shtml. Acesso em: 13 set. 2021.

EQUIPE GNPW GROUP. **Energia sustentável no Brasil: qual a importância dos incentivos?**. GNPW. Disponível em: <https://www.gnpw.com.br/energia-pt/energia-sustentavel-no-brasil-qual-a-importancia-dos-incentivos/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

FIEMG. **Energia limpa no Brasil**. Disponível em: <https://www7.fiemg.com.br/noticias/detalhe/energia-limpa-e-matriz-energetica>. Acesso em: 8 out. 2021.

FIGUEIREDO, Luiz Alberto Gomes. **Motores e combustíveis de aviação**: O impacto do abastecimento no transporte aéreo e a busca por alternativas ao Jet Fuel e à Avgas. AERO Magazine. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/motores-e-combustiveis-de-aviacao_808.html. Acesso em: 30 jul. 2021.

FLIGHTCONSULTORIA. **Em 20 anos, mercado da aviação dobrará de tamanho**. Disponível em: <https://flightconsultoria.com.br/em-20-anos-mercado-da-aviacao-dobrara-de-tamanho/>. Acesso em: 8 out. 2021.

Grimberg, M., Jairo, N., & Henkes², A. (n.d.). FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA A AVIAÇÃO: UMA ANÁLISE SOBRE O USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. In *Av. civil. ci. Aeron* (Issue 1). <https://orcid.org/0000-0002-3762-471X>

HENKES, Jairo Afonso; PÁDUA, Adailson Damião Barbosa. **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA AVIAÇÃO BRASILEIRA: HISTÓRICO, PRINCIPAIS AVANÇOS E DESAFIOS**. Portal de Periódicos UNISUL. Florianópolis. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5153. Acesso em: 30 jul. 2021.

NASLAUSKI, Matteo Grimberg; HENKES, Jairo Afonso. **FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA A AVIAÇÃO: UMA ANÁLISE SOBRE O USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**. Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/8>. Acesso em: 28 jul. 2021.

Naslauski, M. G. ., & Henkes, J. A. . (2021). FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA A AVIAÇÃO: UMA ANÁLISE SOBRE O USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. *Revista Brasileira De Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas*, 1(1), 103–126. Recuperado de <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/8>

PORTALMACAUBA. **Aviação mundial trabalha para desenvolver fontes renováveis.** Disponível em: <http://www.portalmacauba.com.br/2014/08/comprometida-com-metas-de-crescimento.html>. Acesso em: 9 out. 2021.

PORTALSOLAR. **Fontes de Energia Renováveis: Tudo o que você precisa saber.** Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/fontes-de-energia-renovaveis.html>. Acesso em: 8 out. 2021.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de, **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2ª Ed., Novo Hamburgo - RS, Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - ASPEUR Universidade Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 28 de out. 2021.

REVISTAENCONTRO. **Qual o meio de transporte mais seguro?.** Disponível em: <https://www.revistaencontro.com.br/canal/atualidades/2015/01/qual-o-meio-de-transporte-mais-seguro.html>. Acesso em: 11 out. 2021.

ROCK CONTENT. **Entenda quais as diferenças entre a pesquisa qualitativa e quantitativa e saiba como aplicá-las.** Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/pesquisa-qualitativa-e-quantitativa/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

UBRABIO. **Combustível renovável ganha espaço na aviação nacional.** Disponível em: <https://ubrablo.com.br/2017/07/07/combustivel-renovavel-ganha-espaco-na-aviacao-nacional/>. Acesso em: 4 out. 2021.

WWF. **As Mudanças Climáticas.** Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/. Acesso em: 4 out. 2021.

ZENDESK. **Conheça os 4 tipos de análise de dados para criar estratégias certas.** Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/tipos-analise-de-dados/>. Acesso em: 28 set. 2021.