



Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas

Artigos

UMA ANÁLISE DAS MEDIDAS ADOTADAS POR TRÊS AEROPORTOS INTERNACIONAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO E COMPANHIAS AÉREAS PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE NAS OPERAÇÕES DE SOLO

Myrella Helena Ferreira¹
Jairo Afonso Henkes²

RESUMO

A aviação em geral tem colocado em prática muitos projetos para que ocorra a diminuição de gases poluentes ocasionados pela queima de combustíveis. O trabalho teve como objetivo geral, analisar quais medidas as principais companhias aéreas brasileiras e os três aeroportos internacionais do estado de São Paulo (Campinas, Congonhas e Guarulhos) estão colocando em prática para reduzir as emissões de gases. Todo o estudo focou nas operações de solo nos sítios aeroportuários e em duas das maiores companhias aéreas do país. Diversas ações implementadas pelas companhias aéreas e pelos aeroportos internacionais do estado de São Paulo voltadas à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), com foco nas operações de solo. Os resultados demonstram que, embora o setor da aviação seja tradicionalmente um dos grandes emissores de CO₂, medidas progressivas vêm sendo adotadas para aumentar a eficiência ambiental e promover a melhoria da qualidade do ar nos sítios aeroportuários. Nos aeroportos de Guarulhos, Congonhas e Viracopos, foram observados importantes iniciativas estruturais, como a utilização de pontes de embarque equipadas com fornecimento de energia e ar-condicionado, que possibilitam a substituição do uso da unidade auxiliar de potência (APU) das aeronaves, reduzindo, assim, as emissões em solo. Além disso, foi destacada a adoção de veículos elétricos no transporte interno, a implementação de sistemas de iluminação LED e a aquisição de energia limpa, bem como projetos de reaproveitamento de resíduos sólidos, contribuindo para a redução da pegada ambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade; emissão de GEE; operações de solo; aviação.

¹ Acadêmica do CST Transporte Aéreo da AEROTD. E-mail: helemferreira1@gmail.com

² Mestre em Agroecossistemas (UFSC, 2006). Especialista em Administração Rural (UNOESC, 1997). Engenheiro Agrônomo (UDESC, 1986). Professor e Pesquisador nas Áreas de Gestão Ambiental, Ciências Aeronáuticas, Agronomia, Administração e Engenharia Ambiental. AEROTD. <https://orcid.org/0000-0002-3762-471X>. E-mail: jairohenkes333@gmail.com

AN ANALYSIS OF THE MEASURES ADOPTED BY THREE INTERNATIONAL AIRPORTS IN THE STATE OF SÃO PAULO AND AIRLINES TO REDUCE GHG EMISSIONS IN GROUND OPERATIONS

ABSTRACT

Aviation in general has implemented many projects to reduce polluting gases caused by the burning of fuel. The general objective of this study was to analyze which measures the main Brazilian airlines and the three international airports in the state of São Paulo (Campinas, Congonhas and Guarulhos) are implementing to reduce greenhouse gas emissions. The entire study focused on ground operations at airport sites and at two of the largest airlines in the country. Several actions implemented by airlines and international airports in the state of São Paulo aimed at reducing greenhouse gas (GHG) emissions, with a focus on ground operations. The results show that, although the aviation sector is traditionally one of the largest emitters of CO₂, progressive measures have been adopted to increase environmental efficiency and promote improvements in air quality at airport sites. At Guarulhos, Congonhas and Viracopos airports, important structural initiatives were observed, such as the use of boarding bridges equipped with power supply and air conditioning, which make it possible to replace the use of the aircraft's auxiliary power unit (APU), thus reducing emissions on the ground. In addition, the adoption of electric vehicles for internal transportation, the implementation of LED lighting systems and the acquisition of clean energy, as well as projects for the reuse of solid waste, were highlighted, contributing to the reduction of the environmental footprint.

Keywords: Sustainability; GHG emissions; ground operations; aviation.

1 INTRODUÇÃO

O tema sustentabilidade na aviação é um tema muito debatido na atualidade, no entanto quando se referem às operações realizadas nos aeroportos internacionais e pelas Companhias Aéreas há muito que se desvendar, pois são atributos importantes nos processos de adequação e sustentabilidade destes. Diante do cenário contemporâneo a aviação em geral tem colocado em prática muitos

projetos para que ocorra a diminuição de emissão de gases poluentes ocasionados pela queima de combustíveis, as emissões segundo a Organização Internacional da Aviação Civil (OACI) são estimadas entre 2 e 3% (OACI, 2024).

Por sua vez, o Instituto de Tecnologia de *Massachusetts* (MIT) atribui ao setor de aviação comercial já a responsabilidade de cerca de 5% da sobrecarga global do clima e as emissões de dióxido de carbono (CO₂) aumentaram 2,6% nos últimos 25 anos. Visto que o setor tem grande impacto no clima e é responsável por uma parcela das emissões de gases de efeito estufa, entende-se a necessidade de medidas cabíveis para tornar a aviação mais sustentável, assim gerando menor impacto ambiental. A aviação cresce constantemente e possui grande influência no desenvolvimento econômico e supre muitas necessidades sociais da população mundial.

Porém, essa expansão vem acompanhada do aumento das emissões de poluentes, em especial, do dióxido de carbono (CO₂), causado, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis nos motores das aeronaves (Becantinni, 2021 *apud* Silva, 2023, p. 5).

Desta forma o setor junto com outros que também influenciam sobremaneira o efeito estufa procuram maneiras para combater os efeitos negativos causados pelas atividades. Também inclui a poluição sonora e modificação do ar ao redor do sítio aeroportuário modificados pela atividade do setor.

Considerando a pergunta de pesquisa: Quais medidas a aviação comercial brasileira têm tomado para contribuir com a redução de emissão de gases de efeito estufa? O trabalho abordou os projetos sustentáveis implantados nos aeroportos e pelas companhias brasileiras a fim de identificar os resultados e progressões na redução de emissões de GEE.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) os aviões representam 2% das emissões de dióxido de carbono (CO₂). Também afirma que o transporte aéreo tem maior emissão do gás por km por passageiro, comparado aos outros meios de transportes como os terrestres (Estado de Minas, 2019).

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) realiza o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação Civil que apresenta dentre as emissões de gases, os emitidos em voos, também as emissões poluentes atmosféricas locais, responsável pela qualidade do ar. Ainda a ANAC afirma que:

São reportadas as emissões de monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (COV), óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (MP) das movimentações de aeronaves em aeródromos nacionais, que compreendem o ciclo LTO e o uso das APU. Uma vez que as emissões provenientes da fase de voo em cruzeiro ocorrem a uma altitude muito elevada, considera-se desprezível o seu impacto na qualidade do ar. Dessa forma, essas emissões não foram reportadas nesta seção (ANAC, 2019, p. 15).

Dados que foram coletados em aeródromos de maior movimentação no país, entre eles do Aeroporto Internacional de Viracopos (SBKP-VCP), revelam que no período de 2005 a 2009, as emissões estimadas foram reduzidas, no entanto a partir de 2009 voltaram a crescer até atingir um pico em 2014. A partir daí voltou a reduzir com a retração do setor, sendo que em 2018 com o mercado recuperado, foram ampliadas novamente as emissões. Os aeródromos considerados neste estudo possuem maior movimentação e evolução de emissões e influência do tempo de táxi, considerando que essa fase é predominante na distribuição das emissões. De maneira geral, a participação para emissões de CO₂ pelo ciclo LTO e o uso de APU tem crescido ao longo dos anos e em 2018 alcançou 41,8% do total das emissões (ANAC, 2019).

ISSN 2763-7697

1.1.1 Pergunta de Pesquisa

Quais medidas a aviação comercial brasileira têm tomado para contribuir com a redução de emissão de gases de efeito estufa?

1.2 OBJETIVOS

Analisar o cenário atual da aviação brasileira no que diz respeito à redução de emissões de gases nas operações em solo e descrever os projetos em desenvolvimento pela aviação comercial.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar quais medidas as principais Companhias aéreas brasileiras e os três aeroportos internacionais de São Paulo estão colocando em prática para reduzir a emissão de gases nas operações de solo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- o Identificar os recursos utilizados nos aeroportos internacionais do estado de São Paulo para a redução da emissão de CO₂ em solo.
- o Descrever quais as medidas que as Companhias Aéreas (Azul e Latam) estão realizando para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e em especial as emissões nas operações de solo.
- o Identificar os resultados delas na melhoria da qualidade do ar local.

1.3 JUSTIFICATIVA

Em 1990, ano de criação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) - Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática - cientistas chegaram à conclusão de que as alterações climáticas são provocadas, em sua maior parte, pelo CO₂ que é emitido pela queima de combustíveis fósseis. Em 1995 dados informativos divulgados pelo IPCC declararam que já havia clara alteração na condição do clima, resultando nas mudanças climáticas. Em 1997 o acordo denominado de Protocolo de Kyoto foi assinado por 84 países. Foi o primeiro tratado internacional responsável por controlar as emissões de gases de efeito estufa. Estabeleceram-se algumas metas e entre elas a de redução de 5,2% dos gases poluentes em relação ao ano de 1990, no período de 2008 a 2012. O acordo estimulou a criação de recursos sustentáveis para preservação do meio ambiente (Senado Federal, 2025).

Em dezembro de 2015 foi adotado o Acordo de Paris, o tratado foi aprovado durante a 21ª Conferência das Partes (COP21), tendo âmbito internacional, o acordo visa combater as alterações climáticas. Os países signatários do acordo possuem como compromisso reduzir as emissões de gases de efeito estufa

progressivamente. Cada país possui suas metas voluntárias que devem ser apresentadas a cada cinco anos, para se verificar o progresso delas (Brasil, 2025).

A NDC do Brasil comprometeu-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, com uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para isso, o país se comprometeu a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 (Brasil, 2025, site).

A aviação brasileira está comprometida em reduzir as emissões de GEE e com isso possui iniciativas e incentivos governamentais como o Programa Fundo Clima do BNDES que se destina a aplicar a parcela de recursos reembolsáveis do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC). O “Fundo Clima, criado pela Lei nº 12.114, de 9/12/2009, com sua regulamentação definida pelo Decreto nº 9.578, de 22/11/2018, e alterado pelo Decreto nº 11.549, de 05/06/2023” (BNDES, 2025, site).

O Brasil também faz parte dos países incluídos em programas da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) que atua na redução e compensação de emissão de CO₂ decorrentes de voos internacionais, o programa CORSIA (*Carbon Off setting and Reduction Scheme for International Aviation*). O objetivo é atingir o crescimento neutro de carbono, ou seja, estabilizar as emissões no nível referente ao ano de 2020, sem limitar o crescimento do setor aéreo. Os operadores aéreos brasileiros possuem diretrizes para seguir e requisitos a serem cumpridos no programa. As rotas que envolvem o Brasil estão em fase voluntária, ou seja, dentro do programa CORSIA é a fase de monitoramento, reporte e verificação das emissões de CO₂ (ANAC, 2021).

Em 2027 as emissões internacionais dos operadores brasileiros que resultarem níveis acima dos observados no período de 2019-2020 deverão ser compensadas com a aquisição de créditos de carbono ou deverão ser utilizados combustíveis elegíveis ao CORSIA, especialmente os SAF 's (ANAC, 2021). Em anos antecedentes à pandemia do COVID-19, o setor aéreo brasileiro era responsável por 2% das emissões de CO₂ global, com a COVID, ocorreu uma redução de 75% de emissões durante o mês de abril de 2020, comparado ao mês

de abril de 2019 (Cesca; Mendonça; Siqueira; Campos, 2023). Desta forma este estudo justifica-se pela importância de se verificar as ações que os operadores da aviação têm para reduzir os impactos que as operações de solo causam no meio ambiente.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo se delimitou em verificar as ações dos três aeroportos internacionais do estado de São Paulo e duas das maiores Companhias Aéreas que operam voos domésticos no Brasil e operam nos três aeroportos delimitados, por questão de operacionalização dos trabalhos e condições de acesso às informações no tempo de execução do TCC. O trabalho baseou-se nos aeroportos internacionais do estado de São Paulo (Viracopos, Congonhas e Guarulhos), com a análise de projetos referentes à redução de emissão de gases, dos aeroportos e das empresas Azul e Latam. Todo o estudo foi focado nas operações de solo nos sítios aeroportuários pré-selecionados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO OU REVISÃO DA LITERATURA

Não é recente essa busca pela sustentabilidade, visto que desde muito tempo fala-se sobre a relação entre homem e ambiente. Em 1972 tratou-se com preocupação o tema pela primeira vez na Conferência de Estocolmo (Suécia) abordado pela ONU (Organização das Nações Unidas) que intitulou a conferência como Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, onde foram convocados representantes de várias nações para abordar o tema (Pontes, 2022). Como marco na história pela sustentabilidade, os participantes da conferência reconheceram os impactos causados ao meio ambiente e identificaram a necessidade de mudanças para correção deles (ONU, 2022).

Após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, foi fundado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 1972. O programa monitora o Estado do meio ambiente, subsidia a formulação de políticas baseadas na ciência e coordena as respostas aos desafios ambientais mundiais (ONU, 2022). O programa completa 53 anos em 2025, segue focado em seu

trabalho com a sustentabilidade e conta com a colaboração de 193 Estados Membros, além de outras partes interessadas na impulsão do compromisso mundial (ONU, 2022).

Em 1992, o Brasil sediou no Rio de Janeiro a conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, intitulada como ECO-92. A conferência reuniu 179 países e durante ela, adotou-se importantes declarações e acordos, como a “Agenda 21”, os quais fixaram diretrizes para promover o desenvolvimento sustentável em nível global. A conferência é considerada a maior já realizada se tratando de assuntos ambientais (Brasil, 2025).

Durante a Rio-92 ou ECO-92 elaborou-se a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). No contexto do UNFCCC, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) aponta uma tendência de aquecimento global, associada a ações antrópicas, baseando-se nas anomalias observadas nos dados referentes à evolução da temperatura média (Brasil, 2025).

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change* ou UNFCCC) tem o objetivo de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência humana perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado em um prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, assegurando que a produção de alimentos não seja ameaçada e permitindo ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável (Brasil, 2025, site).

Revista E
& Ci

ISSN 2763-7697

Durante a Convenção-Quadro, que foi sediada em Kyoto, no Japão no ano de 1997, foi estabelecido o “Protocolo de Kyoto”, acordo ambiental que foi pioneiro no controle de emissões de GEE. O protocolo tornou possível fazer do carbono uma moeda de troca, os países assinantes podem realizar compra e venda de créditos de carbono. “Obtidos em negociações internacionais, os créditos de carbono são adquiridos de países com emissão reduzida de CO², que fecham negócio com países poluidores” (Senado Federal, 2025, site).

Outro importante acontecimento para a sustentabilidade foi o modelo proposto em 2009 por Rockström e outros 28 cientistas reunidos no Centro de Resiliência de Estocolmo, na Suécia (Figura 1).

aproximadamente a uma faixa de aumento da temperatura média global da superfície de 1° a 2°C (assumindo cenários convencionais sobre forçamento não-CO2). A precaução coloca o limite planetário no início do risco crescente (350 ppm \approx 1°C), ou seja, ligeiramente abaixo da meta de 1,5°C identificada no Acordo de Paris (Richardson *et al.*, 2023, site).

Os Limites Planetários são interdependentes, o que significa que se passar um Limite, afetam-se os outros, ou até mesmo faz com que eles saiam do espaço operacional seguro (Stockholm University, 2023). Apesar da situação ainda há chance de retardar ou até mesmo reverter os efeitos causados no planeta, mas isso exige implementação de soluções e a sociedade política, científica, empresarial e também a população devem entender e colocar em ação a identificação de soluções e construção de um governo proporcional a um futuro sustentável e justo para o homem. A colaboração entre as partes é de suma importância para se alcançar a segurança operacional global (Planetary Health Check, 2024).

Sobre as mudanças climáticas, avalia-se sua alteração de acordo com a concentração de CO2 na atmosfera e o forçamento radioativo. Considerado seguro o limite de 350 ppm, o valor atual já é de 417 ppm de concentração de CO2 e o limite radioativo de 1 watt/m² está registrado em 2,91 watt/m² (Vick, 2024). Em 2015, Paris foi sede da COP-21, os países membros da convenção estabeleceram metas voluntárias para redução de GEE até 2025 e/ou 2030, contrastando com o modelo do “Tratado de Kyoto” que impôs metas obrigatórias para redução deles, o modelo voluntário foi considerado mais promissor. Apesar do compromisso dos países voluntários na COP-21 existe certa limitação, pois ainda são insuficientes para atingir o objetivo central da Convenção do Clima que é estabilizar a concentração de GEE em nível seguro. Não há precisão na extensão dos impactos das mudanças climáticas em âmbito regional, o que torna difícil definir qual seria exatamente o índice seguro de concentração. Assim, a Convenção do Clima começou na Rio-92 como uma apólice de seguro tomada como precaução diante de uma incerteza perigosa demais (Rovere, 2016).

A partir da Revolução Industrial aumentaram significativamente as emissões por conta da queima de combustíveis fósseis, baseou-se então que o limite aceitável para conter o aquecimento global seria de 2°C a partir deste marco. O acordo de Paris coloca para os países membros o compromisso de revisarem suas NDC's a

cada cinco anos, incentivando que sejam ambiciosas as propostas voluntárias de redução nas emissões de GEE (Rovere, 2016).

De todo modo, o principal resultado de Paris é o sinal de que a transição dos combustíveis fósseis para uma economia mundial de baixo carbono desta vez realmente começou e vai acontecer, mesmo se numa velocidade ainda duvidosa. A credibilidade deste objetivo foi reforçada pelo resultado das emissões globais em 2014, quando pela primeira vez elas caíram, mesmo com um aumento do PIB mundial (Rovere, 2016, site).

Em 2019 a UNFCCC foi realizada em Madrid (COP-25), o mundo já se encontrava com 1.1°C mais quente comparado com o período pré-industrial (1850-1900). Com tudo a tendência é de que as temperaturas cheguem de 3.4 a 3.9°C, caso mudanças não sejam aplicadas, o que pode gerar impactos destrutivos ao meio ambiente. Estudos científicos mostram que as emissões de CO₂ estão em aumento ao invés de redução (ONU, 2019).

A ONU possui um relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM) do ano de 2019, onde aponta que o nível de concentração de CO₂ chegou a 407,8 partes por milhão em 2018 (ONU, 2019). O Boletim da OMM sobre Gases de Efeito Estufa apontou 151% de dióxido de carbono na atmosfera comparado ao nível pré-industrial em 2023 e entre as principais causas está a queima de combustíveis fósseis (Organização Meteorológica Mundial, 2024).

A Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) formada por 193 Estados Membros, gerencia a administração da aviação civil, desde a Convenção de Chicago em 1944. É responsável por promover o desenvolvimento seguro e ordenado da aviação civil, a Organização estabelece Normas e Práticas Recomendadas (SARPs) (*Standard and Recommended Practices*). Estabelece ainda políticas que apoiam a segurança, regulamentos e eficiência aérea, assim como para sustentabilidade e responsabilidade ambiental (ANAC, 2023).

Dentre os 19 Anexos da OACI, o Anexo 16 trata da Proteção Ambiental, sendo adotado em abril de 1971, entrou em vigor em agosto do mesmo ano e tornou-se aplicável em janeiro de 1972. O anexo possui 4 volumes: Vol I - Ruído de Aeronaves; Vol II - Emissões de Motores de Aeronaves; Vol III- Emissões de CO₂ de Aeronaves e Vol IV - Esquema de Compensação e Redução de Carbono para

Aviação Internacional (CORSA). Assim foram elaborados Manuais Técnicos Ambientais para cada volume respectivamente (ICAO, 2025):

1. Volume I: Procedimentos para a Certificação de Ruído de Aeronaves. Este manual fornece orientação aos Estados sobre os procedimentos técnicos a serem usados para a certificação de ruído e promove a uniformidade da implementação dos procedimentos técnicos do Anexo 16.

2. Volume II: Certificação de Emissões de Motores de Aeronaves. Este manual fornece orientação aos Estados sobre os procedimentos técnicos a serem usados para certificação de emissões e promove a uniformidade da implementação dos procedimentos técnicos do Anexo 16, Volume II, para que o mesmo grau de rigor seja aplicado por todas as autoridades certificadoras e que os mesmos critérios para aceitação na aprovação de aplicações para o uso de procedimentos equivalentes sejam usados.

3. Volume III: Certificação de emissões de CO₂ de aeronaves. O objetivo deste manual é promover a uniformidade na implementação dos procedimentos técnicos do Anexo 16, Volume III, fornecendo: 1) orientação para autoridades certificadoras, requerentes e outras partes interessadas sobre o significado pretendido e o rigor dos Padrões na edição atual do Anexo; 2) orientação sobre métodos específicos que são considerados aceitáveis para demonstrar conformidade com esses Padrões; e 3) procedimentos equivalentes resultando efetivamente na mesma métrica de avaliação de emissões de CO₂ que pode ser usada no lugar dos procedimentos especificados nos apêndices do Anexo 16, Volume III.

4. Volume IV: Demonstrando conformidade com o Carbon Off setting and Reduction Scheme for International Aviation. O objetivo deste manual é promover a uniformidade da implementação dos procedimentos técnicos do Anexo 16 - Volume IV, fornecendo: 1) orientação aos Estados, operadores de aeronaves, órgãos de verificação e outras partes interessadas sobre o significado pretendido dos Padrões na edição atual do Volume; 2) orientação sobre métodos específicos que são considerados aceitáveis para demonstrar conformidade com esses Padrões; e 3) procedimentos equivalentes que podem ser usados no lugar dos procedimentos especificados no Anexo 16, Volume IV (ICAO, 2025, Anexo 16).

Em 1983 foi criado o Comitê de Proteção Ambiental da Aviação (CAEP) que é um comitê técnico do Conselho da ICAO. “O CAEP auxilia o Conselho na formulação de novas políticas e na adoção de novos Padrões e Práticas Recomendadas (Sarps)” (ICAO, 2025, site).



Na segunda reunião do Comitê de Emissões de Motores de Aeronaves, realizada em maio de 1980, propostas foram feitas para que o material fosse incluso em um Anexo da ICAO. Após alteração seguida de consulta com os Estados Membros da Organização, o material proposto foi adotado pelo Conselho para formar o texto deste documento. O Conselho concordou que era desejável incluir todas as provisões relacionadas a aspectos ambientais da aviação em um único Anexo. O Anexo 16 foi, portanto, renomeado como “Proteção Ambiental”, e o conteúdo já existente naquele Anexo foi

transformado no “Volume I – Ruído de Aeronave”, e o material contido nesse documento tornou-se o “Volume II – Emissões de Motores de Aeronaves” (ANAC, p. 2, 2018).

O comitê analisa e realiza estudos específicos solicitados pelo Conselho, no escopo de atividades o comitê abrange ruído aeronáutico, qualidade do ar e o compilado de medidas para redução de CO₂ na aviação internacional. Tem foco em tecnologia, melhoria operacional, SAF's e medidas baseadas no mercado (ICAO, 2025).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A abordagem metodológica deste estudo será qualitativa, com base em documentos e bibliografias. Serão consultados sites oficiais, artigos acadêmicos publicados e notícias de jornais e revistas científicas. Toda consulta documental será realizada a partir de documentos oficiais, tratados internacionais, dados oficiais disponibilizados por órgãos reguladores como a ANAC e ICAO, além de informações retiradas de sites de empresas como Petrobras, que está dentro dos fornecedores de QVA para o setor de aviação. A ser dada continuidade ao material serão buscadas informações também em sites e pronunciamentos dos aeroportos internacionais do estado de São Paulo e das companhias aéreas em destaque (Azul e Latam) sobre o assunto sustentabilidade e redução de GEE durante as operações em solo.

ISSN 2763-7697

3.1 TIPO DE PESQUISA

Apresenta-se como uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. Sendo então considerado uma pesquisa documental e bibliográfica. A pesquisa descritiva é aquela que descreve um fenômeno ou objeto de estudo (população, empresa, governo, situação-problema) e estabelece relações entre as suas variáveis (Gil, 2002). Os materiais utilizados para pesquisa bibliográfica são: livros, artigos científicos, dissertações, revistas, leis e outros tipos de escritas que já foram publicadas (Sousa; Oliveira; Alves, 2021). Assim o pesquisador possui a responsabilidade de ler e interpretar todo o conteúdo pesquisado e desenvolver a reconstrução das teorias e apurar os fundamentos teóricos.

3.2 DEFINIÇÃO DO AMBIENTE E SUJEITOS DA PESQUISA

O ambiente e sujeitos de pesquisa serão os três aeroportos internacionais do estado de São Paulo e duas das principais companhias aéreas que operam voos domésticos no Brasil: Azul e LATAM.

3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

O processo de coleta de dados apura as informações e procura trazer comprovação sobre uma problemática apresentada. Considera-se esta, uma pesquisa qualitativa, como já diz o nome, pois preza pela qualidade das informações; ou seja, requer um aprofundamento maior e por conseguinte, melhores técnicas de interpretação (UFMG, 2021).

Utilizou-se da análise de materiais, documentos em uma linha de pesquisa contendo três eixos: oficial e/ou legal, onde se apresenta o que diz a legislação e as normas sobre o tema apontado; eixo institucional, que aponta a visão e abordagem de instituições, companhias aéreas, operadores e gestores aeroportuários entre outros do setor sobre o assunto; e o eixo científico, o qual apresenta estudos feitos por cientistas, pesquisadores e estudiosos da área sobre o tema dentro do setor explorado, tendo uma análise pontual e precisa de dados (Vantzing; Henkes, 2024). Foram interpretados os textos e dados, para identificar as estratégias e projetos das companhias aéreas e operadores aeroportuários a fim de registrar os resultados obtidos e apresentar a evolução visualizada na redução nas emissões de GEE.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada a interpretação de dados coletados e informações, através de uma análise qualitativa dos programas e ações que estão sendo realizados pelos operadores, gestores aeroportuários e companhias aéreas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo analisou a implementação de práticas sustentáveis nas operações de solo dos aeroportos internacionais do estado de São Paulo, que

tiveram como objetivo reduzir as emissões de gases de efeito estufa e minimizar o ruído aeronáutico. A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2025, baseia-se tanto em dados coletados nesse período e dados de anos anteriores que evidenciaram relevância na execução e em resultados atingidos, dentro das metas de redução de emissões de GEE.

Diversas empresas brasileiras se encontram desde algum tempo empenhadas em contribuir com a redução nas emissões de GEE, que se encontra elevada, principalmente pela queima de combustíveis fósseis. O principal combustível utilizado na aviação comercial é a querosene de aviação (QAV) que é produzida a partir do petróleo (Petrobras, 2024).

A antiga companhia TAM no ano de 2011 realizou o primeiro experimento da América Latina ao voar com os motores movidos a biocombustíveis. O voo ocorreu durante 45 minutos com uma aeronave Airbus A320, sobre o Oceano Atlântico, abastecida com combustível vegetal derivado de pinhão manso. O voo partiu do aeroporto de Galeão no Rio de Janeiro e pousou no mesmo, o teste foi autorizado pela Agência Europeia de Segurança na Aviação (EASA) e pela ANAC. A presidência da companhia declarou interesse de participação em projetos ecológicos após o experimento e na produção de biocombustíveis, incluído até o incentivo para uma cadeia produtora, a partir do pinhão manso, com funcionalidade estável no Brasil. “Segundo estudos da Universidade Tecnológica de Michigan, nos Estados Unidos, os biocombustíveis produzidos com pinhão manso podem reduzir as emissões de carbono entre 65% e 80%” (Exame, 2012, site).

Em 2012 foi a vez de outras importantes companhias realizarem testes com a bioquerosene, a Gol teve seu voo teste saindo de São Paulo e chegando no Rio de Janeiro movido a bioquerosene a partir de óleo vegetal e gordura animais que foi importado dos EUA, segundo a companhia atendeu-se às especificações do protocolo que determina o uso de 50% da bioquerosene no combustível utilizado. O voo teste teve de 10 a 25% de redução na emissão de GEE, porém um voo abastecido com 100% de biocombustível pode reduzir a poluição em 80% apontou o vice-presidente Adalberto Bogsan (G1, 2012).

Assim como a Gol, a companhia Azul Linhas Aéreas realizou seu voo experimental no dia 19 de junho de 2012, partindo de Campinas com destino ao Rio de Janeiro, foi utilizado pela companhia a bioquerosene produzida a base de cana-

de-açúcar, com o modelo de aeronave Embraer E195. O projeto realizado pela companhia foi denominado de Azul+Verde e conta com parceiros como a Amyris, Embraer e a *General Electric Company*. O combustível utilizado foi desenvolvido para suprir as necessidades de desempenho que equivalem ao combustível convencional utilizado (QAV). O experimento contou com 50% de biocombustível e 50% de QAV comum no abastecimento (G1, 2012).

O Brasil, na COP-24 realizada no Azerbaijão apresentou uma ambiciosa meta climática (NDC) que tem como referência para cumprimento do Acordo de Paris. Como meta inicial, o Brasil determinou uma redução de GEE de 37% em 2025 e 43% em 2030. Porém, reajustou a meta e se comprometeu a reduzir as emissões em 67% até 2035. O MMA diz que o compromisso irá levar o avanço do Brasil rumo à neutralidade climática até 2050 (Brasil, 2025).

As fontes de emissões relacionadas à atividade aeroportuária vão além das aeronaves, os equipamentos de apoio em solo, a infraestrutura aeroportuária, veículos terrestres e as fontes estacionárias são fatores indispensáveis a se analisar quando se refere ao assunto. Guarulhos conta com o suporte de ar-condicionado em solo para as aeronaves, todas as pontes de embarque são equipadas para fornecer nas operações, energia limpa, sem a necessidade de utilizar o APU das aeronaves. Também o aeroporto de Viracopos e Congonhas contam com pontes de embarque (AENA, 2025).

A utilização de combustíveis fósseis nas operações aéreas causa grande impacto ambiental e é responsável também por grande parte das emissões de GEE, desta forma, os aeroportos e as companhias têm investido nas adaptações e inovação para serem mais sustentáveis. O aeroporto de Congonhas possui já em prática diversas medidas para atingir o objetivo de redução de emissão, a administradora AENA Brasil é a primeira no Brasil a utilizar uma frota de ônibus elétricos dentro do pátio com a finalidade de transportar os clientes para embarques e desembarques. “Com zero emissão de gás carbônico e zero ruído, a expectativa é que os veículos deixem de liberar cerca de 464 toneladas de CO2 equivalente por ano na atmosfera” (AENA, 2025, site).

O aeroporto de Congonhas possui um programa de incentivo às companhias que nele operam, para utilizarem modelos de aeronaves mais sustentáveis e que causam menos ruído como o Airbus A320 e o Embraer E2. Prevê-se um

investimento de 2 milhões de reais para reembolso de 10% da tarifa de aterrissagem dos modelos citados. “O modelo Airbus 320neo “proporciona 20% a menos de consumo de combustível e emissão de CO2 por assento sendo isso possível por conta de seus motores com baixo consumo, comparado ao modelo anterior, A320ceo” (Airbus, 2025, site).

De sua parte a Embraer, tem suas aeronaves mais atualizadas e que “possuem menor emissão de GEE, baixa geração de ruídos além de um menor custo de manutenção o E175-E2, E190-E2 e E195-E2, os modelos trazem maior eficiência operacional para as companhias aéreas” (Embraer, 2013, site).

Congonhas tem planejamento para modernização do Aeroporto, a diretoria da concessionária AENA que administra o aeroporto afirma que existem muitos projetos sustentáveis para serem realizados. Já em ação a energia consumida pelo Aeroporto de Congonhas é proveniente de fontes limpas e certificadas. Além dos projetos que incluem a reciclagem e reciclagem de resíduos sólidos (AENA, 2025).

“Em 2024, o Aeroporto de Congonhas registrou um aumento de 17% na participação de voos realizados com aeronaves mais sustentáveis e silenciosas, a exemplo dos modelos Boeing 737 Max, Airbus A320 Neo e Embraer 195-E2” (AENA, 2025, site). Em solo além da infraestrutura aeroportuária as companhias se comprometem com as reduções de GEE, a Azul Linhas Aéreas tem projetos para uma operação mais sustentável, o programa APU Zero que se constitui em utilizar fonte externa para fornecer energia às aeronaves da companhia em solo, sendo que desde seu início já reduziu em 70% o uso de combustível. A redução totaliza um consumo referente a mais de 37 mil pontes aéreas entre Rio de Janeiro e São Paulo, equivale ainda a 190 mil toneladas não emitidas de CO2 (Azul, 2025).

Uma breve pesquisa de campo no aeroporto internacional Viracopos mostra que a administradora apoia o programa e possui adaptações nos procedimentos de acoplagem da ponte de embarque para que o uso da APU seja cada vez mais reduzido em solo, assim que a aeronave chega na posição, a primeira ação ainda com a luz anticolisão acesa é de conectar o cabo de GPU da ponte ao avião, ação realizada pela manutenção, assim a APU pode ser inativa antes mesmo do calço da aeronave. A companhia ainda conta com outras iniciativas como a utilização de veículos elétricos em suas operações, são utilizadas vans elétricas para embarque e

conexão de clientes e tripulação e carros BYD para o atendimento de clientes Concierge. A LATAM possui também em seu script de redução de GEE a utilização de carros elétricos no pátio de Congonhas, uma parceria com a AUDI (AENA, 2025)

Intitulado de “Bioplanet”, o projeto do Aeroporto Internacional de Guarulhos promete transformar óleos e gorduras residuais (OGR) em Biodiesel, que será utilizado como combustível pelos ônibus que transportam passageiros no terminal. Em fase de desenvolvimento, a ação, além de contribuir para a diminuição de resíduos jogados no meio ambiente, pretende beneficiar a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Guarulhos (Coop-Reciclável). A associação ficará responsável pela coleta dos OGR nos diversos Ecopontos e PEVs (Ponto de Entrega Voluntária) que o projeto pretende instalar, além da própria coleta porta a porta. A concessionária prepara o calendário de implementação do projeto (Brasil, 2016, site).

No Aeroporto Internacional de Guarulhos, a adoção de medidas para o aumento da eficiência operacional nas operações de aproximação e decolagem deve resultar, em 2024, na redução estimada de 4.950 toneladas de CO₂. Esse volume equivale à capacidade de absorção de carbono de aproximadamente 30.648 árvores da Mata Atlântica ao longo de 20 anos. A economia de combustível associada à iniciativa corresponde a 1.565 toneladas de querosene de aviação (QAV), representando uma redução significativa de emissões e um impacto econômico estimado em R\$ 6 milhões (Aeroflap, 2024).

Esses resultados decorrem do projeto AGILE GRU, desenvolvido de forma colaborativa entre diferentes órgãos e entidades da aviação civil, incluindo DECEA, ABEAR, IATA, NAV Brasil, ANAC, SAC, GRU Airport e companhias aéreas como Gol e LATAM Brasil. O projeto incorpora práticas internacionais como a aplicação dos mínimos de separação reduzidos entre aeronaves (RRSM), que permitem o aumento seguro do fluxo de pousos e decolagens sem a necessidade de alterações na infraestrutura aeroportuária. Além da otimização operacional, a medida reforça o compromisso do setor aéreo com a sustentabilidade ambiental e com a mitigação dos impactos climáticos decorrentes das atividades aeroportuárias (ABEAR, 2024). No Aeroporto Internacional de Viracopos, foram implementadas ações significativas voltadas à eficiência energética e à sustentabilidade ambiental. Entre

essas medidas, destaca-se a adoção de um sistema de monitoramento em tempo real das grandezas elétricas, que possibilita a identificação e a correção de desperdícios, o aprimoramento do controle de cargas e do fator de potência, além de promover ganhos operacionais em eficiência e segurança. Além disso, o terminal realizou a substituição das luminárias de vapor de sódio por luminárias com tecnologia LED nos pátios 04, 05 e 06, bem como a troca das luminárias halógenas por LED na pista de pouso e decolagem. Tais ações contribuíram para a melhoria dos níveis de iluminação, aumento da segurança operacional, redução de custos e mitigação das emissões atmosféricas associadas ao consumo de energia elétrica (AENA, 2025).

A partir de 2023, o aeroporto passou a adquirir energia elétrica por meio do Mercado Livre de Energia, compensando as emissões de gases de efeito estufa relativas ao consumo de 47.294 MWh de eletricidade, o que lhe garantiu a certificação de Energia Renovável emitida pela Furnas Centrais Elétricas S.A. Em relação à gestão de resíduos, foi implantado um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) em área de acesso público, destinado ao descarte correto de resíduos eletrônicos (AENA, 2025). Desde 2021, os resíduos não recicláveis são encaminhados para uma Usina de Valorização de Resíduos Sólidos Urbanos, onde são utilizados como Combustível Derivado de Resíduos (CDR) em fornos industriais, fornalhas de siderúrgicas, metalúrgicas, indústrias de papel e cerâmicas. Complementarmente, as sobras de madeira provenientes das operações de carga são reaproveitadas na produção de pallets, mobiliário e acessórios, promovendo a reutilização de materiais e reforçando o compromisso com a sustentabilidade no setor aeroportuário (Triunfo, 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa permitiu identificar e analisar diversas ações implementadas pelas companhias aéreas e pelos aeroportos internacionais do estado de São Paulo voltadas à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), com foco nas operações de solo. Os resultados demonstram que, embora o setor da aviação seja tradicionalmente um dos grandes emissores de CO₂, medidas

progressivas vêm sendo adotadas para aumentar a eficiência ambiental e promover a melhoria da qualidade do ar nos sítios aeroportuários.

Nos aeroportos de Guarulhos, Congonhas e Viracopos foram observadas importantes iniciativas estruturais, como a utilização de pontes de embarque equipadas com fornecimento de energia e ar-condicionado, que possibilitam a substituição do uso da unidade auxiliar de potência (APU) das aeronaves, reduzindo, assim, as emissões em solo. Além disso, foi destacada a adoção de veículos elétricos no transporte interno, a implementação de sistemas de iluminação LED e a aquisição de energia limpa, bem como projetos de reaproveitamento de resíduos sólidos, contribuindo para a redução da pegada ambiental.

Em relação às companhias aéreas, verificou-se que a Azul Linhas Aéreas obteve resultados expressivos com o programa “APU Zero”, que reduziu significativamente o uso de combustível em solo, totalizando uma redução nas emissões de aproximadamente 190 mil toneladas de CO₂. Além disso, a empresa introduziu veículos elétricos em suas operações terrestres.

A LATAM, por sua vez, promoveu ações similares, utilizando veículos elétricos no pátio do aeroporto de Congonhas, em parceria com montadoras e investiu em melhorias operacionais com foco na sustentabilidade. As medidas adotadas tanto pelas operadoras aeroportuárias quanto pelas companhias aéreas têm demonstrado impacto direto na melhoria da qualidade do ar nas áreas de entorno dos aeroportos, ao reduzir a emissão de poluentes como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado. Tais iniciativas estão alinhadas aos compromissos ambientais internacionais assumidos pelo Brasil, incluindo o Acordo de Paris, e reforçam a importância da atuação conjunta entre setor público, privado e sociedade civil para o enfrentamento das mudanças climáticas.

Dessa forma, conclui-se que, embora ainda haja desafios tecnológicos e estruturais a serem superados. As ações relatadas neste estudo apontam para uma transformação gradativa e consistente do setor aéreo rumo à sustentabilidade. O engajamento das companhias aéreas e dos aeroportos em práticas ambientalmente responsáveis é essencial para garantir uma aviação mais limpa, eficiente e compatível com os objetivos globais de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ANAC. **Corsia**. 2019. Disponível em:

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

Acesso em: 16 jan. 2025

ANAC. **Inventario nacional de emissões atmosféricas da aviação civil**. 2019.

Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/inventario-nacional-de-emissoes-atmosfericas-da-aviacao-civil>. Acesso em: 11 abr. 2025

ANAC. **Organização da Aviação Civil Internacional**. 2016. Disponível em:

<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/internacional/organismos-internacionais/organizacao-da-aviacao-civil-internacional-oaci>. Acesso em: 27 maio 2025.

BBC NEWSOs **nove limites do planeta**. 2021. Disponível em:

<https://www.bbc.com/portuguese/geral-59214427>. Acesso em: 27 mar. 2025. (Figura 1).

BNDES. **Fundo Clima**. 2025. Disponível em:

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>.

Acesso em: 11 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. 2025. Disponível em:

<https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>.

Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**. 2025. Disponível em:

<https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html#portal-siteactions>. Acesso em: 21 mar. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Aviação. **Ações sustentáveis em aeroportos reduzem danos ao meio ambiente**. Disponível em:

<https://institutoaviacao.org/noticias/infraestrutura/acoes-sustentaveis-em-aeroportos-reduzem-danos-ao-meio-ambiente/>. Acesso em: 05 maio 2025.

CESCA, Joyce; MENDONÇA, Fabrício Molica de; SIQUEIRA, Paulo Henrique de Lima; CAMPOS, Fabrício Pablo Virgínio de. **A Redução de CO2 no Setor de Aviação Brasileiro**. Maio de 2023. Cadernos de Prospecção16(4):1240-1255. DOI:10.9771/cp.v16i4.50661 Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/371097859_A_Reducacao_de_CO2_no_Setor_de_Aviacao_Brasileiro. Acesso em: 28 abr. 2025.

ESTADO DE MINAS. **Transporte aéreo vive necessidade de reduzir emissões poluentes**. 2019. 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: 11 maio. 2025.

EXAME. **TAM testa com sucesso 1º voo experimental com biocombustível.** 2012. Disponível em: <https://exame.com/mundo/tam-testa-com-sucesso-1o-vo-experimental-com-biocombustivel/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa.** 4ª. ed. São Paulo, Atlas, 2002.

G1. Gabriela Garin. **Gol faz voo experimental com bioquerosene.** 2012. Disponível em <https://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2012/06/gol-faz-vo-experimental-com-bioquerosene.html>. Acesso em: 27 maio 2025.

G1. Isabela Leite. **Azul faz voo experimental usando combustível à base de cana.** 2012. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2012/06/azul-faz-vo-experimental-usando-combustivel-base-de-cana-de-acucar.html>. Acesso em: 27 abr. 2025.

ICAO. **A história postal da ICAO.** 2025. Disponível em: https://applications.icao.int/postalhistory/annex_16_environmental_protection.htm. Acesso em: 22 abr. 2025.

ONU. **Marcos Ambientais: Uma linha do tempo do PNUMA aos 50.** 2025. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/marcos-ambientais-uma-linha-do-tempo-do-pnuma-aos-50>. Acesso em: 20 maio 2025.

ONU. **Concentrações globais de CO2 atingem novo recorde.** 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/11/1695581> . Acesso em: 25 abr. 2025.

PLANETARY HEALTH CHECK. **Status do Sistema Terrestre.** 2024. Disponível em: <https://www.planetaryhealthcheck.org> . Acesso em: 25 maio 2025.

PONTES, Christina. **Origem e evolução do conceito de sustentabilidade.** Politize!. 2022. Disponível em: <https://www.politize.com.br/origem-e-evolucao-do-conceito-de-sustentabilidade/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

RICHARDSON, Catarina *et al.*, **Terra além de seis dos nove limites planetários.** 2023. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh2458>. Acesso em: 25 abr. 2025.

ROVERE, E. L.L, O Brasil e a COP-21. *In*: VICENTE, M. (Org.). **Cadernos Adenauer xvii, nº 2.** Mudanças climáticas: o desafio do século. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, agosto 2016, p 7-8. Disponível em: <https://www.centroclima.coppe.ufrj.br/index.php/br/destaque/noticias/2-o-resultado-da-cop-21>. Acesso em: 16 maio 2025.

SENADO FEDERAL. Agência Senado. **Protocolo de Kioto.** 2025. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/protocolo-de-kyoto>. Acesso em: 13 abr. 2025

SILVA, Vitor Ricardo Fiuza. **Impactos das emissões de gases de efeito estufa e estratégias de sustentabilidade na aviação.** PUC. 2023. Disponível em:

<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/7106> . Acesso em: 21 maio 2025.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. **A Pesquisa Bibliográfica: Princípios e fundamentos**, 2021, p.66. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336/1441>. Acesso em: 20 abr. 2025.

STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE. Universidade de Estocolmo. **Limites Planetários**. 2023. Disponível em: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> .Acesso em: 19 abr. 2025.

UFMG. Biblioteca Prof. Lydio Bandeira de Mello: **“Quais são os instrumentos de coleta de dados de pesquisa?”**. 2021. Disponível em: <https://biblio.direito.ufmg.br/?p=5116> . Acesso em: 12 abr. 2025.

VANTZING, W. de P., HENKES, J. A. (2024). Uma análise da Reforma Tributária em tramitação no Congresso Nacional e as possíveis consequências na Aviação Civil. **Revista Brasileira De Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, 4(4), 236–259. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/284>. Acesso em: 29 abr. 2025.

VICK, Mariana. **O que são limites planetários. E quais já foram cruzados**. 2024. Disponível em: <https://www.nexojournal.com.br/expresso/2024/05/25/limites-planetarios-o-que-sao> Acesso em: 25 abr. 2025.

WORD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. (ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL). **Gases com efeito de estufa**. 2025. Disponível em: <https://wmo.int/topics/greenhouse-gases> Acesso em: 27 abr. 2025.

ISSN 2763-7697

