

**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
FACULDADE DE DIREITO**

IZADORA FIGUEIRÔA MASTRANGELLI

**ESG NA AVIAÇÃO CIVIL: BUSCA PELA SUSTENTABILIDADE NAS
OPERAÇÕES AÉREAS**

**SÃO PAULO
2023**

IZADORA FIGUEIRÔA MASTRANGELLI

**ESG NA AVIAÇÃO CIVIL: BUSCA PELA SUSTENTABILIDADE NAS
OPERAÇÕES AÉREAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito para obtenção do título de Bacharel no Curso
de Direito da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Orientador: Prof. Dr. RICARDO PEDRO
GUAZZELLI ROSARIO

SÃO PAULO
2023

IZADORA FIGUEIRÔA MASTRANGELLI

**ESG NA AVIAÇÃO CIVIL: BUSCA PELA SUSTENTABILIDADE NAS
OPERAÇÕES AÉREAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção do título de
Bacharel no Curso de Direito da
Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Pedro G. Rosario
Universidade Presbiteriana
Mackenzie

Prof. Dr. [--]
Universidade Presbiteriana
Mackenzie

Prof. Dr. [--]

Para o Senhor, tudo para honra e glória do SEU nome! aos meus pais, amigos, professores e colegas de trabalho que sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que me presenteia todos os dias com a energia da vida, que me dá forças e coragem para atingir os meus objetivos.

À toda minha família, sobretudo meus pais e meu irmão, por sempre acreditarem em mim, mesmo quando eu já duvidava de mim mesma durante essa caminhada. São meus maiores exemplos de pessoas. É com muito amor que lhes dedico este trabalho.

Ao Dr. Ricardo Rosario, grande professor e orientador. Agradeço por sua confiança e incansável dedicação. Obrigada por compartilhar a sua sabedoria, o seu tempo e sua experiência.

À minha Equipe de trabalho do Machado Meyer, que compreenderam meus horários de dedicação a este trabalho, por todos os ensinamentos e por tanta parceria. Vamos juntos!

"Se não estivermos dispostos a pagar um preço por nossos valores, se não estivermos dispostos a fazer alguns sacrifícios para realizá-los, então deveríamos nos perguntar se realmente acreditamos neles." (Barack Obama)

ESG NA AVIAÇÃO CIVIL: A BUSCA PELA SUSTENTABILIDADE NAS OPERAÇÕES AÉREAS

Izadora Figueirôa Mastrangelli

Resumo: Este trabalho investiga a aplicação dos princípios ESG (Environmental, Social, and Governance) na aviação civil, visando a busca pela sustentabilidade nas operações aéreas. A aviação é reconhecida como um setor desafiador em termos de sustentabilidade, devido às suas emissões de gases de efeito estufa e impactos ambientais significativos. O estudo tem como objetivo principal analisar como as empresas aéreas estão adotando uma abordagem ESG em suas operações para reduzir seu impacto ambiental, melhorar o engajamento social e fortalecer a governança corporativa. A pesquisa aborda os desafios ambientais enfrentados pela aviação civil, destacando a importância das regulamentações e metas ambientais estabelecidas por órgãos internacionais, como a ICAO. Além disso, explora as iniciativas implementadas pelas empresas aéreas para reduzir as emissões de carbono, como o uso de biocombustíveis, a eficiência de frota, o aprimoramento do gerenciamento de tráfego aéreo e a construção de motores mais econômicos ou que dependem de energia elétrica ou solar para o seu funcionamento. No âmbito social, são discutidos os impactos da aviação na saúde das comunidades locais e a importância da segurança operacional. Questões de governança também são exploradas, incluindo transparência, ética, diversidade e inclusão nas empresas aéreas. Por meio de estudos de caso e análise de melhores práticas, o trabalho apresenta exemplos de empresas aéreas que adotaram com sucesso práticas sustentáveis e obtiveram benefícios econômicos e ambientais. Além disso, são identificadas as principais oportunidades e desafios futuros na busca pela sustentabilidade na aviação civil, como o desenvolvimento de aeronaves elétricas e a utilização de energias renováveis nos aeroportos. Por fim, o estudo reforça a importância de uma abordagem ESG na aviação civil como um caminho viável para enfrentar os desafios ambientais, sociais e de governança, contribuindo para a construção de um setor aéreo mais sustentável e responsável.

Palavras-chave: ESG; Aviação Civil; Sustentabilidade; Operações Aéreas; Impacto Ambiental; Responsabilidade Social; Governança Corporativa.

ESG NA AVIAÇÃO CIVIL: A BUSCA PELA SUSTENTABILIDADE NAS OPERAÇÕES AÉREAS

Izadora Figueirôa Mastrangelli

Abstract: This study investigates the application of ESG (Environmental, Social, and Governance) principles in civil aviation, aiming to pursue sustainability in air operations. Aviation is recognized as a challenging sector in terms of sustainability due to its greenhouse gas emissions and significant environmental impacts. The main objective of this study is to analyze how airlines are adopting an ESG approach in their operations to reduce their environmental impact, enhance social engagement, and strengthen corporate governance. The research addresses the environmental challenges faced by civil aviation, highlighting the importance of regulations and environmental goals established by international bodies such as ICAO. Additionally, it explores the initiatives implemented by airlines to reduce carbon emissions, such as the use of biofuels, fleet efficiency, improvements in air traffic management and building more economical engines or those that rely on electricity or solar energy for their operation. On the social front, the study discusses the impacts of aviation on the health of local communities and the importance of operational safety. Governance issues are also explored, including transparency, ethics, diversity, and inclusion within airlines. Through case studies and analysis of best practices, this work presents examples of airlines that have successfully adopted sustainable practices and achieved economic and environmental benefits. Furthermore, it identifies key opportunities and future challenges in the pursuit of sustainability in civil aviation, such as the development of electric aircraft and the utilization of renewable energy at airports. Ultimately, the study reinforces the importance of an ESG approach in civil aviation as a viable path to address environmental, social, and governance challenges, contributing to the development of a more sustainable and responsible aviation sector.

Keywords: ESG; Civil Aviation; Aircraft Operations; Environmental Impact; Social Responsibility; Corporate Governance.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ACI | Airports Council International |
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| CAEE | Committee on Aircraft Engine Emission |
| CAEP | Committee on Aviation Environmental Protection |
| CO2 | Dióxido de Carbono |
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| CORSIA | Esquema de Compensação e Redução de Carbono para Aviação |
| Internacional | |
| DECEA | Departamento de Controle do Espaço Aéreo |
| ENCOM | Environmental Committee |
| ESG | Environmental, Social, and Governance |
| eVTOL | Aeronaves Elétricas com Decolagens e pouso na vertical |
| IATA | Associação Internacional do Transporte Aéreo |
| INFRAERO | Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária |
| LEED | Leadership in Energy and Environmental Design |
| MIT | Massachusetts Institute of Technology |
| OACI | Organização da Aviação Civil Internacional |
| RBAC | Regulamento Brasileiro de Aviação Civil |
| SAC | Secretaria de Aviação Civil |
| SAF | Combustível Sustentável de aviação |
| SARPs | Standard and Recommended Practices |

Sumário: 1.Introdução 2 Sustentabilidade na aviação civil 3.Abordagem Esg nas operações Aéreas 4. Aspectos Sociais e Governança na aviação 5. Estudo de casos internacionais 6. Considerações finais 7. Referências

1. INTRODUÇÃO

A aviação civil desempenha um papel fundamental no cenário socioeconômico global, conectando pessoas e mercados em uma escala sem precedentes. No entanto, à medida que a demanda por viagens aéreas continua a crescer, surgem desafios significativos relacionados à sustentabilidade ambiental e social do setor. A aviação é reconhecida como um setor desafiador em termos de sustentabilidade, devido às suas emissões de gases de efeito estufa e impactos¹ ambientais significativos. Nesse contexto, a adoção de uma abordagem ESG (Environmental, Social, and Governance) tem se tornado cada vez mais relevante nas empresas e setores, buscando alinhar a atividade econômica com princípios ambientais, sociais e de governança responsáveis.

A aviação civil é um setor estratégico para a economia global, proporcionando acesso rápido e eficiente a mercados, impulsionando o turismo e facilitando o comércio internacional. De acordo com a Organização da Aviação Civil Internacional ²(ICAO), o transporte aéreo é responsável por mais de 60 milhões de empregos em todo o mundo e contribui significativamente para o produto interno bruto (PIB) de muitos países. No entanto, esse crescimento contínuo traz consigo impactos ambientais consideráveis.

Uma pesquisa internacional liderada pela Universidade Metropolitana de Manchester, no Reino Unido, mostrou que a aviação representa 3,5% do impacto causado pela humanidade para o aquecimento global. O resultado foi obtido com base na análise de dados do setor aéreo de 2000 a 2018. Os pesquisadores calcularam que os aviões foram responsáveis pela emissão de 32,6 bilhões de toneladas de CO₂ ao longo da história, e que metade desse valor foi gerada apenas nos últimos 20 anos. O aumento expressivo é atribuído à expansão do número de voos e tamanho das frotas, especialmente na Ásia. (MEDEIROS, 2020)

Quando se aborda a viabilidade de adotar fontes de energia mais limpas e renováveis, é essencial considerar também os benefícios econômicos ³para os operadores de transporte aéreo. Isso ocorre devido ao fato de que aproximadamente 40% dos custos de um voo são atribuídos

¹ MATT MCGRATH (Brasil). Bbc News. Mudanças climáticas: novo relatório do ipcc adverte sobre impactos 'irreversíveis'. Novo relatório do IPCC adverte sobre impactos 'irreversíveis' .2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-60554761>. Acesso em: 04 out. 2023.

² INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. Environmental report 2010. ICAO, 2010.

³ IATA. Mais conectividade e eficiência são destaques das estatísticas do setor de companhias aéreas de 2018. 2019. Disponível em: <https://www.iata.org/pressroom/pr/Documents/2019-07-31-01-pt.pdf>. Acesso em: 04 out. 2023.

ao combustível utilizado. Embora a perspectiva possa ser menos desafiadora se o preço desse combustível fosse constante, é evidente que esse tipo de energia está sujeito a aumentos significativos ao longo dos anos. Conseqüentemente, os operadores de aeronaves se veem obrigados a repassar esses custos aos usuários por meio do aumento das tarifas e passagens aéreas.

Outro aspecto que requer atenção das autoridades e evidencia a necessidade urgente de mudança está relacionado à natureza finita dos combustíveis fósseis, uma vez que são derivados de reservas de petróleo que não se regeneram. Além disso, o crescimento populacional e o aumento na produção de veículos e aeronaves podem acelerar ainda mais o esgotamento das reservas existentes, diminuindo sua vida útil.

A mudança climática decorrida das emissões de gases de efeito estufa (GEE) juntamente com a iminente escassez das fontes de combustíveis fósseis têm impulsionado a busca por fontes de energias alternativas e eficientes nos mais diversos setores produtivos, incluindo o setor aeronáutico. (ZAMPAR, 2019, p. 10).

Ao analisarmos a situação, chegamos a um ponto de convergência, em que nos deparamos com um cenário de crescimento populacional, aumento no número de passageiros transportados e diminuição das reservas de petróleo disponíveis. Além disso, o resultado desse aumento na quantidade de aeronaves em operação é o aumento dos impactos ambientais. Segundo estimativas feitas em 2018 pela Associação Internacional do Transporte Aéreo (IATA), prevê-se que o número de passageiros transportados em 2037 poderá atingir a marca de 8,2 bilhões⁴, o dobro do número registrado no ano em que a pesquisa foi realizada. Esses motivos despertam na comunidade aeronáutica a necessidade de implementar mudanças que visem um crescimento mais sustentável e respeitoso ao meio ambiente e às futuras gerações.

A questão torna-se ainda preocupante no quesito da aviação, porque estima-se que durante alguns anos a demanda continuará em crescimento, impulsionada pelo aumento da população global e da globalização em geral, o que justifica a preocupação e pesquisas em busca de energias renováveis. (NASLAUSKI E HENKES, 2001, p. 105).

Frente a esses desafios, o conceito de ESG⁵ tem ganhado cada vez mais destaque nas discussões sobre a sustentabilidade da aviação civil. A sigla ESG representa três pilares fundamentais: Ambiental (Environmental), Social (Social) e Governança (Governance). O pilar ambiental está relacionado às medidas e políticas que buscam minimizar o impacto negativo no

⁴ IATA. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/db9e20ee48174906aba13acb6ed35e19/2018-10-24-02-pt.pdf>. Acesso em 04 out. 2023.

⁵ JUNIOR, Paulo Leão de Moura. ESG - Environment, Social and Governance. Legis Compliance, 17 de jul. 2021. Disponível em: <https://www.legiscompliance.com.br/artigos-e-noticias/3167-esgenviroment-social-and-governance>. Acesso em: 04 de out. 2023.

meio ambiente, incluindo a redução das emissões de gases de efeito estufa, a gestão eficiente dos recursos naturais e a adoção de práticas sustentáveis na construção e operação. O pilar social abrange a responsabilidade e o engajamento com os stakeholders, considerando os impactos na saúde e segurança das comunidades locais, a promoção da diversidade e inclusão, bem como o respeito aos direitos humanos. Por sua vez, o pilar de governança diz respeito à transparência, ética e responsabilidade corporativa, garantindo uma gestão adequada e eficaz das empresas aéreas.

A crescente relevância do ESG nas empresas e setores é impulsionada pela necessidade de uma abordagem holística e responsável para lidar com os desafios socioambientais enfrentados globalmente. Empresas aéreas ao redor do mundo estão reconhecendo a importância de incorporar os princípios ESG em suas operações para enfrentar os impactos negativos e buscar uma abordagem sustentável⁶. Essa adoção não apenas reflete uma resposta às demandas dos stakeholders e regulamentações governamentais, mas também apresenta oportunidades para melhorar a eficiência operacional, reduzir custos, mitigar riscos e fortalecer a reputação da empresa. Em 2020, Laurance Fink, o fundador da BlackRock⁷, fez uma comunicação importante aos CEOs de empresas parceiras, abordando as transformações estruturais no cenário financeiro relacionadas às questões climáticas. A prática anual de enviar cartas aos principais líderes empresariais em nome da BlackRock se tornou uma tradição, servindo como um indicador dos temas que podem influenciar as direções do capital global nos próximos anos e, possivelmente, a longo prazo. No conteúdo da carta de 2020, encontramos o seguinte trecho:

“As alterações climáticas tornaram-se um fator decisivo nas perspectivas das empresas a longo prazo. Em setembro do ano passado, quando milhões de pessoas saíram às ruas para exigir medidas contra mudanças climáticas, muitos enfatizaram o impacto significativo e duradouro que elas terão no crescimento econômico e na prosperidade – um risco que, até agora, os mercados têm sido lentos em refleti-los. Mas a consciência está mudando muito rapidamente, e acredito que estamos à beira de uma mudança estrutural nas finanças. As evidências sobre o risco climático estão forçando os investidores a reavaliarem os pressupostos básicos sobre as finanças modernas. Pesquisando uma vasta gama de organizações – incluindo o Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas da ONU, o BlackRock Investment Institute e muitos outros, juntamente com novos estudos da McKinsey sobre as consequências socioeconômicas do risco climático físico – está aprofundando a nossa compreensão de como o risco climático irá impactar tanto o nosso mundo tangível como o sistema global que financia o crescimento econômico⁸.”

⁶ PACTO GLOBAL REDE BRASIL E STILINGUE. [Site]. A Evolução do ESG no Brasil, [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://conteudos.stilingue.com.br/estudo-a-evolucao-do-esg-no-brasil>. Acesso em 04 out. 2023.

⁷ A BlackRock é a maior empresa em gestão de ativos no mundo, com sede em Nova York.

⁸ FINK, Laurance. Uma mudança estrutural nas finanças. BlackRock, 2020. Disponível em: <https://www.blackrock.com/br/larry-fink-ceo-letter>. Acesso em 04 out. 2023.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação dos princípios ESG na aviação civil e sua busca pela sustentabilidade nas operações aéreas. Serão investigados os desafios ambientais enfrentados pelo setor, as medidas adotadas pelas empresas aéreas para minimizar seu impacto ambiental e social, bem como as práticas de governança corporativa implementadas para garantir uma gestão responsável. Além disso, serão apresentados estudos de caso de empresas aéreas que adotaram com sucesso práticas sustentáveis, identificando as oportunidades e desafios futuros na busca por uma aviação civil mais sustentável e responsável.

Ao compreender a importância do ESG e explorar as iniciativas em curso no setor da aviação civil, espera-se contribuir para o avanço das práticas sustentáveis e fornecer insights valiosos para empresas, pesquisadores e formuladores de políticas interessados em promover uma aviação mais sustentável e em sintonia com os princípios ESG⁹.

2. SUSTENTABILIDADE NA AVIAÇÃO CIVIL

De maneira mais abrangente, o conceito de sustentabilidade está relacionado às atitudes e percepções que visam desenvolver a sociedade de forma justa nos aspectos ecológico, social e econômico. Além disso, o desenvolvimento sustentável envolve a consciência do respeito às gerações futuras, ou seja, pensar nas práticas de preservação ambiental e utilização de energias renováveis hoje, para evitar que recursos se esgotem no futuro devido ao uso inadequado. Essa consciência busca garantir que as futuras gerações não enfrentem a escassez de recursos.

Em 1987, a divulgação do Relatório *Brundtland*, intitulado *Nosso futuro comum*, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (1988), popularizou a expressão "desenvolvimento sustentável" e sua definição, considerada a mais próxima do consenso oficial. De acordo com o Relatório Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49), o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como:

[...] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas.

Nos últimos anos, observamos um aumento na adoção de práticas de responsabilidade social corporativa por um número crescente de empresas. Essas empresas estão cada vez mais conscientes da importância da conexão entre o desempenho econômico, o compromisso com

⁹ JUNIOR, Paulo Leão de Moura. ESG - Environment, Social and Governance. Legis Compliance, 17 de jul. 2021. Disponível em: <https://www.legiscompliance.com.br/artigos-e-noticias/3167-esgenvironment-social-and-governance>. Acesso em: 04 de out. 2023.

ações sociais e a preservação do meio ambiente. Reconhecem claramente a ligação intrínseca entre seu próprio sucesso financeiro, a saúde do ambiente natural e o bem-estar geral da sociedade.

Quando se discute sustentabilidade, é comum encontrar empresas que exibem uma combinação de características diversas. Enquanto uma organização pode demonstrar um desempenho notável em termos de cuidados com o meio ambiente, pode falhar em suas iniciativas relacionadas à igualdade e à não discriminação em sua força de trabalho, por exemplo. O tão falado "tripé da sustentabilidade" raramente é completo, levando muitas vezes a ações desconexas ou limitadas.

A própria definição de sustentabilidade contribui para a dificuldade em tornar o conceito operacional, de fácil compreensão e aplicável para orientar ações concretas. Isso é relevante não apenas nas universidades, que são espaços de pesquisa e potenciais agentes de mudança de mentalidade, mas também nas empresas, que desempenham um papel crítico na gestão de processos e práticas que podem ou não conscientizar e influenciar maneiras de fazer negócios que promovam a sustentabilidade.

O conceito em questão é relativamente recente. Considera-se que o marco inicial do debate sobre esse tema ocorreu durante a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972. No entanto, de acordo com Faustino e Amador (2016), foi somente no final dos anos 80, com a publicação do Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU - Relatório Brundtland, que os termos "Desenvolvimento Sustentável" e "Sustentabilidade" foram amplamente difundidos globalmente.

Quando consideramos o contexto da aviação, torna-se evidente que esse meio de transporte e a sustentabilidade devem caminhar juntos. Isso se deve ao fato de que o desenvolvimento aeronáutico sustentável atual permitirá que as gerações futuras continuem utilizando essa forma de locomoção, sem comprometer os recursos necessários para a decolagem de uma aeronave. Além disso, ao analisarmos mais detalhadamente a situação, é possível perceber que as mudanças no setor aéreo não beneficiarão apenas o meio ambiente. À medida que novas ideias surgirem, haverá o surgimento de novas tecnologias que também poderão proporcionar voos mais rápidos, confortáveis e seguros. A abordagem inovadora de considerar as mudanças na aviação em prol do respeito ao meio ambiente pode estar se tornando uma verdadeira revolução no setor.

A busca pela sustentabilidade na aviação civil é um desafio crucial diante das crescentes preocupações ambientais e da necessidade de reduzir as emissões de gases de

efeito estufa (GEE), especialmente o dióxido de carbono (CO₂). Conforme descrito na Política Nacional do Meio Ambiente, a poluição do ar pode ser definida como a deterioração da qualidade ambiental da atmosfera, resultante de atividades que lançam, de forma direta ou indireta, substâncias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. Esse processo pode tornar o ar inadequado, nocivo ou prejudicial à saúde humana.

As atividades relacionadas aos motores das aeronaves, o uso de equipamentos de suporte em solo, os sistemas de manipulação e armazenamento de combustível, os procedimentos de teste de motores e o tráfego de veículos automotores são as principais fontes de poluição do ar nos aeroportos. A magnitude dessas fontes de poluição está diretamente relacionada à demanda de passageiros, carga e à tecnologia utilizada na aviação, e contribui para a deterioração da qualidade do ar local, resultando em impactos na saúde humana e no bem-estar das pessoas que trabalham no aeroporto ou vivem nas proximidades.

Diferentemente de outras fontes de poluição, a maioria dos componentes químicos resultantes de processos industriais e lançados na atmosfera não é perceptível aos sentidos humanos. Um exemplo é o dióxido de nitrogênio (NO₂), que é amplamente discutido em relação às emissões das aeronaves e não possui odor, dificultando a percepção do nível real de poluição do ar pela população local (NITSCHKE, 1997).

O querosene é o combustível principal utilizado globalmente pelas aeronaves, e os gases emitidos pelos seus escapamentos são semelhantes aos emitidos pelos veículos. Essencialmente, a combustão de hidrocarbonetos nos motores a jato gera dióxido de carbono, vapor de água, hidrocarbonetos, monóxido de carbono, carbono, partículas conhecidas como fuligem ou fumaça, óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre e outras partículas (ICAO, Manual de Qualidade do Ar em Aeroportos, 2011).

De acordo com a ICAO (2016), embora as aeronaves em geral não sejam grandes poluidoras, elas podem ter um "impacto potencialmente significativo" no aquecimento global, especialmente devido à emissão de dióxido de carbono. Atualmente, aproximadamente 604 milhões de toneladas de dióxido de carbono são emitidas por aeronaves em todo o mundo, o que representa 2% do total de emissões. Todos os cenários futuros consideram que melhorias tecnológicas e otimização do espaço aéreo levarão a reduções progressivas das emissões por passageiro/quilômetro no futuro. No entanto, ainda existem incertezas científicas consideráveis em áreas-chave que limitam a capacidade de prever os impactos da aviação no clima (ANAC, 2016).

A aviação é responsável pelo consumo de aproximadamente 3% dos combustíveis fósseis do planeta e por cerca de 12% das emissões de dióxido de carbono relacionadas ao transporte, de

acordo com dados compilados em um estudo do Laboratório para Aviação e Meio Ambiente do Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos (RETEC, 2014). Além do dióxido de carbono, as operações aéreas também resultam na emissão de outros poluentes, afetando a qualidade do ar e contribuindo para alterações climáticas.

Considerando a variedade de fontes de poluentes atmosféricos, é fundamental realizar a quantificação e qualificação das emissões nos aeroportos. Nesse sentido, a administração aeroportuária deve utilizar inventários de emissões atmosféricas como uma ferramenta para identificar as contribuições relativas das diferentes fontes para as concentrações de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa em um aeroporto. Isso se torna essencial para avaliar e monitorar o impacto ambiental das atividades aeroportuárias.

A preocupação com a preservação do meio ambiente tem se intensificado e, nesse sentido, a Associação Internacional do Transporte Aéreo (IATA) lançou o programa Fly Net Zero, com o objetivo principal de eliminar as emissões de carbono na atmosfera até 2050. A IATA afirma que o programa, aprovado durante o 77º encontro anual geral, está alinhado com a meta estabelecida no Acordo de Paris, que busca limitar o aquecimento global a 1,5º C. Para alcançar essa meta, a associação está adotando uma série de medidas, como o uso de combustível sustentável para aviação, o desenvolvimento de novas tecnologias, melhorias nas operações e infraestrutura, além de ações de compensação e captura de carbono.

Para abordar esses desafios ambientais, diversas iniciativas e regulamentos foram estabelecidos por órgãos internacionais, como a Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), que tem estimulado essas atitudes por meio de seu Esquema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional (CORSIA). O programa CORSIA¹⁰ (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation), lançado pela ICAO em 2016, é um dos marcos mais relevantes nesse sentido. O objetivo do CORSIA é limitar e reduzir as emissões de CO₂ da aviação internacional, buscando a neutralidade de carbono a partir de 2020. O programa implementa um sistema de compensação baseado no mercado, no qual as companhias aéreas devem adquirir créditos de carbono para compensar suas emissões excedentes:

“CORSIA é um esquema global que resultará em níveis mais elevados de mitigação de CO₂ na aviação internacional do que poderiam ser alcançados por meio de medidas de políticas domésticas. Estima-se que o CORSIA estabilizará as emissões líquidas de CO₂ da aviação internacional em cerca de 600 milhões de toneladas de CO₂.

A IATA estima que, sem o CORSIA, a pegada de CO₂ da aviação internacional

¹⁰ <https://www.iata.org/en/programs/environment/corsia/>

aumentaria de um pouco mais de 600 milhões de toneladas de CO₂ em 2019 para quase 900 milhões de toneladas de CO₂ até 2035”. (IATA, site eletrônico).

A Agência Nacional de Aviação Civil considera o programa de extrema importância para o setor aéreo, afirmando que seu objetivo é garantir que a aviação, assim como outras indústrias, desempenhe seu papel no esforço global de combate às mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que reduz os custos associados à aquisição de créditos de carbono. Segundo a ANAC¹¹, o Brasil está incluído no escopo dos países participantes do CORSIA e iniciou o processo de monitoramento das emissões de CO₂ nos voos internacionais de suas companhias aéreas em janeiro de 2019:

“O CORSIA procura garantir que aviação cumpra seu papel no esforço global no combate à mudança climática, ao mesmo tempo em que reduz os custos incorridos pelo transporte aéreo com a aquisição de créditos de carbono; via de regra, os créditos são emitidos por outros setores da economia que possuem alternativas mais eficientes e baratas de reduzir suas emissões de CO₂ do que o próprio setor aéreo.

O Brasil está incluído no escopo dos países do CORSIA e iniciou o processo de monitoramento das emissões internacionais de CO₂ dos seus operadores aéreos em janeiro de 2019. A ANAC é o órgão responsável no Brasil pela implementação do CORSIA e pela fiscalização dos operadores aéreos.” (ANAC, site eletrônico)

Discutir políticas voltadas para a sustentabilidade no setor da aviação significa abordar as iniciativas provenientes de órgãos relacionados à aviação civil, que visam a busca de um equilíbrio mais harmonioso entre as atividades humanas e o meio ambiente. No cenário global da aviação civil, a Organização Internacional de Aviação Civil (OACI) desempenha um papel fundamental desde sua fundação em 1944, por meio da Convenção de Chicago. A OACI é responsável por promover o desenvolvimento adequado da aviação e regulamentar as práticas de seus 193 Estados-Membros por meio de suas Normas e Práticas Recomendadas (SARPs - Standard and Recommended Practices). Como um órgão de destaque, a OACI adota uma série de medidas e as transmite para outras organizações, com o objetivo de promover o controle e o estímulo de práticas ecologicamente sustentáveis no contexto da atividade aérea.

A Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) incorporou em seu conjunto de normas o Anexo 16, que abrange práticas recomendadas para a proteção ambiental. Além disso, em 1983, foi criado o Comitê de Proteção Ambiental da Aviação (CAEP - Committee on Aviation Environment Protection) . A criação desse comitê tem como objetivo auxiliar o conselho da OACI na formulação de novas políticas e na adoção de novas Normas e Práticas Recomendadas (SARPs) relacionadas ao ruído das aeronaves, emissões e, de maneira mais

¹¹ <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/corsia>

ampla, ao impacto da aviação civil no meio ambiente (ICAO). Uma das medidas adotadas pelo CAEP foi a proposta de um padrão de certificação de aeronaves para a redução das emissões de CO₂.

O Brasil, como um dos membros-fundadores da OACI, é parte integrante do Grupo I do conselho, que é composto por países com um alto status no setor da aviação civil. Além disso, o Brasil tem participação direta no Secretariado da Organização e ocupa uma posição de destaque. Por exemplo, o diretor do escritório regional da OACI na América do Sul é brasileiro, demonstrando a relevância e a influência do país nesse contexto.

Considerando a grande importância do Brasil no cenário da aviação civil global, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), responsável pela regulamentação e supervisão das atividades aéreas no país, desempenhou um papel ativo no processo de desenvolvimento do projeto CAEP e de seus subgrupos técnicos. Esses grupos foram responsáveis pela definição de especificações e análises dos impactos ambientais, seguindo as diretrizes aprovadas pela Diretoria da ANAC. O objetivo desse novo padrão global é promover a redução das emissões de CO₂ de aeronaves como um todo, considerando uma combinação de fatores estruturais, aerodinâmicos e de propulsão. Esse padrão será aplicável a novos modelos de aeronaves, enquanto as aeronaves que não atenderem aos requisitos técnicos do novo padrão terão sua produção interrompida a partir de 2028.

A adoção de uma política ambiental visa incentivar ou forçar os agentes econômicos a adotarem atitudes, processos e posturas menos agressivas ao meio ambiente e que minimizem o impacto ambiental de sua atividade. As políticas somente têm validade na medida que se materializam em ações pontuais e atitudes assertivas, advindas de um planejamento prévio e consistente para realização dos investimentos necessários à prevenção e ações mitigadoras de danos ambientais. (GALESKI, 2019, p. 34).

Ao analisar o contexto nacional, encontramos a Resolução nº 496, de 28 de novembro de 2018, que tem como objetivo regulamentar o monitoramento, a comunicação e a verificação dos dados de emissão de CO₂ no transporte aéreo internacional, conforme estabelecido pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). De acordo com o artigo 4º dessa resolução:

Os operadores aéreos nacionais que tenham emissões de CO₂ acima de 10.000 (dez mil) toneladas anuais pelo uso de aeronaves com peso de decolagem em certificado acima de 5.700 kg (cinco mil e setecentos quilogramas) deverão monitorar suas emissões de CO₂ provenientes de voos internacionais a partir de 1º de janeiro de 2019, com a exceção de voos internacionais humanitários, médicos e de combate a incêndio, conforme instruções a serem expedidas em portaria específicas (BRASIL, 2018, online).

De acordo com esse dispositivo normativo, os operadores aéreos que não realizarem o monitoramento estão sujeitos a receber multas. Isso ressalta o fato de que autoridades em

todo o mundo têm implementado políticas públicas com o objetivo de controlar as emissões de poluentes provenientes da aviação. Esse controle proporciona uma melhor compreensão do impacto da atividade aérea globalmente, sendo fundamental que esse monitoramento seja contínuo e que sejam aplicadas penalidades aos infratores que não cumpram as recomendações e regulamentações estabelecidas por lei.

A combinação desses regulamentos e metas ambientais representa um esforço significativo para mitigar o impacto ambiental da aviação civil. No entanto, desafios permanecem, especialmente em relação à implementação em larga escala de biocombustíveis sustentáveis, adoção de tecnologias de baixo carbono e desenvolvimento de infraestrutura necessária para suportar a transição para uma aviação mais sustentável.

Nessa perspectiva, é fundamental que as empresas aéreas adotem estratégias e medidas voltadas para a redução das emissões de CO₂ e busquem soluções inovadoras que possam minimizar o impacto ambiental. A busca pela sustentabilidade na aviação civil não é apenas uma necessidade para mitigar os desafios ambientais, mas também uma oportunidade para promover a eficiência operacional, reduzir custos a longo prazo e fortalecer a reputação corporativa. Ao considerar os desafios e as regulamentações ambientais pertinentes, as empresas aéreas podem desempenhar um papel fundamental na transição para uma aviação mais sustentável, contribuindo para a redução das emissões de CO₂ e promovendo a responsabilidade socioambiental no setor.

3. ABORDAGEM ESG NAS OPERAÇÕES AÉREAS

As empresas aéreas têm desempenhado um papel crucial na busca pela sustentabilidade nas operações aéreas, adotando uma abordagem ESG (Environmental, Social, and Governance) que envolve a consideração dos aspectos ambientais, sociais e de governança corporativa em suas práticas e estratégias operacionais. Essa abordagem tem sido cada vez mais adotada como uma resposta às crescentes preocupações ambientais, demandas dos stakeholders e regulamentações governamentais.

Para reduzir o impacto ambiental, especialmente as emissões de carbono, as empresas aéreas têm implementado diversas iniciativas inovadoras. Uma delas é a utilização de biocombustíveis de aviação, que são produzidos a partir de matérias-primas renováveis, como óleos vegetais, resíduos agrícolas e algas. Os biocombustíveis de aviação oferecem a possibilidade de reduzir significativamente as emissões de carbono, pois possuem uma pegada de carbono mais baixa em comparação aos combustíveis fósseis. Além disso, sua utilização não requer grandes modificações nas aeronaves ou infraestrutura existente,

tornando-os uma opção viável para reduzir o impacto ambiental das operações aéreas.

Fundada em 1969, a Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A (EMBRAER) implementou uma série de políticas internas voltadas para o desenvolvimento sustentável na aviação. Em 2021, a empresa anunciou um projeto com o objetivo de alcançar operações neutras em carbono até 2040. Esse plano faz parte de uma iniciativa mais ampla da EMBRAER, conhecida como ESG (Environmental, Social, and Governance). Além do objetivo mencionado anteriormente, a empresa tem outras ambições significativas, conforme mencionado pela própria EMBRAER em sua publicação online de 2021 (EMBRAER, 2021, online):

Neutralidade em carbono nas operações até 2040:

- Redução de 50% das emissões líquidas de carbono até 2040, considerando o ano base de 2018;
- 100% de energia de fontes renováveis até 2030;
- Começar a usar combustível de aviação sustentável (SAF) a partir de 2021;
- Crescimento neutro em carbono a partir de 2022, tendo como base 2021.

e

Aviação zero carbono até 2050 a ser alcançada por meio de:

- Desenvolvimento de produtos, serviços e tecnologias sustentáveis disruptivas como eletrificação, híbrida, SAF e outras energias alternativas inovadoras;
- Trabalho em conjunto com fornecedores para tornar nossas aeronaves atuais compatíveis com o uso de 100% de SAF;
- Trabalhar ativamente junto à cadeia de suprimentos para expandir a escala global de produção de SAF;
- Melhoria contínua na eficiência do nosso atual portfólio de produtos;
- Lançamento de aeronaves eVTOL (eletric vertical take off and landings – elétricas com decolagens e pousos verticais) com emissão zero até 2026.

Ao examinar as metas da Embraer em relação à sua sólida responsabilidade ambiental, é possível identificar os meios pelos quais a empresa pretende alcançar seus objetivos. Isso inclui a adoção de tecnologias sustentáveis, como o desenvolvimento de aeronaves híbridas e eletrificadas, além da promoção de outras formas inovadoras de energia.

Na Embraer, reconhecemos a urgência da crise climática e estamos totalmente comprometidos com um futuro mais sustentável. Estamos intensificando nossos esforços para minimizar nossa pegada de carbono ao permanecermos dedicados a soluções inovadoras que tenham um impacto mais amplo para nossos clientes, comunidades locais e nossas aeronaves. (NETO, 2021, online).

Ao analisar as declarações do CEO e Presidente da Embraer, Francisco Gomes Neto, pode-se perceber um forte senso de urgência em relação à necessidade de mudanças no setor da aviação para garantir a proteção ambiental. Como um ícone brasileiro no campo da aviação, a Embraer está comprometida em promover mudanças significativas e bastante ambiciosas para mitigar os impactos ambientais causados pela atividade aérea.

3.1 Biocombustíveis e combustíveis alternativos para o setor aéreo

Uma forma de promover uma aviação mais sustentável é através do uso de biocombustíveis ou outros tipos de combustíveis alternativos que causem impactos ambientais mínimos. Os biocombustíveis são combustíveis produzidos a partir de fontes vegetais e, quando queimados, apresentam baixas emissões de CO₂ ou até mesmo emissões neutras. Essa abordagem permite reduzir o impacto ambiental da aviação e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

Segundo Zampar (2019, p.10) “[...] o investimento em pesquisa, desenvolvimento e regulamentação do uso de biocombustíveis – oriundos de fontes renováveis e cuja utilização reduz o percentual de emissões nocivas – têm papel fundamental do ponto de vista ambiental”.

O uso de biocombustíveis na aviação ainda é limitado devido à sua produção experimental e aos altos custos envolvidos. No entanto, é evidente que várias empresas estão interessadas em adotar essa solução em suas operações diárias. Uma das vantagens é que a utilização de biocombustíveis não exigirá alterações significativas nos motores das aeronaves nem nos sistemas de armazenamento, uma vez que as características dos biocombustíveis são semelhantes às dos combustíveis fósseis. Embora existam desafios a serem superados, o interesse crescente nessa alternativa promissora indica o potencial de um futuro mais sustentável para a aviação.

A indústria de aviação pode desempenhar um papel de liderança no combate à ameaça das mudanças climáticas. Os Combustíveis Sustentáveis de Aviação (SAFs, na sigla em inglês) podem estimular o crescimento econômico, desenvolver meios de subsistência rurais e proteger e melhorar os ecossistemas. No entanto, a disponibilidade e localização das matérias primas necessárias para a produção de SAF no Brasil ainda não são bem compreendidas. (RSB e Agroicone, 2021, p.1).

O Brasil tem se destacado como um país pioneiro na produção de combustíveis alternativos, começando com o uso do álcool extraído da cana de açúcar para abastecer veículos automotores. Essa experiência brasileira também está sendo aplicada no setor da aviação, com iniciativas para viabilizar o uso de biocombustíveis nas operações aéreas. Segundo a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) do Brasil, o bioquerosene (BioQAV) é uma das principais alternativas para reduzir as emissões decorrentes do transporte aéreo e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas. Em 2021, a Agência realizou uma visita técnica à usina de biodiesel em Anápolis (GO), demonstrando interesse e confiança no potencial do país para a produção em larga escala desse combustível alternativo e seu posterior uso em grande escala na aviação. Esses esforços indicam a busca do Brasil por soluções sustentáveis no setor da aviação, alinhando-se aos esforços internacionais para reduzir o impacto ambiental dessa indústria crucial.

Ao expandir a aplicação do biocombustível para além das fronteiras nacionais, é possível observar uma iniciativa interessante da Boeing em parceria com a companhia aérea norte-americana Alaska Airlines. Em 2021, ambas as entidades lançaram o programa Boeing ecoDemonstrator, que teve como destaque a aeronave Boeing 737-9. Essa aeronave realizou uma série de voos de teste utilizando uma mistura de combustível fóssil com biocombustível. O objetivo da Boeing com esse programa é se comprometer em garantir que suas aeronaves sejam capazes de operar com 100% de biocombustível até 2050. Vale ressaltar que a fabricante norte-americana foi pioneira na utilização de combustíveis sustentáveis em aeronaves comerciais, com o voo do cargueiro ecoDemonstrator 777 em 2018, que utilizou 100% de combustível sustentável. Essas ações da Boeing demonstram seu empenho em impulsionar a adoção de biocombustíveis na aviação e contribuir para a redução das emissões de carbono no setor.

No Brasil, podemos destacar a conquista de um marco significativo na aviação comercial, com a realização de um voo comercial utilizando biocombustíveis. Esse marco ocorreu em 2013, com um Boeing 737-800 operado pela Gol Linhas Aéreas. No mesmo ano, a companhia brasileira anunciou uma parceria estratégica com a Amyris, uma empresa especializada em combustíveis e produtos químicos renováveis. O objetivo dessa parceria era promover o uso de bioquerosene nos voos operados pela Gol Linhas Aéreas a partir de 2014. Essa iniciativa demonstra o compromisso da empresa brasileira em buscar soluções mais sustentáveis para a aviação, buscando reduzir as emissões de carbono e promover o desenvolvimento de alternativas de combustíveis renováveis.

A utilização de biocombustíveis na aviação tem o potencial de trazer benefícios adicionais, além de sua contribuição para a redução das emissões de carbono. Um desses benefícios é o impacto positivo na economia, uma vez que a produção em larga escala de biocombustíveis exigirá a construção de novos terminais de distribuição e a contratação de mão de obra no setor agrícola. Isso resultará na geração de empregos para milhares de pessoas, impulsionando o desenvolvimento regional. À medida que a produção de biocombustíveis atingir um nível de maturidade adequado, é possível esperar uma redução nos custos de produção. Isso tornará o biocombustível uma opção mais acessível e economicamente viável, ao mesmo tempo em que mantém seu caráter sustentável e amigável ao meio ambiente. Essa combinação de benefícios torna a adoção de biocombustíveis uma perspectiva promissora para a aviação no futuro.

O Brasil, conhecido como "Celeiro do mundo", possui uma extensa capacidade agrícola

e detém a maior bacia hidrográfica do planeta. Essas características são fundamentais para que o país seja reconhecido como um dos principais produtores de alimentos a nível global. Além disso, a vasta extensão territorial de aproximadamente 8,5 milhões de km² coloca o Brasil em uma posição privilegiada para se tornar também uma das maiores produtoras de biocombustíveis do mundo. A combinação da capacidade agrícola e da extensão territorial oferece um potencial significativo para o cultivo de matérias-primas utilizadas na produção de biocombustíveis, como cana-de-açúcar e óleos vegetais. Dessa forma, o Brasil está bem-posicionado para aproveitar esses recursos naturais e desempenhar um papel importante na transição para uma matriz energética mais sustentável e de baixo carbono.

De acordo com estudos conduzidos pela RSB – Roundtable on Sustainable Biomaterials (Mesa Redonda sobre Biomateriais Sustentáveis) o Brasil possui um potencial significativo para a produção de biocombustível de aviação sustentável. Estima-se que o país seja capaz de produzir 9 bilhões de litros desse combustível, o que representa 125% do consumo atual de combustível fóssil para aviação. Essa produção será viabilizada através do aproveitamento de recursos provenientes da agricultura e pecuária, como o bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de madeira, gases de combustão, sebo bovino e óleo residual proveniente de frituras domésticas e estabelecimentos alimentícios. Os estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais se destacam como importantes fornecedores de matérias-primas para a produção desse biocombustível. Essa oportunidade de produção em grande escala não apenas impulsionará a indústria de biocombustíveis, mas também contribuirá para a redução das emissões de gases de efeito estufa no setor da aviação e promoverá a sustentabilidade ambiental no país.

A pesquisa e desenvolvimento da produção em larga escala de combustíveis sustentáveis para aviação (SAF, na sigla em inglês) ocorre em um momento oportuno, considerando a crescente demanda por alternativas de combustível mais limpas e sustentáveis. As fabricantes de aeronaves têm demonstrado um compromisso significativo na busca por combustíveis alternativos que possam ser utilizados em seus motores. Essa busca reflete uma mudança positiva na forma como as companhias aéreas ao redor do mundo abastecem suas aeronaves, e contribui para a preservação do meio ambiente. Com o avanço das pesquisas e investimentos nessa área, é possível esperar uma transição gradual e saudável para o uso de combustíveis mais sustentáveis na aviação, reduzindo assim o impacto ambiental das operações aéreas. Essa mudança beneficiará tanto a indústria da aviação quanto o meio ambiente, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e promovendo práticas mais

sustentáveis na aviação global.

3.2 Eletricidade

A eletrificação da aviação civil envolve o uso de motores elétricos ou híbridos em aeronaves, alimentados por baterias ou sistemas de células de combustível. Essa abordagem substitui, em parte ou completamente, os motores a jato convencionais movidos a combustíveis fósseis. Existem várias maneiras pelas quais a eletricidade pode ser implementada na aviação, cada uma com suas vantagens e desafios específicos.

3.2.1 Motores elétricos e Baterias

Os motores elétricos têm o potencial de serem mais eficientes e produzirem menos emissões do que os motores a jato convencionais. As baterias são a fonte de energia mais comum para alimentar esses motores elétricos em aeronaves. No entanto, as baterias atuais ainda têm limitações em termos de densidade de energia, peso e autonomia. O desenvolvimento de baterias de alta capacidade é um dos principais desafios a serem superados para tornar a eletrificação viável em aeronaves de maior porte e maior alcance.

A ideia de aviões elétricos também já é objeto de pesquisa da fabricante norte-americana Boeing, que está desenvolvendo o projeto da aeronave chamada Sugar Volt. Esse projeto tem como propósito a construção de aeronaves híbridas, que combinam motores convencionais com motores elétricos. Com o Sugar Volt, a Boeing busca uma redução significativa de 70% no consumo de combustível em comparação aos modelos atuais, e pretende incorporar essa tecnologia nas aeronaves entre 2030 e 2050 (BOEING [s.d]). Segundo Marty Bradley [s.d], engenheiro do Centro de Pesquisa e Tecnologia da Boeing (BR&T), a redução do impacto ambiental causado pelo transporte aéreo é um dos principais objetivos almejados pelo projeto em desenvolvimento.

No Brasil, a ideia de aeronaves equipadas com motores elétricos também está ganhando força, e a EMBRAER, em parceria com outras duas empresas especializadas em mobilidade elétrica, a WEG e a EDP, deu início aos ensaios em 2021 no EMB-203 Ipanema com propulsão 100% elétrica. Essa aeronave, denominada Demonstrador Elétrico, marcou o início do processo de eletrificação de aeronaves no país. Esse avanço representa um importante passo rumo à sustentabilidade na aviação e evidencia o compromisso da indústria aeronáutica brasileira com a busca por soluções mais ecologicamente responsáveis.

A eletrificação da aviação civil, com o uso de motores elétricos em aeronaves, representa uma abordagem promissora para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e

melhorar a sustentabilidade do setor. No entanto, essa transição enfrenta vários desafios e limitações que precisam ser superados para tornar a tecnologia uma realidade viável em larga escala. A seguir, discutiremos os principais obstáculos e considerações associados ao uso de motores elétricos em aeronaves para a busca da sustentabilidade na aviação civil.

Um dos desafios mais significativos dos motores elétricos em aeronaves é a densidade de energia das baterias. As baterias atuais ainda têm uma capacidade energética menor em relação aos combustíveis fósseis utilizados em motores a jato convencionais. Essa baixa densidade de energia limita a quantidade de energia que as baterias podem armazenar, resultando em uma menor autonomia para as aeronaves elétricas.

A limitação de autonomia é particularmente problemática para voos de longa distância, nos quais a eficiência de combustível e a capacidade de armazenamento de energia são fatores críticos. Para que os motores elétricos em aeronaves se tornem uma opção viável em termos de sustentabilidade, a densidade de energia das baterias precisa melhorar substancialmente, permitindo voos mais longos e abrangentes.

As baterias utilizadas para alimentar os motores elétricos tendem a ser mais pesadas em comparação com os sistemas de combustão interna. O aumento do peso das baterias pode resultar em uma redução da capacidade de carga útil das aeronaves e, em alguns casos, em um desempenho operacional inferior. Aumentar a eficiência das baterias e reduzir seu peso são considerações cruciais para tornar os motores elétricos mais atraentes para a aviação comercial, especialmente para rotas de longa distância e transporte de cargas pesadas.

Além disso, a eficiência geral do sistema de propulsão também é uma preocupação importante. Embora os motores elétricos sejam conhecidos por sua alta eficiência em comparação com os motores a jato convencionais, a eficiência global do sistema, incluindo a geração e armazenamento de energia, ainda precisa ser otimizada para garantir a máxima economia de energia durante o voo.

A adoção generalizada de aeronaves com motores elétricos também requer o desenvolvimento de infraestrutura adequada para suportar a eletrificação. Isso inclui estações de recarga em aeroportos e em locais remotos, onde aeronaves regionais possam operar. O tempo de recarga das baterias é outro fator a ser considerado, já que o processo de recarregamento pode levar consideravelmente mais tempo do que o reabastecimento tradicional de combustível, impactando a operação e disponibilidade das aeronaves.

É importante desenvolver uma infraestrutura de recarga rápida e eficiente, bem como

sistemas de gestão de carga inteligentes para otimizar o tempo de recarga e minimizar o tempo de inatividade das aeronaves.

Por fim, a viabilidade econômica é uma das principais considerações para a adoção em larga escala de motores elétricos em aeronaves. As tecnologias emergentes geralmente enfrentam custos mais altos em comparação com as soluções estabelecidas, e isso também se aplica à eletrificação da aviação. A pesquisa, desenvolvimento e fabricação de aeronaves elétricas podem ser mais dispendiosos inicialmente, tornando-as menos competitivas no mercado.

Para superar esse desafio, é necessário um investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento para reduzir os custos de produção e melhorar a eficiência dos sistemas de propulsão elétrica. Incentivos governamentais e parcerias público-privadas também podem desempenhar um papel fundamental na aceleração da adoção de tecnologias mais sustentáveis na aviação civil.

Embora os motores elétricos representem uma opção promissora para tornar a aviação civil mais sustentável, eles enfrentam desafios significativos em relação à densidade de energia das baterias, peso, infraestrutura, regulamentações e viabilidade econômica. A superação desses obstáculos exigirá um esforço conjunto da indústria, governos e instituições de pesquisa para impulsionar a inovação e a adoção das tecnologias elétricas. Com o compromisso contínuo e o investimento adequado, os motores elétricos têm o potencial de revolucionar a aviação civil, oferecendo um futuro mais sustentável e ambientalmente amigável para o setor.

3.2.2 Sistemas de Células de Combustível

Os sistemas de células de combustível são uma abordagem promissora para a eletrificação da aviação civil. Essa tecnologia converte hidrogênio ou outros combustíveis, como metanol, em eletricidade por meio de reações químicas que ocorrem nas células de combustível. Ao contrário dos motores a jato convencionais, que queimam combustíveis fósseis e emitem dióxido de carbono e outros poluentes atmosféricos, as células de combustível produzem eletricidade de forma silenciosa e sem emissões de carbono durante a operação. A combinação de células de combustível com motores elétricos pode fornecer energia de propulsão às aeronaves, permitindo voos mais limpos e sustentáveis.

Uma das principais vantagens dos sistemas de células de combustível é sua eficiência energética em comparação com os motores a combustão interna. Enquanto os motores tradicionais desperdiçam uma quantidade significativa de energia térmica, os sistemas de

células de combustível têm uma eficiência mais elevada na conversão de combustível em eletricidade. Isso resulta em uma maior autonomia para aeronaves elétricas movidas por células de combustível, uma vez que podem aproveitar melhor a energia disponível.

Os sistemas de células de combustível não emitem carbono durante a operação, tornando-os uma opção extremamente atraente para mitigar as emissões de gases de efeito estufa na aviação civil. As aeronaves equipadas com células de combustível têm o potencial de reduzir drasticamente as emissões de carbono e melhorar a qualidade do ar nas proximidades dos aeroportos e ao longo das rotas de voo.

Apesar das vantagens, os sistemas de células de combustível enfrentam desafios significativos, especialmente no que diz respeito à logística e à infraestrutura. Um dos principais obstáculos é o fornecimento de hidrogênio. Embora o hidrogênio seja abundante na natureza, sua forma mais pura é difícil de ser obtida e requer processos complexos de produção, armazenamento e distribuição. A criação de uma rede confiável de abastecimento de hidrogênio para aeronaves é um desafio logístico que requer investimentos consideráveis.

Outra consideração importante é o peso e o volume dos sistemas de células de combustível. Atualmente, esses sistemas podem ser mais pesados e ocupar mais espaço do que os motores a jato tradicionais ou mesmo as baterias. Isso pode limitar sua aplicação em aeronaves menores e de curto alcance, tornando-os mais adequados para aeronaves de maior porte e alcance, onde a eficiência e a autonomia compensam o aumento de peso.

Apesar dos desafios, a tecnologia de células de combustível continua a ser uma área de intensa pesquisa e desenvolvimento na indústria da aviação. Avanços na produção de hidrogênio, armazenamento de energia e eficiência dos sistemas de células de combustível podem superar as limitações atuais e tornar a eletrificação da aviação civil com células de combustível uma realidade viável e mais sustentável no futuro. Esses esforços podem levar a uma aviação mais limpa, com menor impacto ambiental e contribuir para um setor aéreo mais sustentável globalmente.

3.3 Gerenciamento do Tráfego Aéreo

Outra iniciativa importante é a melhoria no gerenciamento de tráfego aéreo. Por meio da implementação de sistemas avançados de gestão do espaço aéreo e de rotas mais diretas, as empresas aéreas podem reduzir o consumo de combustível e as emissões de carbono associadas. Ao adotar técnicas de navegação baseadas em performance e aprimorar os sistemas de controle de tráfego aéreo, é possível otimizar a eficiência das operações aéreas, minimizando o tempo

de voo, reduzindo atrasos e congestionamentos, e, conseqüentemente, economizando combustível.

O gerenciamento eficiente do tráfego aéreo tem um impacto direto na redução das emissões de gases poluentes e no consumo de combustível. Ao otimizar as rotas de voo, a altitudes de cruzeiro e a sequência de pousos e decolagens, é possível minimizar o tempo de voo, reduzir as distâncias percorridas e, conseqüentemente, economizar combustível. Além disso, um gerenciamento mais eficiente também pode reduzir o congestionamento nos aeroportos, o que resulta em menor consumo de combustível nas fases de taxiamento e espera.

O gerenciamento do tráfego aéreo desempenha um papel fundamental na aviação civil e está intrinsecamente ligado ao direito aeronáutico. O direito aeronáutico é uma área especializada do direito que abrange todas as questões legais relacionadas à aviação, incluindo regulamentações, responsabilidades, segurança e aspectos comerciais. Quando se trata do gerenciamento do tráfego aéreo, várias interseções com o direito aeronáutico podem ser destacadas, como regulamentação e normas, responsabilidades legais, propriedade e uso do espaço aéreo, acordos internacionais, litígios e arbitragem e as responsabilidades dos controladores de tráfegos aéreos.

3.3.1 Estratégias para o Gerenciamento Sustentável do Tráfego Aéreo

- **Navegação Baseada em Performance (PBN)**

A Navegação Baseada em Performance (PBN) é um conceito diretamente associado à utilização do GNSS - Sistema Global de Navegação por Satélite e que permitirá o atendimento dos requisitos de performance associados a todas as fases de voo (rota, área de controle terminal e aproximação para pouso), por meio da combinação de sistemas de navegação satelitais, sistemas situados no solo e instalados a bordo das aeronaves. Isso resulta em uma navegação mais precisa e linear para a aeronave.

Essa abordagem de navegação mais precisa e a utilização de rotas otimizadas proporcionadas pelo PBN geram benefícios significativos. Por meio de trajetórias mais diretas e distâncias encurtadas, há uma notável redução nos gastos de combustível, nas emissões de poluentes atmosféricos e até nos níveis de ruído produzidos pelas aeronaves durante o pouso, uma vez que a descida pode ser realizada de maneira mais contínua e com velocidades mais uniformes.

É importante ressaltar que o PBN já está em uso no país e tem contribuído consideravelmente para a eficiência na administração do tráfego aéreo. De acordo com

informações fornecidas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), os principais benefícios incluem: A redução das distâncias percorridas pelas aeronaves e diminuição do tempo de voo; Redução do nível de ruído durante os pousos, devido à abordagem de descida contínua; Diminuição dos custos operacionais devido à economia de combustível e a contribuição para a redução da poluição ambiental.

- **Gerenciamento Colaborativo do Espaço Aéreo (C-ATM)**

O Gerenciamento Colaborativo do Espaço Aéreo é uma abordagem que envolve a colaboração entre as partes interessadas do setor de aviação, incluindo companhias aéreas, aeroportos e controladores de tráfego aéreo. Essa colaboração visa otimizar o uso do espaço aéreo e melhorar a eficiência das operações. Ao compartilhar informações e coordenar as atividades, é possível reduzir os tempos de espera, evitar congestionamentos e minimizar o consumo de combustível.

- **Gestão da Demanda de Tráfego Aéreo (TDM)**

A Gestão da Demanda de Tráfego Aéreo é uma estratégia que busca equilibrar a oferta e a demanda de voos nos aeroportos e no espaço aéreo. Isso envolve a implementação de medidas para evitar picos de tráfego, melhorar a programação de voos e incentivar a utilização de horários menos concorridos. Com uma melhor gestão da demanda, é possível reduzir o congestionamento e atrasos nos aeroportos, resultando em uma operação mais eficiente e sustentável.

Mediante o fornecimento de instalações, sistemas e serviços contínuos, seu principal objetivo é garantir voos seguros, eficazes, pontuais e regulares, respeitando as condições meteorológicas e de infraestrutura operacional aeronáutica existente, bem como assegurar o balanceamento entre a capacidade de atendimento do SISCEAB e a demanda de voos no Brasil.

O Gerenciamento de Tráfego Aéreo compreende três esferas de atuação: Gerenciamento do Espaço Aéreo, Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo e Serviço de Tráfego Aéreo.

- **Aprimoramento dos Sistemas de Gerenciamento do Tráfego Aéreo**

O aprimoramento dos sistemas de gerenciamento do tráfego aéreo é essencial para garantir uma coordenação eficiente e segura das operações aéreas. Isso inclui a atualização de sistemas de comunicação e navegação, o desenvolvimento de algoritmos avançados de planejamento de rotas, a integração de dados de diferentes fontes e a implementação de ferramentas de análise de dados para melhorar a tomada de decisões. A adoção de tecnologias mais avançadas pode reduzir a complexidade das operações aéreas, melhorar a previsibilidade e a segurança, além de reduzir o consumo de combustível.

Apesar das vantagens do gerenciamento do tráfego aéreo na busca pela sustentabilidade, existem desafios significativos que precisam ser enfrentados.

Cooperação Internacional e Regulação: O gerenciamento do tráfego aéreo requer uma cooperação efetiva entre países e regiões para garantir a coordenação das operações em espaço aéreo compartilhado. A harmonização de normas e procedimentos, bem como a resolução de questões relacionadas à soberania do espaço aéreo, podem ser desafios complexos que requerem um esforço conjunto e coordenação internacional.

Investimento em Tecnologia e Infraestrutura: A adoção de tecnologias mais avançadas para o gerenciamento do tráfego aéreo requer investimentos substanciais em pesquisa, desenvolvimento e infraestrutura. A atualização de sistemas e equipamentos pode ser um desafio logístico e financeiro, especialmente em países ou regiões com recursos limitados.

Resistência à Mudança e Cultura Organizacional: A implementação de novas estratégias de gerenciamento do tráfego aéreo pode encontrar resistência por parte dos atores envolvidos no setor, incluindo companhias aéreas, aeroportos e controladores de tráfego aéreo. A mudança cultural e a adaptação a novos procedimentos podem ser desafios significativos para garantir a efetividade das medidas sustentáveis.

O gerenciamento eficiente do tráfego aéreo é um componente essencial na busca pela sustentabilidade na aviação civil. Através de estratégias como a navegação baseada em performance, o gerenciamento colaborativo do espaço aéreo, a gestão da demanda de tráfego aéreo e o aprimoramento dos sistemas de gerenciamento, é possível otimizar as operações aéreas, reduzir o consumo de combustível e minimizar as emissões de gases poluentes. No entanto, para enfrentar os desafios e obstáculos, é necessário um esforço conjunto da indústria, governos e agências reguladoras para promover a adoção de medidas sustentáveis e garantir um futuro mais limpo e responsável para a aviação civil.

4. ASPECTOS SOCIAIS E GOVERNANÇA NA AVIAÇÃO

Além dos desafios ambientais, a aviação civil enfrenta aspectos sociais que desempenham um papel fundamental na busca pela sustentabilidade nas operações aéreas. Questões de governança, como transparência, ética, diversidade e inclusão, também são cruciais para garantir uma abordagem ESG (Environmental, Social, and Governance) efetiva no setor da aviação.

No que diz respeito à governança, as empresas aéreas devem adotar práticas de gestão transparentes e éticas. A transparência envolve a divulgação de informações relevantes sobre o desempenho ambiental e social da empresa, permitindo que os stakeholders avaliem seu

impacto e tomem decisões informadas. A ética é essencial para garantir que as operações aéreas sejam conduzidas de forma responsável, respeitando os direitos humanos, evitando a corrupção e promovendo relações justas com os fornecedores e colaboradores.

A diversidade e inclusão são aspectos cruciais para a governança corporativa nas empresas aéreas. Promover a diversidade de gênero, étnica e cultural dentro da organização é essencial para criar um ambiente de trabalho inclusivo e para garantir oportunidades iguais para todos os colaboradores. Além disso, a inclusão de diferentes perspectivas e experiências contribui para a tomada de decisões mais abrangentes e criativas.

Diversas empresas e organizações têm adotado uma nova abordagem em suas atividades, buscando um modelo mais ecologicamente correto. Essa postura é conhecida como responsabilidade social empresarial. Segundo Kraemer (2005), a responsabilidade social corporativa consiste no compromisso das empresas em contribuir para o desenvolvimento da sociedade, ao mesmo tempo em que preservam o meio ambiente, assumindo uma postura responsável perante as pessoas e os grupos sociais com os quais interagem.

Embora o conceito de responsabilidade social ainda seja relativamente novo na aviação, a preocupação com o tema tem crescido, uma vez que isso pode ter implicações diretas na situação econômica da empresa e, a longo prazo, em sua própria sobrevivência. Além disso, ao adotar práticas sustentáveis, as empresas do setor aeronáutico destacam-se pelo aspecto ético, demonstrando seriedade e ações corretas perante a sociedade e o meio ambiente.

Quando grandes organizações da aviação ou fabricantes de produtos aeronáuticos adotam medidas para reduzir o impacto ambiental causado pela aviação, reflete-se o comprometimento e a responsabilidade dessas empresas. É fundamental que haja uma integração entre o desenvolvimento econômico do setor, o bem-estar social e a proteção ambiental. O crescimento econômico no setor aeronáutico não pode ocorrer em detrimento do meio ambiente e das futuras gerações. Da mesma forma, focar apenas na sustentabilidade sem considerar o desempenho da aviação como um todo pode trazer consequências negativas para a sociedade.

Vieira (2019) destaca que a sustentabilidade nas organizações está relacionada ao cuidado com as pessoas e à promoção de práticas empresariais que visem à melhoria da qualidade de vida, garantindo o uso eficiente de materiais e energia para controlar os impactos ambientais, ao mesmo tempo em que se mantém um desempenho econômico sólido.

No cenário brasileiro, a EMBRAER tem se destacado como uma referência em

responsabilidade social. Por meio do programa ESG, a empresa está promovendo mudanças significativas em sua estrutura e na sociedade. Além das ações voltadas para o aspecto ambiental, a EMBRAER tem se comprometido com iniciativas politicamente corretas, como a promoção da diversidade e inclusão em suas contratações e ações filantrópicas através do Instituto Embraer, que conta com mais de 891 voluntários em todo o mundo.

Através desse engajamento com a sociedade, a EMBRAER busca manter uma posição proeminente em responsabilidade social, beneficiando a comunidade e o meio ambiente. Ao praticar a responsabilidade social, a empresa difunde seu nome para além de seu ambiente interno, por meio de seus colaboradores e das comunidades assistidas, ganhando respeito e construindo sua reputação.

Outra empresa do setor aeronáutico que adotou o conceito de responsabilidade social corporativa é a companhia aérea panamenha Copa. A entidade tem se empenhado em ações sociais para auxiliar pessoas, funcionários e comunidades, buscando se destacar no setor. O Presidente Executivo e CEO da Copa Airlines, Pedro Heilbron [s.d], destaca que as ações da empresa visam apoiar as comunidades nas áreas de educação e saúde. Através da Academia Latino-americana de Aviação Superior (ALAS) e da Escola de Mecânicos de Aviação, a Copa forma jovens talentos que desejam se tornar pilotos ou mecânicos. Além disso, a empresa faz doações de passagens aéreas para o transporte de pacientes que necessitam de tratamento médico em centros de saúde.

A questão da responsabilidade social corporativa também impulsionou a Copa a adotar práticas sustentáveis. De acordo com Heilbron [s.d], a preservação do meio ambiente é uma prioridade para a companhia, que investe em rigorosos programas de manutenção, renovação contínua da frota e novas tecnologias para reduzir as agressões ambientais em suas operações diárias.

Ao adotar uma abordagem ESG, as empresas aéreas têm a oportunidade de fortalecer sua governança corporativa, promovendo práticas transparentes, éticas, diversidade e inclusão. Esses aspectos são fundamentais para uma abordagem responsável e sustentável no setor da aviação civil, contribuindo para o alcance dos objetivos ESG e para a construção de um setor mais equitativo, ético e socialmente responsável.

5. ESTUDO DE CASOS INTERNACIONAIS

O movimento em direção a práticas sustentáveis e à aplicação da abordagem nas operações aéreas tem se mostrado benéfico tanto economicamente quanto ambientalmente.

Nesta seção, apresentaremos estudos de caso que ilustram como empresas aéreas têm implementado com sucesso práticas sustentáveis, alcançando resultados tangíveis. Também exploraremos as melhores práticas identificadas no setor, focando na integração do ESG e da sustentabilidade. Um caso exemplar é o da companhia aérea escandinava SAS (Scandinavian Airlines). A SAS emergiu como pioneira na adoção de biocombustíveis de aviação, introduzindo voos operados com uma mistura de querosene de aviação sustentável desde 2018. Essa iniciativa resultou em uma significativa redução nas emissões de carbono, reforçando a viabilidade técnica e econômica dos biocombustíveis na aviação. Além disso, a SAS aprimorou a eficiência de sua frota através de medidas como a adoção de aeronaves mais eficientes e otimização dos procedimentos de voo. Conseqüentemente, a empresa reduziu custos operacionais, economizou combustível e diminuiu as emissões, obtendo benefícios tanto econômicos quanto ambientais.

Outro exemplo notável é a Qantas Airways, a companhia aérea nacional da Austrália. A Qantas estabeleceu metas ambiciosas para reduzir suas emissões de carbono e atingir a neutralidade de carbono até 2050. A empresa adotou uma abordagem abrangente, modernizando sua frota, incorporando biocombustíveis, otimizando rotas e investindo em tecnologias para redução de ruído. Adicionalmente, a Qantas se destacou por implementar programas de compensação de carbono, investindo em projetos de energia renovável e iniciativas de reflorestamento. Tais práticas sustentáveis não apenas reduziram as emissões de carbono da empresa, mas também fortaleceram sua reputação e diferenciação no mercado.

Além dos estudos de caso, diversas melhores práticas emergiram no setor da aviação em relação ao ESG e à sustentabilidade. A colaboração entre companhias aéreas e diversos stakeholders, incluindo governos, ONGs, comunidades locais e fornecedores, destaca-se como uma prática valiosa. Essa cooperação facilita o compartilhamento de conhecimentos, recursos e soluções inovadoras, impulsionando o progresso rumo à sustentabilidade.

Estabelecer metas ambiciosas e mensuráveis, acompanhadas por planos de ação concretos para atingi-las, é outra prática eficaz. Companhias aéreas que delineiam metas específicas para a redução de emissões de carbono, o uso de biocombustíveis, a eficiência da frota e outras iniciativas sustentáveis estão mais propensas a obter resultados palpáveis.

A transparência e a prestação de contas também são fundamentais. Empresas aéreas devem divulgar publicamente suas metas, progresso e resultados relacionados ao ESG e à sustentabilidade. Isso demonstra responsabilidade corporativa e fomenta a confiança dos stakeholders.

A capacitação e o envolvimento dos colaboradores também são aspectos críticos. Promover conscientização ambiental, oferecer treinamento em práticas sustentáveis e envolver os funcionários nas iniciativas da empresa fortalece a cultura de sustentabilidade e cria um ambiente de trabalho mais comprometido e responsável.

Por fim, a inovação e o investimento em pesquisa e desenvolvimento desempenham papéis essenciais em impulsionar a sustentabilidade na aviação civil. O setor deve continuar buscando soluções mais eficientes, como tecnologias de propulsão elétrica e híbrida, materiais mais leves e processos de produção mais sustentáveis.

Esses estudos de caso e melhores práticas ilustram o impacto positivo da adoção de práticas sustentáveis e da abordagem ESG nas operações aéreas. Através da implementação de medidas como a adoção de biocombustíveis, melhorias na eficiência da frota e aprimoramento do gerenciamento do tráfego aéreo, as empresas aéreas podem colher benefícios econômicos, reduzir seu impacto ambiental e reforçar sua posição no mercado, contribuindo para a construção de uma aviação civil mais sustentável e responsável.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca pela sustentabilidade na aviação civil e a adoção de uma abordagem ESG (Environmental, Social, and Governance) são questões de extrema relevância diante dos desafios ambientais, sociais e de governança que o setor enfrenta. Neste trabalho, investigamos a aplicação dos princípios ESG na aviação civil e a busca pela sustentabilidade nas operações aéreas, destacando a importância de práticas sustentáveis para reduzir o impacto ambiental, melhorar o engajamento social e fortalecer a governança corporativa.

Ao longo deste estudo, analisamos os desafios ambientais enfrentados pela aviação civil, especialmente as emissões de carbono e os impactos ambientais decorrentes das operações aéreas. Exploramos os regulamentos e metas ambientais estabelecidos por órgãos internacionais, como o programa CORSIA da ICAO, que busca limitar e reduzir as emissões de CO₂ na aviação internacional. Discutimos as iniciativas implementadas pelas empresas aéreas para reduzir as emissões de carbono, como o uso de biocombustíveis, melhorias no gerenciamento de tráfego aéreo, eficiência de frota e design de aeronaves mais sustentáveis. Além disso, abordamos os impactos sociais da aviação, juntamente com questões de governança, incluindo transparência, ética, diversidade e inclusão nas empresas aéreas.

A metodologia adotada neste trabalho envolveu a revisão de literatura, análise de documentos, estudos de caso e pesquisa bibliográfica. Por meio dessa abordagem, foi possível obter uma compreensão abrangente dos temas abordados e apresentar informações atualizadas

sobre as práticas sustentáveis adotadas pelas empresas aéreas.

Em resposta ao problema de pesquisa proposto neste trabalho, concluímos que as empresas aéreas estão cada vez mais adotando uma abordagem ESG em suas operações, reconhecendo a importância da sustentabilidade e buscando mitigar os impactos ambientais, melhorar o engajamento social e fortalecer a governança corporativa. Os estudos de caso apresentados demonstraram que práticas sustentáveis, como a utilização de biocombustíveis, eficiência de frota e investimentos em tecnologias, têm trazido benefícios econômicos e ambientais para as empresas aéreas, além de contribuir para a construção de uma reputação positiva no mercado.

A importância de uma abordagem ESG na aviação civil é indiscutível. Ao adotar práticas sustentáveis e uma governança responsável, as empresas aéreas podem reduzir seu impacto ambiental, atender às demandas dos stakeholders e fortalecer sua posição competitiva. Além disso, a busca pela sustentabilidade na aviação civil é essencial para enfrentar os desafios ambientais e cumprir as metas globais de redução das emissões de carbono.

Olhando para o futuro, existem importantes implicações a serem consideradas. O desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis, como aeronaves elétricas e a utilização de energias renováveis nos aeroportos, apresenta oportunidades significativas para reduzir ainda mais o impacto ambiental da aviação. No entanto, essas mudanças exigem investimentos em pesquisa e desenvolvimento, colaboração entre os diversos atores do setor e políticas públicas que incentivem a adoção dessas tecnologias.

Para a continuidade e aprofundamento da pesquisa, sugere-se explorar mais estudos de caso e melhores práticas, com foco em diferentes regiões e empresas aéreas. Além disso, é importante realizar análises de custo-benefício das práticas sustentáveis, considerando não apenas os impactos econômicos e ambientais, mas também os aspectos sociais e de governança. A pesquisa também pode se concentrar em aspectos específicos, como o impacto das iniciativas sustentáveis nas comunidades locais e a eficácia dos programas de compensação de carbono.

Em conclusão, este trabalho ressaltou a importância de uma abordagem ESG na aviação civil e a busca pela sustentabilidade nas operações aéreas. As empresas aéreas desempenham um papel fundamental na adoção de práticas sustentáveis, buscando reduzir seu impacto ambiental, melhorar o engajamento social e fortalecer sua governança corporativa. A implementação em larga escala de biocombustíveis, o desenvolvimento de aeronaves elétricas e a utilização de energias renováveis nos aeroportos representam oportunidades futuras para

impulsionar ainda mais a sustentabilidade no setor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICOLA, Jarbas Alvim. **Transição para aeronaves a reação. Monografia.** Palhoça, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/8369>. Acesso em: 8 ago. 2023.

AIRBUS. **Airbus' high voltage battery technology prepares for Ecopulse flight test and beyond. 2022.** Disponível em: <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2022-03-airbus-high-voltage-battery-technology-prepares-for-ecopulse-flight-test>. Acesso em: 8 ago. 2023.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **RBAC 161.** Disponível em: https://anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-161/@@display-file/arquivo_norma/RBAC161EMD01.pdf. Acesso em: 8 ago. 2023.

BALARAS, C.A *et al.* **Energy Conservation Potential, HVAC Installations and Operational Issues in Hellenic Airports.** Energy and Buildings, v. 35, p. 1105-1120, 2003.

BLACK, D.A *et al.* **Aircraft Noise Exposure and Resident's Stress and Hypertension: A Public Health perspective for Airport Environmental Management.** Journal of Air Transport Management, v. 13, p. 264-276, 2007.

BOEING, Boeing Brasil. **No futuro, não somente os carros serão elétricos.** Disponível em: <https://www.boeing.com.br/inova%C3%A7%C3%A3o%avi%C3%A9tricos.page>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BOEING, Boeing Brasil. **Aviões do futuro: o que está por vir para a Boeing e os voos comerciais. 2015.** Disponível em: <https://www.boeing.com.br/acontece-na-boeing-avioes-do-futuro.page>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BOEING, Boeing Brasil. **GOL realiza o primeiro voo comercial com biocombustível do Brasil.** Disponível em: <https://www.boeing.com.br/noticias-e-sala-de-imprensa/releases/2013/october/gol-realiza-o-primeiro-voo-comercial-com-biocombus.page>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BOEING, Boeing Brasil. **Produtos sustentáveis. 2022.** Disponível em: <https://boeing.com.br/sustentabilidade/produtos-sustentaveis.page>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BRASIL, Ministério Da Infraestrutura. **Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. ANAC e setor discutem compensação de carbono em voos internacionais. 2022.** Disponível em: <https://gov.br/anac/pt-br/noticias/2022/anac-e-setor-discutem-compensacao-de-carbono-em-voos-internacionais>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BRASIL, Ministério Da Infraestrutura. **Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. Resolução N°496, de 28 de novembro de 2018. Regulamenta o monitoramento, o reporte e a verificação de dados de emissão de CO2 relativos ao transporte aéreo internacional. Diário Oficial da União. Brasília, 2018.** Disponível em: <https://anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/2018/resolucao-no-496-28-11-2018>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BRASIL, Ministério da Infraestrutura. **Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. ANAC realiza visita técnica para conhecer potencial de produção de BioQAV no Brasil.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2021/anac-realiza-visita-tecnica-para-conhecer-potencial-de-producao-de-bioqav-no-brasil>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BRASIL, Ministério da Infraestrutura. **Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. Sustentabilidade na Aviação Civil.** 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2016/sustentabilidade-na-aviacao-civil>. Acesso em: 8 ago. 2023.

BRASIL, Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: https://planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 8 ago. 2023.

CAEP, Committee on Aviation Environmental Protection. *Information related to the tenth meeting of the committee on Aviation Environmental Protection (CAEP/10).* Disponível em: <https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/Pages/CAEP.aspx>. Acesso em: 8 ago. 2023.

CASTRO, Flávio Rocha de. **Engenharia de aeroportos: Green Airports.** PALHOÇA, 2020 Monografia. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/15919>. Acesso em: 8 ago. 2023.

COELHO, Beatriz. **Citação direta: diferença entre citação curta e citação longa nas normas da ABNT.** Blog Mettzer. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/citacao-direta-curta-longa/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

COELHO, Beatriz. **Introdução: aprenda como fazer para seu trabalho acadêmico.** Blog Mettzer. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/introducao-tcc/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

COPA Airlines. **Responsabilidade Social Corporativa: Presidente Executivo e CEO da Copa Airlines Pedro Heibron.** Disponível em: <https://copaair.com/pt/web/br/responsabilidade-social-corporativa#!/>. Acesso em: 8 ago. 2023.

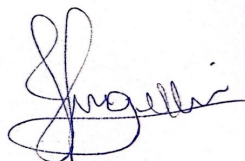
DMITRUK, Hilda Beatriz (Org.). **Cadernos metodológicos: diretrizes da metodologia científica.** 5 ed. Chapecó: Argos

TERMO DE AUTENTICIDADE DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, Izadora Figueirôa Matrangelli
discente regularmente matriculado(a) na disciplina TCC II, da 10ª etapa do curso de Direito, matrícula nº 31980341, período matutino, turma 10C, tendo realizado o TCC com o título: **ESG NA AVIAÇÃO CIVIL: BUSCA PELA SUSTENTABILIDADE NAS OPERAÇÕES AÉREAS** sob a orientação do(a) Professor(a) Dr. Ricardo Pedro Guazelli Rosario, declaro para os devidos fins que tenho pleno conhecimento das regras metodológicas para confecção do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), informando que o realizei sem plágio de obras literárias ou a utilização de qualquer meio irregular.

Declaro ainda que, estou ciente que caso sejam detectadas irregularidades referentes às citações das fontes e/ou desrespeito às normas técnicas próprias relativas aos direitos autorais de obras utilizadas na confecção do trabalho, serão aplicáveis as sanções legais de natureza civil, penal e administrativa, além da reprovação automática, impedindo a conclusão do curso.

São Paulo, 09 de novembro de 2023.



Assinatura do discente



Universidade Presbiteriana
Mackenzie

