

**XXXI CONGRESSO NACIONAL DO  
CONPEDI BRASÍLIA - DF**

**DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E  
SOCIOAMBIENTALISMO III**

**GINA VIDAL MARCILIO POMPEU**

**ROGERIO BORBA**

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

**Diretoria - CONPEDI**

**Presidente** - Profa. Dra. Samyra Haydée Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

**Diretor Executivo** - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

**Vice-presidente Norte** - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

**Vice-presidente Centro-Oeste** - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

**Vice-presidente Sul** - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

**Vice-presidente Sudeste** - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

**Vice-presidente Nordeste** - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

**Representante Discente:** Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

**Conselho Fiscal:**

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

**Secretarias**

**Relações Institucionais:**

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

**Comunicação:**

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

**Relações Internacionais para o Continente Americano:**

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

**Relações Internacionais para os demais Continentes:**

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

**Eventos:**

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

**Membro Nato** - Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

D597

DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO III [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Gina Vidal Marcilio Pompeu, Rogerio Borba – Florianópolis: CONPEDI, 2024.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-038-0

Modo de acesso: [www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br) em publicações

Tema: Saúde: UM OLHAR A PARTIR DA INOVAÇÃO E DAS NOVAS TECNOLOGIAS

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito ambiental e agrário. 3. Socioambientalismo. XXXI Congresso Nacional do CONPEDI Brasília - DF (3: 2024 : Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI BRASÍLIA - DF**

### **DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO III**

---

#### **Apresentação**

Temos a satisfação de apresentar a publicação do conjunto de artigos aprovados e devidamente apresentados no GT DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO III, durante o XXXI CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI BRASÍLIA - DF, congregando temas relevantes e atuais que bem representam a qualidade, seriedade e profundidade da pesquisa produzida nos Programas de Pós-Graduação em Direito, agregando docentes e discentes de praticamente todas as regiões do País, que por meio deste grande e diversificado Congresso ,promovido anualmente pelo CONPEDI, proporcionam a divulgação de suas pesquisas e momentos memoráveis de debates e ricos aprendizados. Para o desfrute dos leitores segue a lista de artigos apresentados e publicados:

O primeiro trabalho, intitulado DIREITO AMBIENTAL TRIBUTÁRIO E O IMPOSTO SELETIVO NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DO BRASIL, de autoria de Andreia Ponciano de Moraes Joffily, Eneidino Januario De Miranda E Silva e Fabrício Meira Macêdo, analisou a interseção entre Direito Ambiental e Direito Tributário no contexto da transição energética no Brasil, com ênfase no papel do Imposto Seletivo como ferramenta de política fiscal especificamente as normas constitucionais e a literatura pertinente, para investigar como a tributação pode promover práticas econômicas mais sustentáveis e desincentivar o uso de tecnologias poluentes, concluindo que o Imposto Seletivo, se implementado adequadamente, pode ser eficaz na descarbonização da matriz energética brasileira, estimulando a adoção de fontes de energia renováveis.

Em seguida tivemos o trabalho EXPLORAÇÃO PETROLÍFERA NA BACIA AMAZÔNICA, IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E A NECESSIDADE DE POLÍTICAS PÚBLICAS EFICAZES PARA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA, de autoria de Bruna Kleinkauf Machado e Natasha Victória Chaves Marques, examinando os impactos socioeconômicos da exploração de petróleo na Bacia Amazônica, detalhando os efeitos ambientais e sociais resultantes, e argumentando a favor da implementação de políticas públicas que incentivem a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis.

Já o trabalho EMPRESAS TRANSNACIONAIS E DIREITO: CHANTAGEM LOCACIONAL E O “VÁCUO JURÍDICO” À LUZ DOS CONCEITOS DE HANS JONAS, de autoria de Pedro Gustavo Gomes Andrade e Janaína Aparecida Julião, explorou as práticas das empresas transnacionais no contexto da globalização, com foco na chantagem

locacional e no vácuo jurídico que permite a essas corporações operar à margem das regulações estatais e internacionais a partir da ética da responsabilidade de Hans Jonas, oferecendo uma análise crítica das dinâmicas de poder e pressão que caracterizam a relação entre essas empresas e os Estados, destacando como a chantagem locacional contribui para a deterioração das condições ambientais e sociais, especialmente em países em desenvolvimento.

Após, tivemos o trabalho intitulado **CRISE CLIMÁTICA E CRISE CONSTITUCIONAL: UMA POSSIBILIDADE TEÓRICA**, de Bruna Veríssimo Lima Santos, que buscou responder se poderia a crise climática ensejar um estado de crise constitucional, argumentando, a partir da tipologia proposta por Levinson e Balkin, que o agravamento da crise climática pode desencadear crises constitucionais de diferentes tipos, em especial as crises de tipo dois, em que a fidelidade ao texto constitucional poderia levar a respostas inadequadas ao enfrentamento da crise climática, e de tipo três, na qual desacordos levariam os agentes políticos a atuação de forma extraordinária, afastando-se da resolução do problema, discutindo ainda o papel do Supremo Tribunal Federal (STF) na governança climática, concluindo que a crise climática apresenta elementos que podem suscitar processos tanto de apodrecimento constitucional (constitutional rot) quanto de crise.

O trabalho intitulado **AVIAÇÃO COMERCIAL E SUSTENTABILIDADE: POLÍTICAS DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS**, de autoria de Danila Daniel Da Rocha Reis, Devanir Caetano Marques Filho e Caio Augusto Souza Lara, analisa a eficácia das políticas de compensação ambiental adotadas pelas empresas aéreas para mitigar a poluição atmosférica causada pela aviação comercial, especificamente na inadequação dessas políticas em relação à magnitude dos impactos ambientais gerados pelas emissões do setor, proporcionando subsídios importantes para o desenvolvimento de regulamentações mais robustas e eficazes, além de promover a implementação de práticas mais sustentáveis no setor aéreo.

Em seguida tivemos o trabalho intitulado **CALAMIDADE PÚBLICA NO RIO GRANDE DO SUL EM 2024, MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O VALOR DAS INFORMAÇÕES, DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E DO GEODIREITO**, de Talissa Truccolo Reato, que analisou fatores que culminaram no estado de calamidade pública no Rio Grande do Sul em 2024 relacionados com a gestão de desastres, mudanças climáticas, desinformação, transição energética e geodireito, questionando-se quais foram os principais aspectos envolvidos nas recentes enchentes no território gaúcho e os principais sistemas para responder a crise climática. Concluindo-se que é necessário um planejamento robusto que priorize a mitigação dos efeitos, fundamentado em informações precisas e

confiáveis, na transição energética e no uso das ferramentas do geodireito, sobretudo porque há uma negligência preventiva e insuficiência de ações globais contra as mudanças climáticas.

O trabalho **AS ATAS NOTARIAIS AMBIENTAIS E AS NOVAS TECNOLOGIAS**, de autoria de Aflaton Castanheira Maluf, Flávio Ribeiro Furtunato e Elcio Nacur Rezende, buscando apresentar referenciais sobre a atuação dos Tabeliães de Notas no enfrentamento dos danos ambientais, através de ações presenciais com suporte em novas tecnologias.

Seguimos com o trabalho **ANTROPOCENO E PÓS-HUMANISMO APORTES CRÍTICOS DESDE AS EPISTEMOLOGIAS DO SUL**, de Camilo de Lélis Diniz de Farias e Ronaldo Do Nascimento Monteiro Júnior, trazendo para o debate pós-humanista as contribuições das epistemologias do Sul, conjunto de saberes oriundos de povos e culturas invisibilizadas e vitimadas pelos processos coloniais e pelo capitalismo global, abordando como possíveis contribuições para a construção de novos paradigmas a relação de indissociabilidade entre homem e natureza na tradição ameríndia, a filosofia do bem-viver e o reconhecimento da condição de sujeito de direitos da natureza, expressas nas constituições do Equador e Bolívia, e seus reflexos no âmbito da Corte Interamericana de Direitos Humanos, cujas decisões e opiniões consultivas na seara ambiental relacionam-se diretamente com a atuação dos povos indígenas e tradicionais da América Latina

Tivemos também o trabalho intitulado **O USO DOS RECURSOS NATURAIS POR PARTE DAS EMPRESAS TRANSNACIONAIS E O DIREITO DE PROPRIEDADE NA CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA**, de autoria de Fabrício Meira Macêdo e Andreia Ponciano de Moraes Joffily, explorando a intersecção entre o direito constitucional de propriedade e o uso dos recursos naturais por empresas transnacionais no Brasil, com ênfase na urgência de promover um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental, destacando a importância fundamental do desenvolvimento sustentável, tratado no relatório Brundtland e adotado na Constituição Federal, a partir do desenvolvimento dos princípios da ordem econômica, que obriga tanto o governo quanto a sociedade a preservar o meio ambiente para o presente e o futuro, a partir de uma visão antropocêntrica, concluindo pela necessidade premente de uma legislação atualizada que permita um uso responsável dos recursos naturais, incentivando investimentos que promovam o desenvolvimento econômico sem comprometer a sustentabilidade ambiental, garantindo assim a qualidade de vida das futuras gerações e respeitando o princípio da dignidade humana.

O trabalho **ANÁLISE JURÍDICO-POLÍTICA ACERCA DAS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO, RESILIÊNCIA E ADAPTABILIDADE NO CONTEXTO DAS**

EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS, de autoria de João Hélio Ferreira Pes, Elany Almeida de Souza e Micheli Capuano Irigaray analisou as medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, tendo como parâmetro eventos extremos recentes como os do Rio Grande do Sul, em que se verificou a inefetividade das políticas responsáveis por implementar medidas para reduzir a vulnerabilidade e a exposição a riscos climáticos, apontando quais estratégias de mitigação, resiliência e adaptabilidade são as adequadas nesse contexto de emergências climáticas, verificando-se que a Cooperação local, regional e global, apesar de desafiadora, é a única alternativa para a segurança climática no planeta.

Continuando, foi apresentado o trabalho ANÁLISE COMPARATIVA DAS NORMAS DE DIREITO AMBIENTAL SOBRE AGROTÓXICOS, de João Hélio Ferreira Pes e Jaci Rene Costa Garcia, abordando o tema dos agrotóxicos frente a necessária proteção do meio ambiente, realizando uma análise comparativa das normas de direito ambiental, especificamente quanto ao uso e comercialização de agrotóxicos no Brasil, com a legislação de outros países, notadamente da União Europeia e dos Estado Unidos da América, concluindo pela viabilidade de normas que vigoram em outros países servirem de parâmetro para o ordenamento jurídico brasileiro.

O trabalho intitulado A RELAÇÃO ENTRE A LEI DE SOFTWARE E O MARCO CIVIL DA INTERNET À QUESTÃO AMBIENTAL: UM MARCO PARA O MUNDO DIGITAL SUSTENTÁVEL, de Jéssica Dayane Figueiredo Santiago, Nelcy Renata Silva De Souza e Patrícia Fortes Attademo Ferreira, examinou a importância de relacionar a sustentabilidade no desenvolvimento de software diante das exigências climáticas, que desafiam a eficiência energética, minimização no uso de recursos naturais e longevidade de produtos para o direito das presentes e futuras gerações de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, demonstrando que a lei de Software define parâmetros para o desenvolvimento de softwares eficientes, seguros e acessíveis, e estabelecer uma base sólida para alinhar a inovação tecnológica para sustentabilidade ambiental e social e a possibilidade de adoção de práticas sustentáveis diante da integração com as demais legislações do ordenamento brasileiro, cuja conclusão apontando que a legislação brasileira não apenas regulamenta o desenvolvimento de software, como também orienta e incentiva um caminho digital mais verde em análise conjunta do ordenamento jurídico para o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Tivemos ainda o trabalho ANÁLISE DO RECURSO ESPECIAL Nº 1.854.120 DO STJ E SUA APLICABILIDADE NOS CONTRATOS AGRÁRIOS TÍPICOS, de Marcelle Chicarelli da Costa, Gustavo Roberto Dias Tonia e Daniela Braga Paiano, buscou relacionar o Direito de Retenção aos contratos agrários típicos, sob a luz do Recurso Especial nº 1.854.120 do Superior Tribunal de Justiça, no qual se discute sobre o dever do possuidor de

pagar pela utilização do imóvel – aluguel ou taxa de ocupação – enquanto exerce o direito de retenção em face de eventuais benfeitorias realizadas.

Já o trabalho intitulado O IMPACTO DO NEGACIONISMO CLIMÁTICO NOS DIREITOS HUMANOS E A INFLUÊNCIA DOS THINK TANKS, de autoria de Sébastien Kiwonghi Bizawu e Edimar Lúcio de Souza, analisou o impacto do negacionismo climático em questões relacionadas aos direitos humanos a partir da influência dos think tanks, considerando-se, especialmente, as comunidades vulneráveis que merecem mais garantia e proteção, concluindo-se que seus efeitos comprometem a saúde e o bem-estar das populações atuais, e violam os direitos das futuras gerações a um ambiente saudável e sustentável.

O trabalho O DIREITO À CIDADE: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL OBSTÁCULOS PARA OS PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS/AM, de Nelcy Renata Silva De Souza, Roselma Coelho Santana e Ruan Patrick Teixeira Da Costa, analisou os planos diretores municipais da Região Metropolitana de Manaus–AM, no espaço urbano, se estão conforme o Estatuto da Cidade e com as questões ambientais, indicando que, apesar de parte dos municípios da Região Metropolitana de Manaus–AM possuírem um Plano Diretor Municipal, a apresentam efetividade apenas no cenário jurídico formal, e não possuem a efetividade no âmbito socioambiental, concluindo-se pela necessária revisão dos planos diretores para atender a Nova Agenda Urbana e as questões socioambientais, com a possibilidade de articulação com outros instrumentos previstos na legislação estadual e federal e a colaboração da comunidade para o bem-estar da população e do meio ambiente do direito às cidades sustentáveis.

Seguimos com o trabalho intitulado GESTÃO PARTICIPATIVA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: REFLEXÕES SOBRE A ATUAÇÃO DO CONSELHO CONSULTIVO DO PARQUE ESTADUAL DO SUMIDOURO, de autoria de Élica Viveiros, Edimar Lúcio de Souza e Lyssandro Norton Siqueira, analisando a atuação da participação social e gestão participativa em UCs (Unidades de Conservação) a partir da atuação do Conselho Consultivo do Parque Estadual do Sumidouro no biênio de 2022 a 2024, concluindo-se que a gestão participativa do Parque Estadual do Sumidouro e Monumentos apresenta um processo de gestão participativa em construção, sendo necessário ultrapassar as deficiências de alinhamento e comunicação entre os órgãos gestores, considerando e diminuindo a distância entre as comunidades e a Unidade de Conservação, com ações diretas que impactem na participação das comunidades locais e da sociedade civil organizada nos processos de tomada de decisão.

Finalizando uma profícua tarde de trocas de saberes, tivemos o trabalho **INDIVISIBILIDADE DA PROPRIEDADE RURAL NO PROCESSO SUCESSÓRIO**, de autoria de Marcelle Chicarelli da Costa, Gustavo Roberto Dias Tonia e Daniela Braga Paiano, analisando a questão da indivisibilidade da propriedade rural em parte inferior a fração mínima de parcelamento frente a questão sucessório, concluindo-se que a indivisibilidade em nada afeta o direito de propriedade, apenas resguardando o interesse público e a função social.

Com a certeza de que esta publicação fornece importantes instrumentos para que pesquisadores e aplicadores do Direito somem aos seus conhecimentos, os organizadores desta obra prestam sua homenagem e agradecimento a todos que contribuíram para esta louvável iniciativa do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito (CONPEDI) e, em especial, a todos os autores que participaram da presente coletânea.

Prof. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu Universidade de Fortaleza

Prof. Dr. Rogério Borba Centro Universitário UNIFACVEST



**AVIAÇÃO COMERCIAL E SUSTENTABILIDADE: POLÍTICAS DE  
COMPENSAÇÃO AMBIENTAL E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS**

**COMMERCIAL AVIATION AND SUSTAINABILITY: ENVIRONMENTAL  
COMPENSATION POLICIES AND IMPACT MITIGATION**

**Danila Daniel Da Rocha Reis <sup>1</sup>**  
**Devanir Caetano Marques Filho <sup>2</sup>**  
**Caio Augusto Souza Lara <sup>3</sup>**

**Resumo**

O presente artigo objetiva analisar a eficácia das políticas de compensação ambiental adotadas pelas empresas aéreas para mitigar a poluição atmosférica causada pela aviação comercial. O problema central reside na inadequação dessas políticas em relação à magnitude dos impactos ambientais gerados pelas emissões do setor. Utilizou-se no trabalho o raciocínio da metodologia dedutiva, de pesquisa bibliográfico-descritiva para contribuir aos estudos e reflexões sobre o problema em questão. As políticas atuais de compensação ambiental frequentemente não são suficientes para neutralizar completamente os impactos negativos das emissões. Embora existam esforços para reduzir as emissões através de tecnologias mais eficientes e combustíveis alternativos, estas iniciativas ainda encontram barreiras significativas. O programa CORSIA representa um progresso, mas enfrenta desafios em sua implementação e aceitação global. A adoção de tecnologias limpas, como hidrogênio e combustíveis sustentáveis para aviação (SAF), também enfrenta obstáculos econômicos e técnicos. justifica-se pela relevância contemporânea, dado o aumento das emissões atmosféricas decorrentes da intensificação dos voos comerciais. A pesquisa proporciona subsídios importantes para o desenvolvimento de regulamentações mais robustas e eficazes, além de promover a implementação de práticas mais sustentáveis no setor aéreo.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento sustentável, Compensação ambiental, Aviação, Impactos, Mitigação, Mudanças climáticas

**Abstract/Resumen/Résumé**

This article aims to analyze the effectiveness of environmental compensation policies adopted by airlines to mitigate atmospheric pollution caused by commercial aviation. The

---

<sup>1</sup> Mestranda em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela Escola Superior Dom Helder Câmara. Pós-graduada em Análises Clínicas. Bacharela e licenciada em Ciências Biológicas. Professora.

<sup>2</sup> Pós-Graduando em Smart Factory, na Escola Faculdade SENAI SP. Engenheiro de Controle e Automação. Analista de Tecnologia III do Sistema FIEMG. Coordenador da equipe SENAI Centro 4.0.

<sup>3</sup> Pró-Reitor de Pesquisa da Escola Superior Dom Helder Câmara. Membro da Diretoria do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito – CONPEDI.

central issue lies in the inadequacy of these policies concerning the magnitude of the environmental impacts generated by sector emissions. The study employed deductive reasoning and bibliographic-descriptive research methodology to contribute to the studies and reflections on the issue at hand. Current environmental compensation policies are often insufficient to fully neutralize the negative impacts of emissions. Although efforts are being made to reduce emissions through more efficient technologies and alternative fuels, these initiatives still face significant barriers. The CORSIA program represents progress but faces challenges in its implementation and global acceptance. The adoption of clean technologies, such as hydrogen and sustainable aviation fuels (SAF), also encounters economic and technical obstacles. The relevance of this study is justified by the contemporary increase in atmospheric emissions resulting from the intensification of commercial flights. The research provides important support for the development of more robust and effective regulations and promotes the implementation of more sustainable practices in the aviation sector.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Sustainable development, Environmental compensation, Aviation, Impacts, Mitigation, Climate change

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O tema da proteção do meio ambiente tornou-se evidente de forma crescente em todo o mundo desde a metade do século XX. As demandas socioambientais emergentes nas últimas décadas provocaram transformações significativas no modo de pensar das pessoas em relação aos recursos naturais, antes considerados inesgotáveis. Desastres ambientais, as mudanças climáticas, a possibilidade de esgotamento da água potável e a realidade da existência de uma crise energética, fizeram com que a pauta ambiental fosse abordada escala global.

A preocupação com o meio ambiente e as políticas para mitigar os impactos ambientais causados pela ação humana têm se tornado cada vez mais relevantes. Em muitos casos, essas políticas necessitam de coordenação e organização em âmbito internacional para serem efetivas, pois a poluição local pode ter consequências em várias partes do planeta

A sustentabilidade foi incorporada ao contexto organizacional, e muitas empresas têm investido em políticas que promovem o desenvolvimento sustentável dos negócios, buscando equilibrar as necessidades humanas com as demandas ambientais, enfatizando a melhoria da qualidade de vida, o bem-estar da população e a preservação dos recursos naturais e ecossistemas

A aviação comercial tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento econômico global, facilitando o comércio internacional, o turismo e as conexões culturais. No entanto, esse crescimento exponencial tem vindo acompanhado de impactos ambientais significativos, particularmente no que diz respeito à poluição atmosférica. As aeronaves emitem uma variedade de poluentes, incluindo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), enxofre (SO<sub>x</sub>), material particulado e vapor d'água, que contribuem para o aquecimento global, a degradação da qualidade do ar e problemas de saúde pública.

Dada a crescente preocupação com as mudanças climáticas e a sustentabilidade ambiental, a necessidade de políticas eficazes para mitigar os impactos da poluição atmosférica gerada pela aviação torna-se cada vez mais premente. As empresas aéreas, como principais agentes nesse setor, dizem adotar diversas políticas de compensação ambiental como uma forma de minimizar seu impacto ambiental. No entanto, a eficácia dessas políticas e sua conformidade com as legislações vigentes são temas de intenso debate e análise.

O problema central abordado neste artigo é: será que o esforço das empresas aéreas para mitigar a poluição ambiental causada pelas aeronaves tem sido suficiente para compensar a poluição atmosférica gerada pelo setor?

Parte-se da hipótese de que as políticas de compensação ambiental e sustentabilidade implementadas pelas empresas aéreas não são suficientes para compensar o tamanho do dano ambiental cometido por elas. Embora exista a preocupação com a redução das emissões de poluentes atmosféricos, as políticas adotadas não contribuem significativamente para a mitigação dos impactos ambientais da aviação comercial. Sendo que hoje é possível que as empresas de ligadas a aviação invistam em tecnologias limpas, como motores de aeronaves mais eficientes e combustíveis alternativos, que podem produzir um impacto positivo mensurável na redução das emissões de poluentes atmosféricos no setor da aviação comercial.

A poluição atmosférica por aeronaves representa um desafio multidimensional que exige uma abordagem integrada, combinando esforços técnicos, jurídicos e políticos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar a existência e eficácia das políticas de compensação ambiental adotadas pelas empresas aéreas em relação à mitigação da poluição atmosférica gerada pelo setor da aviação comercial. Pretende-se investigar se essas políticas são suficientes para neutralizar os impactos ambientais causados pelas emissões de poluentes provenientes das aeronaves, bem como avaliar a conformidade dessas iniciativas com as legislações ambientais vigentes e os padrões internacionais de sustentabilidade.

Justifica-se esse trabalho pela sua relevância contemporânea, dada a intensificação dos voos comerciais e o aumento consequente das emissões atmosféricas. Ademais, a análise das políticas de compensação ambiental é crucial para entender se estas estão efetivamente mitigando os impactos negativos da aviação sobre o meio ambiente e se estão em conformidade com as regulamentações internacionais e nacionais. A avaliação crítica dessas políticas pode fornecer subsídios importantes para o desenvolvimento de regulamentações mais robustas e eficazes, bem como para a implementação de práticas mais sustentáveis no setor aéreo. Para tanto, utiliza-se o raciocínio da metodologia dedutiva, de pesquisa bibliográfico-descritiva para contribuir aos estudos presentes neste artigo.

## **2. HISTÓRICO DE CONVENÇÕES E TRATADOS SOBRE ACÚMULO DE CO<sub>2</sub> E MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Desde a metade do século XX, a preocupação com o meio ambiente e a gestão das emissões de CO<sub>2</sub> têm sido objeto de diversas convenções, tratados e eventos internacionais. Esses esforços visam mitigar as mudanças climáticas e estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Este texto apresenta um resumo dos principais eventos e acordos que moldaram a agenda climática global, destacando a interconexão entre eles.

A Conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano de 1972 marcou o início da governança ambiental global. Este foi o primeiro grande encontro internacional focado no meio ambiente, resultando na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que tem desempenhado um papel crucial na coordenação das atividades ambientais em todo o mundo (UNEP, 1972). Esse evento pavimentou o caminho para futuras negociações e acordos internacionais.

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio 92, foi um marco importante que culminou na adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). A UNFCCC estabeleceu um quadro para a cooperação internacional em questões climáticas, com o objetivo de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera a um nível que prevenisse interferências perigosas no sistema climático (UNFCCC, 1992).

Já em 1997, durante a COP 3 em Quioto, Japão, foi adotado o Protocolo de Quioto. Este protocolo estabeleceu metas obrigatórias de redução de emissões de gases de efeito estufa para os países desenvolvidos e introduziu mecanismos de mercado como o Comércio de Emissões e os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). O Protocolo de Quioto, que entrou em vigor em 2005, foi um passo significativo para a implementação dos objetivos da UNFCCC (UNFCCC, 1997).

Apesar dos avanços, a COP 15, realizada em 2009 em Copenhague, Dinamarca, não conseguiu produzir um acordo vinculativo. No entanto, o Acordo de Copenhague reconheceu a necessidade de limitar o aumento da temperatura global a menos de 2°C, refletindo um consenso global sobre a urgência das ações climáticas (UNFCCC, 2009). Essa conferência destacou a necessidade de um compromisso mais forte, o que levou a negociações mais intensas nos anos seguintes.

Segundo UNFCCC (2015), o ponto de virada ocorreu em 2015, com a adoção do Acordo de Paris durante a COP 21 em Paris, França. Este tratado internacional vinculativo visa limitar o aumento da temperatura global a bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais, com esforços para limitar o aumento a 1,5°C. O Acordo de Paris introduziu um sistema de

revisão das contribuições nacionais para o clima (NDCs), promovendo uma abordagem colaborativa e transparente.

Em 2018, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) publicou o Relatório Especial sobre Aquecimento Global de 1,5°C, destacando as diferenças significativas nos impactos entre um aumento de temperatura de 1,5°C e 2°C. Este relatório enfatizou a necessidade urgente de ações para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases de efeito estufa, reforçando os objetivos do Acordo de Paris (IPCC, 2018).

A COP 26, realizada em 2021 em Glasgow, Reino Unido, focou na implementação do Acordo de Paris. Este evento resultou em novos compromissos de redução de emissões, incluindo promessas para eliminar o carvão, reduzir metano e financiar a adaptação climática em países em desenvolvimento. A COP 26 reforçou o compromisso global com as metas de Paris e introduziu medidas práticas para alcançá-las (UNFCCC, 2021). Na sequência, a COP 27, realizada em 2022 em Sharm El Sheikh, Egito, continuou a implementação do Acordo de Paris. Uma das principais realizações foi o estabelecimento de um fundo para perdas e danos climáticos, apoiando países vulneráveis que enfrentam impactos climáticos severos. Este fundo é uma resposta direta às crescentes demandas por justiça climática e solidariedade internacional (UNFCCC, 2022).

Embora focado principalmente na biodiversidade, o Protocolo de Nagoya de 2010 aborda questões relacionadas ao uso sustentável dos recursos genéticos e à equidade na repartição dos benefícios, que têm implicações indiretas na gestão das mudanças climáticas (CBD, 2010). Esse protocolo complementa os esforços globais de sustentabilidade e conservação ambiental.

### **3. AVIAÇÃO NO BRASIL: CONTRIBUIÇÕES ECONÔMICAS E NECESSIDADE DE SUSTENTABILIDADE**

A aviação é um pilar essencial para o comércio internacional e o turismo no Brasil. O setor de aviação contribui significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, gerando empregos diretos e indiretos (IATA, 2019). Dada a vasta extensão territorial do Brasil, a aviação é fundamental para conectar regiões remotas e facilitar o transporte de pessoas e mercadorias. Isso é particularmente importante para áreas com infraestrutura terrestre limitada, promovendo a integração econômica e social do país (BNDES, 2022). Outro aspecto positivo da aviação se dá em sua importância social, proporcionando o aumento da mobilidade e

acessibilidade, permitindo que pessoas de diferentes regiões do Brasil se conectem de maneira eficiente. Em emergências, como desastres naturais, a aviação desempenha um papel crítico no fornecimento rápido de ajuda humanitária e na evacuação de áreas afetadas. A capacidade de resposta rápida é essencial para minimizar os impactos negativos de tais eventos (ANAC, 2023). Em um mundo globalizado, com o avanço cada vez maior da tecnologia e as demandas sociais da atualidade é indiscutível a importância do transporte aéreo de forma que se pode considerá-lo essencial.

Embora a aviação seja vital para o desenvolvimento econômico e social do Brasil, ela também enfrenta desafios significativos em termos de impactos ambientais. As emissões de poluentes atmosféricos, como CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, contribuem para as mudanças climáticas e a degradação da qualidade do ar. Sendo que o setor de aviação tem participação importante nas emissões de gases causadores do efeito estufa (Gore, 2006).

Estima-se que a aviação em geral seja responsável por emitir apenas 2,0% de todo o CO<sub>2</sub> presente na atmosfera, este percentual pode chegar a 3% em 2050, devido ao aumento do tráfego aéreo em todo o mundo (Betiolo *et al*, 2015).

Para Barbosa (2008), o desenvolvimento sustentável é baseado em três pilares: economia, sociedade e meio ambiente. O intuito é promover o equilíbrio de interesses para produzir resultados com benefícios sociais, ambientais e econômicos. Mello e Eller (2010), descrevem que a aviação civil, tanto no Brasil quanto globalmente, tem o potencial de contribuir significativamente para a sustentabilidade por meio da implementação de políticas e práticas que priorizem a segurança e a preservação ambiental.

No contexto da aviação, a crescente preocupação com o meio ambiente e as políticas destinadas a mitigar os impactos ambientais da atividade humana têm se tornado cada vez mais relevantes. A eficácia dessas políticas frequentemente requer coordenação e organização em escala global, dado que a poluição local pode ter repercussões em outras regiões do planeta. Além de sua dimensão global, a poluição gerada pela aviação é comumente considerada uma externalidade negativa, ou seja, uma falha de mercado onde os custos associados a subprodutos como as emissões de dióxido de carbono não são arcados pelos emissores, companhias aéreas ou operadores aéreos, mas sim impostos a terceiros ou disseminados pela sociedade.

Para corrigir essa externalidade, é crucial que se atribua um custo às emissões de carbono, fazendo com que o impacto ambiental seja internalizado pelo emissor. Por exemplo por meio da tributação das emissões de carbono ou pela criação de mercados de carbono, pela busca de novas tecnologias e combustíveis, pela adoção de novas diretrizes internacionais com

vistas na diminuição de emissão de gases de efeito estufa. Essas abordagens buscam assegurar que os custos ambientais sejam refletidos no custo de operação das empresas aéreas, incentivando práticas mais sustentáveis e contribuindo para a redução da poluição atmosférica.

#### **4. CORSIA COMO PROGRAMA DE MITIGAÇÃO NA AVIAÇÃO: ANÁLISE DA ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CARBONO**

Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), em seu anexo do volume IV, trata da Proteção Ambiental, estabelecendo o Mecanismo de Redução e Compensação de Emissões da Aviação Internacional (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation – CORSIA), um programa que visa estabilizar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) das atividades da aviação aérea internacional na média do biênio 2019–2020, mesmo com o crescimento previsto da atividade para as próximas décadas nos estudos sobre o setor (ICAO, 2020a).

Estudos sobre mudanças climáticas e acordos internacionais, como o Protocolo de Kyoto (1997) e o Acordo de Paris (2015), trazidos pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), destacam a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em atividades econômicas. Os acordos estabeleceram mecanismos para o mercado de créditos de carbono, permitindo a redução global de GEE através do financiamento de projetos, especialmente em países em desenvolvimento. O CORSIA é a proposta da ICAO para reduzir as emissões da aviação internacional, atendendo tanto ao desenvolvimento contínuo da aviação civil quanto aos compromissos de redução de GEE assumidos nos acordos internacionais.

De acordo com Rodrigues e Henkes (2021), o programa começou a funcionar em 2019, com as companhias aéreas medindo suas emissões de carbono e reportando esses dados às autoridades dos países membros da ICAO. Em 2020, a medição continuou para estabelecer a linha de base das emissões. Entre 2021 e 2026, ocorrerá a fase piloto e a primeira fase do programa, na qual apenas países voluntários deverão manter ou compensar suas emissões para não ultrapassar a linha de referência. O Brasil optou por não participar dessas fases voluntárias, sendo obrigado apenas a reportar as emissões de suas operadoras aéreas internacionais. A partir de 2027, todos os países membros, exceto alguns com participação muito pequena na aviação internacional, terão que manter suas emissões no nível de referência e compensar qualquer excesso. O Brasil terá participação obrigatória nessa fase.



Rodrigues e Henkes (2021), relatam ainda que embora haja evolução tecnológica das aeronaves e motores, junto com um planejamento operacional mais eficiente, possa reduzir as emissões por voo, essas reduções não acompanham o ritmo acelerado de crescimento da atividade aérea. Com as tecnologias atuais a ação com maior potencial para reduzir as emissões de GEE na aviação seria a adoção de combustíveis sustentáveis, pois são capazes de reduzir pelo menos 80% a emissão de GEE no ciclo de vida completo, quando comparados com os combustíveis fósseis, mas atualmente a produção desses combustíveis cobre menos de 1% da demanda das aeronaves, embora seja insuficiente para que redução atinja as metas pretendidas (IATA, 2019c).

O CORSIA estabelece que todos os operadores da aviação civil com emissões anuais maiores do que 10.000 toneladas de CO<sub>2</sub> devem reportar suas emissões anuais a partir de 1 de janeiro de 2019 feitas pelo uso de aeronaves com massa máxima de decolagem certificada maior do que 5.700 kg em voos internacionais (Rodrigues; Henes, 2021).

O CORSIA foi concebido para ser temporário (de 2021 a 2035) e complementar a outras medidas de redução de emissões de carbono, como o avanço de tecnologia das aeronaves, aprimoramento operacional e uso de combustíveis alternativos e sustentáveis (OACI, 2016b). O programa é revisado a cada 3 anos a partir de 2022, e em 2032 deverá ser feita uma revisão especial para determinar o encerramento do programa, sua continuidade ou adaptações após 2035. Para além do programa, a aviação mundial está comprometida também com a redução das emissões até o ano 2050 para 50% dos níveis medidos em 2005 (IATA, 2019a).

Sendo assim, o CORSIA é ao mesmo tempo um marco para o almejado crescimento neutro de carbono, vez que dá a linha de base acima da qual o crescimento das emissões de carbono deve ser compensado, bem como permite que as emissões a serem compensadas o sejam por meio de créditos de carbono, que podem ser livremente comercializadas nos chamados mercados de carbono (Scheelhaase; Maertens, 2020, p. 109).

## **5. ALTERNATIVAS DE COMBUSTÍVEIS SUSTENTÁVEIS PARA AVIAÇÃO**

Stahlhoefer (2021) descreve que, para melhorar a aviação, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), ao implantar o CORSIA, adotou várias ações mitigadoras, quais sejam: desenvolvimento de novas tecnologias para aeronaves, aprimoramento do controle de tráfego aéreo e operações em solo para economizar combustível, além da criação de biocombustíveis e combustíveis sustentáveis.

De acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010), a indústria de motores aeronáuticos e os fabricantes de combustíveis enfrentam desafios significativos. É necessário manter as propriedades essenciais dos combustíveis aeronáuticos, como a alta densidade energética, que é a capacidade de fornecer um alto poder calorífico em relação ao peso e volume. Para motores a pistão, o combustível deve permitir potências elevadas, o que está relacionado à octanagem, ou seja, a capacidade do combustível de resistir à combustão espontânea em níveis de compressão elevados. Atualmente, a gasolina de aviação possui cerca de 100 octanas. O combustível aeronáutico deve ter volatilidade adequada para queimar corretamente, ser seguro de manusear, possuir um baixo ponto de congelamento para operar em baixas temperaturas e ser insolúvel em água para evitar o risco de congelamento. Ele também precisa ser quimicamente estável e ter baixo poder de corrosão, o que é essencial para armazenamento prolongado, preservando suas características e evitando oxidação e formação de depósitos.

### **5.1. Hidrogênio e seus diversos tipos**

Segundo Dewan (2021), o hidrogênio, considerado o combustível do futuro, é abundante, renovável e libera apenas vapor de água e calor quando queimado, tornando-se uma fonte de energia limpa. Ele pode ser classificado em três tipos: verde, azul e cinza, dependendo da fonte de obtenção. O hidrogênio cinza, extraído de gás natural, é o mais utilizado atualmente, embora libere CO<sub>2</sub> na atmosfera. O hidrogênio azul também é extraído de gás natural, mas o CO<sub>2</sub> resultante é capturado, reduzindo as emissões. O hidrogênio verde, por sua vez, obtido por eletrólise da água usando fontes renováveis, é uma fonte de zero emissão, mas seus altos custos de produção limitam seu uso em larga escala, tornando o hidrogênio azul a opção mais viável no momento.

### **5.2. Combustíveis Sustentáveis para a Aviação (SAF)**

Segundo a Compare Private Airplanes, (2021), atualmente, o SAF (Sustainable Aviation Fuel), traduzido para o português como combustíveis sustentáveis para a aviação, está em fase de testes e é utilizado em uma mistura com o querosene de aviação convencional. Experimentos com uma mistura de até 10% de SAF em voos comerciais não mostraram impacto negativo na segurança de voo. Além disso, o SAF pode aumentar a eficiência, pois possui uma densidade de energia maior que o querosene, proporcionando um aumento de 1,5 a 3% nos

resultados de voo. No entanto, o SAF é mais caro do que o querosene devido aos altos custos de produção, já que ainda está em desenvolvimento e produzido em menor escala. Outra desvantagem é que o SAF não pode ser armazenado nos mesmos tanques que o querosene convencional, exigindo uma infraestrutura separada e investimentos adicionais. Atualmente, segundo a OACI, existem 38 aeroportos que oferecem abastecimento de SAF, principalmente na América do Norte e Europa.

### **5.3. Etanol hidratado**

Por demonstrar bons resultados em veículos automotores, em 2005, o Etanol foi certificado para utilização nos grupos propulsores que equipam as aeronaves Embraer Ipanema, que tem grande utilização no meio agrícola, principalmente para atividades de pulverização de adubos e agrotóxicos. Portanto, o etanol é considerado um combustível adequado para ser usado em motores convencionais, que entre outras qualidades demonstra características de octanagem bem parecidas ou superiores ao AVGAS (Stalhoefer, 2021).

### **5.4. Aeronaves Elétricas**

Gnadt e outros (2019) relataram em um estudo que os biocombustíveis e aeronaves híbridas ou turboelétricas podem diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> e fuligem, mas apenas aviões totalmente elétricos oferecem a possibilidade de zero emissões em voo a longo prazo. Nos últimos dez anos, mais de 70 modelos de aviões totalmente elétricos foram pesquisados, especialmente aeronaves leves. Esses estudos focaram no desenvolvimento e melhoria das tecnologias de baterias. Segundo os autores, foi criado um programa chamado TASOPTe, uma versão adaptada do TASOPT, para projetar e otimizar aeronaves totalmente elétricas. Esse programa usa princípios básicos de design para criar aviões de alcance curto. Vários modelos de aeronaves para 180 passageiros, baseados no Airbus A320neo, foram projetados e avaliados para alcances de 200 a 1600 milhas náuticas (nmi), utilizando 2 a 10 propulsores.

A pesquisa determinou as características necessárias da rede elétrica para que aeronaves comerciais totalmente elétricas sejam ambientalmente vantajosas, considerando toda a cadeia de conversão de energia, desde o carregamento até o descarregamento. Embora o consumo total de energia seja maior, aviões narrow-body totalmente elétricos podem ter emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> mais baixas se a energia específica das baterias estiver entre 400–2000 Wh/kg.

Comparando o desempenho dessas aeronaves com aviões avançados de propulsão convencional, verificou-se que aeronaves totalmente elétricas otimizadas usariam dois ou quatro propulsores, dependendo do alcance e da energia específica das baterias. O alcance máximo para cada energia específica é limitado pelo peso da aeronave e suas penalidades de desempenho. Um aumento na energia específica das baterias, de 200 Wh/kg para 800 Wh/kg, possibilita voos de até 500 milhas náuticas. No entanto, menores alcances de projeto resultam em melhor desempenho energético e ambiental.

Se a rede elétrica migrar para fontes renováveis, aviões elétricos poderiam ter emissões de CO<sub>2</sub> mais baixas do que aviões convencionais, principalmente devido à eliminação de todas as emissões em alta altitude, contribuindo para a diminuição do aquecimento global associado às emissões CO<sub>2</sub>.

## **6. A BUSCA PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL SOB A ÓTICA DAS EMPRESAS AÉREAS BRASILEIRAS**

Diversos programas e iniciativas têm sido implementados nos últimos anos pelas empresas do setor aéreo brasileiro. As ações estão em níveis distintos de sofisticação, mas retratam um esforço para a mitigação do problema estrutural de emissões de CO<sub>2</sub> do setor. Veja-se, a seguir, relato específico de atuação de cada uma das empresas pesquisadas.

### **6.1. Azul Linhas Aéreas**

A Azul, em seu relatório de sustentabilidade diz entender as mudanças climáticas como essenciais para seus negócios e alega liderar a descarbonização na América Latina. Em 2023, a empresa teve sua meta de redução de emissões aprovada pelo Science Based Targets initiative (SBTi). A Azul vê a descarbonização como uma oportunidade para a indústria internacional, agricultura de baixo carbono, bioeconomia, biocombustíveis e conservação de ecossistemas.

Segundo a Azul, a empresa visa reduzir em 46% a intensidade de emissões por RTK "Revenue Ton Kilometer" (Tonelada-Quilômetro de Receita) até 2030, com neutralidade climática até 2045. As estratégias incluem renovação de frota, programas de eficiência de combustível, eletrificação de equipamentos de solo, uso de combustíveis sustentáveis (SAF) e compensação de carbono. A empresa oferece aos clientes a possibilidade de compensação voluntária de carbono, com projetos de crédito focados na Amazônia Legal. A Azul também

participa de programas compulsórios de compensação conforme regulações internacionais, como EU-ETS, EU-UK e CORSIA.

O Programa de Eficiência de Combustível (PEC) da Azul, iniciado em 2016, tem como objetivo otimizar o consumo de combustível e reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em todas as áreas da companhia. Em 2023, essa iniciativa resultou na economia de mais de 93 milhões de litros de querosene JET A-1, o que evitou a emissão de cerca de 235 mil toneladas de CO<sub>2</sub>. Entre os principais projetos do PEC desenvolvidos em 2023, destaca-se o APU Zero, que minimiza o uso da Unidade de Energia Auxiliar (APU) em solo, utilizando fontes externas de energia. Este projeto, implementado em 19 bases, economizou mais de 31 milhões de litros de querosene e evitou 80 mil toneladas de CO<sub>2</sub>.

Outros projetos da Azul são o Single Engine Tax In (SETI) e Single Engine Tax Out (SETO), que consistem na movimentação da aeronave em solo com apenas um motor ligado, resultando em uma economia de 14 mil toneladas de combustível e mais de 11 mil toneladas de CO<sub>2</sub>. Além disso, a Azul investiu na otimização das rotas durante os voos, com o objetivo de encurtar trajetos e reduzir o consumo de combustível. Em 2023, 54% dos voos tiveram a distância planejada reduzida, economizando cerca de 14 mil toneladas de combustível e 44 mil toneladas de CO<sub>2</sub>. No final do ano, a companhia iniciou o projeto Opti Climb, que otimiza o perfil de subida das aeronaves, potencializando uma economia de até 100 kg de querosene por subida.

Internamente, a Azul implementou o Programa de Eficiência de Combustível (PEC) desde 2016, abrangendo todas as áreas da empresa para otimizar o consumo de combustível e minimizar as emissões de CO<sub>2</sub>.

A empresa alega impulsionar a inovação com o desenvolvimento de aviões elétricos. Em novembro de 2023, a Azul Conecta, responsável pelos voos regionais e de fretes, e a Surf Air Mobility anunciaram um acordo de colaboração para desenvolver e comercializar aeronaves com motores elétricos. Esta tecnologia inovadora visa reduzir os custos operacionais diretos em até 50% e eliminar 100% das emissões diretas de carbono, sendo aplicada na frota de Cessna Caravan da Azul Conecta, que atualmente opera 27 aeronaves atendendo a mais de 80 destinos no Brasil.

Para Azul é importante a implementação dos aviões elétricos e tem meta de neutralizar as emissões de carbono até 2045. Além dos benefícios ambientais imediatos, este acordo acelerará o processo de certificação, permitindo uma introdução mais rápida e segura dessa tecnologia revolucionária no mercado, transformando positivamente o futuro do setor aéreo.

## 6.2. Gol Linhas Aéreas

A Gol, em seu relatório de sustentabilidade, alega ter Gestão ambiental certificada pela IATA (International Air Transport Association). Em 2022, obteve a certificação IEnvA Estágio 2, sendo a primeira empresa da América Latina a alcançar ambos os Estágios 1 e 2 da IEnvA e uma das dez no mundo a obter essa distinção. A adesão ao sistema da IATA foi voluntária em 2019, visando operações mais sustentáveis. A partir do Estágio 1, alcançado em 2020, a Azul formou um comitê para implementar ações alinhadas aos padrões ISO 14001, e em 2022, criou o Comitê Ambiental para promover a conscientização interna e garantir o cumprimento de compromissos ambientais.

A GOL está em um processo contínuo de renovação de sua frota, substituindo gradualmente os modelos Boeing 737-700 e 737-800 Next Generation (NG) pelo 737 MAX. Além dos benefícios operacionais e financeiros, o 737 MAX é 15% mais eficiente no consumo de combustível em comparação ao 737 NG, resultando em menos emissões de CO<sub>2</sub> e 40% menos ruído.

A gol relata acompanhar as mudanças dos últimos anos relacionadas a indústria da aviação e a promoção do uso do SAF (Sustainable Aviation Fuel), um biocombustível feito a partir de óleos vegetais que ajuda a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e a mitigar as mudanças climáticas. A empresa considera o combustível como crucial para atingir a meta de neutralidade de carbono até 2050. A GOL trabalha com a Vibra Energia no desenvolvimento de SAF e participa de vários fóruns e grupos, como Abear, IATA e CNPE, além de ser membro fundador de plataformas de bioquerosene no Brasil.

O programa Meu Voo Compensa, lançado pela GOL em 2021, é uma iniciativa pioneira na América Latina que permite aos clientes compensar voluntariamente a pegada de carbono de seus voos. Desde seu início até o final de 2022, os clientes compensaram 13,1 mil toneladas de CO<sub>2</sub>, o que é equivalente à preservação de 1,9 milhão de árvores ou a manutenção de 3,2 mil hectares de florestas. O programa visa contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e para a meta de neutralidade de carbono da companhia até 2050. A parceria com a climatech Moss é fundamental para a realização dessa iniciativa, que agora oferece a opção de compensar a pegada de carbono diretamente no ato da compra da passagem pelo site da GOL, simplificando o processo anteriormente mais complexo.

Além disso, o programa estabeleceu duas rotas 100% carbono neutro no Brasil. A primeira rota, entre Recife e Fernando de Noronha, compensou 9 mil toneladas de CO<sub>2</sub> em

1.205 voos em pouco mais de um ano. A segunda rota, entre Congonhas e Bonito, compensou 3 mil toneladas de CO<sub>2</sub> em mais de 200 voos entre dezembro de 2021 e dezembro de 2022. Em ambas as rotas, a compensação das emissões é realizada para todos os clientes e tripulantes, com a emissão de certificados correspondentes.

O programa também apoia viagens corporativas ao permitir que empresas compensem as emissões de CO<sub>2</sub> associadas aos deslocamentos de seus funcionários. Um exemplo notável dessa aplicação é a parceria com a Globo, que desde novembro de 2022 compensará todas as viagens corporativas realizadas por seus colaboradores. Os recursos obtidos serão direcionados para projetos de preservação e reflorestamento na Amazônia e para práticas de agricultura regenerativa.

Em termos de emissões, o consumo de querosene de aviação (QAV) é responsável por 95% das emissões totais da GOL e quase 100% das emissões diretas. Em 2022, foram registradas 2.822.001 toneladas de CO<sub>2</sub> provenientes do consumo direto de QAV, o que equivale a 0,0692 kgCO<sub>2</sub>e por assento-quilômetro voado. Para voos nacionais, essa taxa foi de 0,0697 kgCO<sub>2</sub>e, refletindo uma redução de 3,73% em comparação com 2021, resultado da contínua renovação da frota da companhia.

Segundo a Gol, a companhia adota o GHG Protocol e a ABNT NBR ISO 14064 para compilar seu inventário de emissões de gases de efeito estufa, incluindo CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, com certificação do Instituto Totum. As emissões nacionais são registradas no Programa Brasileiro GHG Protocol e reportadas à ANAC conforme o CORSIA. Desde 2011, a companhia é reconhecida com o Selo Ouro por sua transparência. Anualmente, relata suas emissões ao Carbon Disclosure Project (CDP), onde avançou de nota C para B- em 2022, e integra o Índice Carbono Eficiente da B3 e a Coalizão de Líderes para Precificação de Carbono (CPLC). Desde 2021, seus relatórios seguem as recomendações da Força-Tarefa para Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD).

### **6.3. Latam**

O grupo LATAM, em seu relatório Memorial (2023) declara ter intensificado seu compromisso com a sustentabilidade desde 2021, colocando essa missão no centro de suas operações. Sua Estratégia de Sustentabilidade é baseada em quatro pilares principais: Gestão Ambiental, Mudanças Climáticas, Economia Circular e Valor Compartilhado, com o objetivo

de enfrentar desafios sociais, ambientais e econômicos e alinhar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Segundo a LATAM, sua estratégia inclui compromissos e metas específicas para cada pilar, com foco em reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e promover práticas ambientais responsáveis. A empresa adota um Sistema de Gestão Ambiental em conformidade com os padrões IATA Environmental Assessment (IEnvA) e ISO 14001, assegurando a implementação de melhores práticas e a transparência das operações. Desde 2022, a LATAM e suas subsidiárias possuem a certificação IEnvA - Etapa 2, cobrindo operações de voo e manutenção de aeronaves.

A gestão ambiental da LATAM é orientada pela Política de Segurança, Qualidade, Saúde e Meio Ambiente, e o grupo se compromete a reduzir seu impacto ambiental por meio de ecoeficiência no consumo de energia e água, ajustando suas práticas de acordo com a matriz energética de cada país onde opera. Para a empresa, a emergência climática representa um dos maiores desafios globais da atualidade, e a indústria da aviação deve adotar uma abordagem multifacetada para enfrentar tanto a mitigação quanto a adaptação às mudanças climáticas. O grupo LATAM tem se empenhado em diversas frentes para abordar essas questões, incluindo a implementação de novas tecnologias e melhorias operacionais para otimizar o consumo de combustível, a conservação de ecossistemas e o uso de combustíveis sustentáveis, como o SAF (Sustainable Aviation Fuel). O grupo LATAM estabeleceu metas ambiciosas, como a de utilizar SAF para representar 5% de seu consumo de combustível até 2030, desenvolveu programas de compensação de emissões através de projetos de conservação e captura de carbono, e participa ativamente de iniciativas internacionais como o CORSIA, que visa reduzir as emissões da aviação civil.

A empresa também adota as recomendações do TCFD para melhorar a transparência na gestão de riscos climáticos e realiza análises de riscos e oportunidades relacionados ao clima. Desde 2011, o grupo LATAM busca alcançar emissões líquidas zero até 2050, seguindo padrões internacionais e adaptando-se às mudanças nos requisitos das iniciativas voluntárias, como a Science Based Targets Initiative (SBTi).

A LATAM alega promover eficiência no consumo de combustível por meio de seu programa LATAM Fuel Efficiency, que gerou uma economia significativa de CO<sub>2</sub> e custos ao longo dos anos.

Em 2023, o grupo LATAM considera ter feito avanços significativos em sua estratégia de sustentabilidade, focando na renovação da frota e na adoção de combustíveis sustentáveis. A empresa incorporou aeronaves mais modernas e eficientes, como o Boeing 787-9, que reduz



as emissões de CO<sub>2</sub> em 20% em comparação com modelos anteriores, e os Airbus A320neo e A321neo, que oferecem uma eficiência de combustível 20% maior e reduzem pela metade a pegada sonora em relação às gerações anteriores.

Paralelamente, LATAM reforçou seu compromisso com combustíveis sustentáveis de aviação (SAF), que têm o potencial de reduzir até 80% as emissões de carbono em comparação com combustíveis convencionais. Apesar dos desafios significativos, como altos custos e uma oferta limitada, o grupo está colaborando com parceiros públicos e privados para desenvolver o mercado de SAF na região. Em 2023, LATAM realizou seu primeiro voo internacional utilizando SAF, partindo de Zaragoza com destino à América do Norte, e estabeleceu parcerias estratégicas para o uso de SAF em voos de carga, como o transporte de flores de Bogotá para Miami.

Essas iniciativas não apenas demonstram o compromisso do grupo LATAM com a inovação e a sustentabilidade, mas também refletem uma abordagem integrada que busca equilibrar a modernização da frota com o avanço em combustíveis sustentáveis, alinhando-se às necessidades ambientais e operacionais da aviação moderna.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo analisou as políticas de compensação ambiental adotadas pelas empresas aéreas para mitigar a poluição atmosférica gerada pelo setor de aviação comercial. Com base nas evidências e análises realizadas, algumas observações importantes podem ser destacadas. A aviação comercial desempenha um papel essencial no desenvolvimento econômico e social, especialmente em países com vastas extensões territoriais como o Brasil. No entanto, o setor é também uma fonte significativa de emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a degradação ambiental e mudanças climáticas.

As políticas de compensação ambiental, embora bem-intencionadas, apresentam limitações significativas. Essas políticas frequentemente não são compatíveis com a magnitude dos impactos ambientais causados pelas emissões da aviação. Apesar dos esforços para reduzir as emissões através de tecnologias mais eficientes e combustíveis alternativos, as iniciativas atuais não são suficientes para neutralizar completamente os impactos negativos.

A análise das legislações e acordos internacionais, como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris, mostra que a cooperação global é essencial para enfrentar o desafio das emissões de CO<sub>2</sub>. O programa CORSIA, representa um passo significativo na tentativa de estabilizar as emissões do setor aéreo, mas enfrenta desafios em sua implementação e aceitação global.

A pesquisa destaca também a necessidade de investimentos contínuos em tecnologias limpas e combustíveis sustentáveis. O hidrogênio e os combustíveis sustentáveis para aviação (SAF) são promissoras alternativas, mas ainda enfrentam barreiras econômicas e técnicas para uma adoção em larga escala.

Do ponto de vista das empresas aéreas, há um reconhecimento crescente da importância da sustentabilidade e da necessidade de reduzir a pegada de carbono. Muitas empresas estão implementando programas de eficiência energética, investindo em frota mais moderna e buscando parcerias para o desenvolvimento de combustíveis alternativos. No entanto, essas iniciativas frequentemente encontram desafios financeiros e regulatórios que dificultam a rápida implementação das mudanças necessárias.

É fundamental destacar o dever das empresas aéreas de arcar com os custos dos danos ambientais causados por suas operações. Transferir esses custos para os clientes, além de ser uma prática injusta, desestimula a adoção de medidas efetivas de mitigação. As empresas devem assumir a responsabilidade financeira por suas emissões e buscar soluções que não sobrecarreguem os consumidores, garantindo que o ônus ambiental não seja transferido para aqueles que utilizam os serviços aéreos.

Portanto, embora as políticas atuais de compensação ambiental e iniciativas tecnológicas representem progressos importantes, elas ainda não são suficientes para resolver completamente o problema das emissões da aviação comercial. Há uma necessidade urgente de fortalecer as políticas ambientais, aumentar a cooperação internacional e investir em pesquisas e tecnologias inovadoras para alcançar uma aviação mais sustentável.

A relevância contemporânea deste assunto é eminente, uma vez que a intensificação dos voos comerciais e o conseqüente aumento das emissões atmosféricas exigem uma avaliação crítica das políticas de mitigação. As observações deste trabalho podem fornecer subsídios importantes para o desenvolvimento de regulamentações mais robustas e eficazes, bem como para a implementação de práticas mais sustentáveis no setor aéreo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Relatório anual de aviação civil. ANAC, 2023.** Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-arquivos/RGA2023webfinal.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AÉREO. **Economic impact of aviation in Brazil.** IATA, 2023. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/bc041f5b6b96476a80db109f220f8904/brazil-o-valor-do-transporte-aereo.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2024.

AZUL. **Relatório de Sustentabilidade 2023.** Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/ed78542a-4e01-429a-8926-03d69ccfa307/05d7289a-bb46-9fb2-9be8-33654706ca50?origin=2>. Acesso em 29 jul. 2024.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Aviação regional e desenvolvimento econômico.** BNDES, 2022. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/publicacoes>. Acesso em: 19 jul. 2024.

BARBOSA, Gisele S. **O desafio do desenvolvimento sustentável.** Revista Visões. 4ª Ed., n.4, v. 1, jan-jun, 2008.

BETIOLO, Camila Rodrigues.; ROCHA, Guilherme Carvalho.; MACHADO, Paulo Ricardo. **Iniciativas da aviação para redução das emissões de CO2.** VIII SITRAER, 2015.

CALIFORNIA Air Resources Board. (2015). **Cap-and-Trade Program.** Disponível em: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/cap-and-trade-program>. Acesso: 27 jul. 2024.

CBD - Convention on Biological Diversity (2010). Nagoya Protocol on Access and Benefit-sharing. Disponível em: <https://www.cbd.int/abs/>. Acesso em 27 jul. 2024.

COMPARE PRIVATE AIRPLANES. **Combustível de aviação sustentável (SAF) - tudo o que você precisa saber 2021.** Disponível em: <https://compareprivateplanes.com/pt/articles/sustainable-aviation-fuel-saf-everything-you-need-to-know>. Acesso em: 25 jul. 2024.

DEWAN, Asha. **Hidrogênio verde pode ser o combustível do futuro. Mas ainda não deve resolver todos os problemas.** 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/o-hidrogenio-verde-pode-ser-o-combustivel-do-futuro-mas-ainda-nao-deve-resolver-todos-os-problemas/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

EUROPEAN Commission. **EU Emissions Trading System (EU ETS) 2015.** Disponível em: [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en). Acesso em: 27 jul. 2024.  
GNADT, Alexander; SPETH, Raymond L.; SABNIS, Jayant S.; BARRETT, Steven. **Avaliação técnica e ambiental de aeronaves comerciais totalmente elétricas para 180 passageiros.** Progress in Aerospace Sciences, 2019, pag 1-30, vol 105.

GOL. **Relatório de Sustentabilidade 2022**. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/5e992a5e-252e-44bd-acfa-11cbee904064/aaf49128-b8db-8002-eeb6-5c3cf4c7f002?origin=2>. Acesso em: 29 jul.2024.

GORE, Albert Arnold. **Uma Verdade Inconveniente**. Barueri, SP. Manole. 2006. 328p.

IATA - International Air Transport Association. **Carbon Offsetting for International Aviation**. 2019a. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/fb745460050c48089597a3ef1b9fe7a8/paper-offsetting-for-aviation.pdf>. Acesso em: 30 jul 2024.

IATA - International Air Transport Association. **Sustainable Aviation Fuel Fact Sheet**. 2019c. Disponível em: <https://aiata.org/en/programs/environment/sustainable-aviation-fuels/>. Acesso em: 30 jul. 2024.

ICAO - International Civil Aviation Organization. **On board a sustainable future Environmental**. Report 2016. In: OACI Introduction to the ICAO basket of measures. Montreal: OACI, 2016a.

ICAO, International Civil Aviation Organization. Environment: Brochure and Leaflets. **CORSIA Implementation Plan Brochure 2020a**. Disponível em: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/implementation-elements.aspx>. Acesso em: 20 jul. 2024.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15>. Acesso: 27 jul. 2024.

LATAM. **Memorial 2023**. Disponível em: <https://www.latamairlinesgroup.net/static-files/56f6f8e4-a578-4b15-a5f4-e79b55bddd2b>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MELO FILHO, Cícero R.; ELLER, Rogéria A.G. **O impacto da tarifação ambiental no preço, na qualidade do serviço e no projeto de aeronaves na aviação comercial**. IX SITRAER, 2010.

NATURAIS RENOVÁVEIS. **Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal**. Brasília: Ibama, 2002.

OGAWA, William Afonso. **Compensação ambiental e unidades de conservação: questões sensíveis e visões econômica e jurídica**. Dissertação (Mestrado em Economia - Gestão Econômica do Meio Ambiente). Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/9733>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SCHEELHAASE, Johannes; MAERTENS, Stefan. **How to improve the global "Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)**. Transportation Research Procedia, Montreal, v. 51, p. 108-117, 2020.

UNEP - United Nations Environment Programme (1972). **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment**. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>. Acesso em 27 jul. 2024.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (1992). **United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Acesso: 27 jul. 2024.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (1997). **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso: 27 jul. 2024.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2009). **Copenhagen Accord**. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/107.pdf>. Acesso 27 jul. 2024.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). **Paris Agreement**. Disponível em: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf). Acesso 27 jul. 2024.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2021). **COP 26 Glasgow Climate Pact**. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/310475>. Acesso: 27 jul. 2024.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2022). **COP 27 Sharm El Sheikh Implementation Plan**. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/310475>. Acesso em: 27 jul. 2024.