

SUSTENTABILIDADE NA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA: POLÍTICAS, INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E DESAFIOS PARA A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

**SUSTAINABILITY IN BRAZILIAN CIVIL AVIATION: POLICIES,
TECHNOLOGICAL INNOVATIONS, AND CHALLENGES FOR REDUCING
ENVIRONMENTAL IMPACTS**

Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas • 01/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/785282153](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/785282153)

Viviane Martins Ribeiro¹

Leandro de Oliveira Peixoto²

Donizete dos Santos Santana³

Madison Coelho de Almeida⁴

Cecilia de Azevedo Castro Cesar⁵

RESUMO

Este artigo analisa a sustentabilidade na aviação civil brasileira sob as dimensões ambiental, tecnológica e regulatória, a partir de uma revisão bibliográfica descritiva e qualitativa de estudos científicos recentes. O objetivo é identificar avanços e limitações na implementação de práticas sustentáveis no setor, com ênfase em políticas corporativas, inovação tecnológica, combustíveis sustentáveis de aviação (SAF), aplicação do programa CORSIA, avaliação do ciclo de vida (ACV) e adaptação da infraestrutura aeroportuária. Os resultados evidenciam avanços relevantes, como a redução de até 19,99% no consumo de combustível com motores de nova geração, o potencial nacional para produção de SAF e a adoção de iniciativas empresariais voltadas à eficiência operacional e à economia circular. Contudo, persistem desafios estruturais, especialmente na adaptação de aeroportos legados, nos custos da transição energética e na necessidade de políticas públicas mais robustas e eficientes. Conclui-se que a sustentabilidade no setor demanda uma abordagem sistêmica, integrando inovação tecnológica, regulação eficaz e transformação da infraestrutura, sendo essencial para o alcance da neutralidade de carbono até 2050.

Palavras-chaves: Sustentabilidade; Aviação civil brasileira; SAF; Inovação tecnológica; Políticas ambientais.

ABSTRACT

This article analyzes sustainability in Brazilian civil aviation across environmental, technological, and regulatory dimensions, based on a descriptive and qualitative literature review of recent scientific studies. The objective is to identify advances and limitations in the implementation of sustainable practices within the sector, emphasizing corporate policies, technological innovation, sustainable aviation fuels (SAF), the application of the CORSIA

program, life cycle assessment (LCA), and the adaptation of airport infrastructure. The results highlight significant progress, such as a reduction of up to 19.99% in fuel consumption through new-generation engines, the country's potential for SAF production, and the adoption of corporate initiatives focused on operational efficiency and the circular economy. However, structural challenges persist, particularly regarding the adaptation of legacy airports, the costs of the energy transition, and the need for more robust and efficient public policies. The study concludes that sustainability in the sector requires a systemic approach—integrating technological innovation, effective regulation, and infrastructure transformation—which is essential for achieving carbon neutrality by 2050.

Keywords: Sustainability; Brazilian civil aviation; SAF; Technological innovation; Environmental policies.

1. INTRODUÇÃO

A aviação civil configura-se como um dos principais vetores de integração territorial, desenvolvimento econômico e dinamização das relações comerciais no Brasil, desempenhando papel estratégico na articulação entre regiões e na inserção do país no cenário internacional. Tal protagonismo tem sido ampliado, sobretudo nas últimas décadas, em função da intensificação da mobilidade global e da crescente dependência do transporte aéreo nas cadeias logísticas contemporâneas. Entretanto, essa relevância estrutural é acompanhada por impactos ambientais significativos, especialmente no que se refere às emissões de gases de efeito estufa (GEE), ao elevado consumo de combustíveis fósseis e à intensificação das pressões sobre os ecossistemas associados às infraestruturas aeroportuárias (TEODORO SILVA; BECHEPECHE, 2024). Nesse contexto, evidencia-se uma crescente tensão entre a

expansão do setor aéreo e a necessidade de mitigação de seus impactos ambientais.

Silveira e Henkes (2025) discorreram sobre a questão do transporte de pessoas e cargas ser responsável por parcela expressiva das emissões globais de CO₂, sendo que a aviação contribui com aproximadamente 2,5% do montante de transporte. A aviação mundial liberou cerca de 950 milhões de toneladas de dióxido de carbono em 2023, evidenciando o desafio de compatibilizar crescimento logístico e compromissos ambientais.

No cenário contemporâneo, marcado pela emergência climática e pela transição energética, a sustentabilidade assume papel central nas agendas institucionais e corporativas do setor aeronáutico. Iniciativas internacionais, como o programa CORSIA, estabelecido pela Organização da Aviação Civil Internacional, impõem metas de monitoramento, compensação e redução de emissões, exigindo maior eficiência operacional e compromisso ambiental por parte dos agentes envolvidos (RODRIGUES; HENKES, 2021). No âmbito nacional, políticas voltadas ao desenvolvimento de combustíveis sustentáveis de aviação (SAF) reforçam a necessidade de alinhamento entre crescimento econômico e responsabilidade ambiental (ESTEVO; THOMAZ; GONDIM, 2024).

Em se tratando da obtenção de SAF, considerando rotas tecnológicas para sua obtenção a partir de matérias primas, Pelegrini e Ferreira (2026) trazem panorama atual dos compostos químicos, sumarizados no quadro 1.

O crescimento sustentável deixa de ser um diferencial competitivo e passa a constituir um imperativo estrutural para a permanência e

legitimidade do setor. Conforme destacam Butenas e Madi (2024), o setor aéreo brasileiro tem avançado na incorporação de práticas sustentáveis, embora ainda enfrente desafios relevantes relacionados aos custos operacionais, limitações tecnológicas e dependência de políticas públicas mais robustas e efetivas. Ademais, as políticas corporativas das principais companhias aéreas têm incorporado diretrizes ambientais voltadas à redução de emissões e ao aumento da eficiência energética (MARTINS DA GRAÇA; HENKES, 2025), evidenciando um movimento de internalização progressiva da sustentabilidade nas estratégias organizacionais.

Quadro 1. Rotas tecnológicas de SAF e as respectivas matérias-primas. Entre parênteses é indicada a percentagem da mistura máxima permitida ao querosene de aviação.

Matéria prima	Rota tecnológica
Triglicerídeos: Oleaginosas: soja, palma, macaúba, babaçu, pinhão-manso, algodão, mamona, girassol; e óleos residuais	HEFA: Querosene parafínico sintetizado por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (50%)
	HC-HEFA: Querosene parafínico sintetizado por hidrocarbonetos bioderivados (10%)
	CHJ: Querosene de hidrotermólise catalítica (50%)
Biomassa lignocelulósica: eucalipto, pinheiro, capim elefante, bagaço de cana	FTP-SPK: Querosene parafínico hidroprocessado e sintetizado por Fischer-Tropsch (50%)
	FTP-SPK/A: Querosene parafínico sintetizado com Aromáticos (50%)
	SIP: Isoparafinas sintetizadas de açúcares fermentados e

	hidroprocessados (10%)
Açúcares e amido: cana-de-açúcar, milho, beterraba, mandioca	ATJ: Querosene parafínico sintetizado por álcool (50%)

Fonte: PELEGRINI; FERREIRA (2026).

No campo da inovação tecnológica, destacam-se os avanços em motores aeronáuticos e sistemas operacionais mais eficientes. Mendonça *et al.* (2024) evidenciam que a utilização de motores como o PW1100G contribui significativamente para a redução do consumo de combustível e das emissões, demonstrando o papel central da tecnologia na promoção da sustentabilidade. De forma complementar, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem sido aplicada como ferramenta para mensurar os impactos ambientais ao longo de toda a cadeia produtiva, ampliando a compreensão dos efeitos sistêmicos das operações aeronáuticas (COSTA, 2024). Trata-se de uma metodologia consolidada, que permite intervenções ao longo do ciclo de vida dos produtos e processos, contribuindo para a otimização do uso de recursos e a redução de externalidades ambientais.

No que se refere à infraestrutura, a adaptação de aeroportos aos princípios da sustentabilidade constitui um dos principais desafios do setor. De acordo com Bechepeche e Holanda Pereira (2026), a modernização de estruturas aeroportuárias existentes exige elevados investimentos e planejamento de longo prazo, especialmente no que diz respeito à eficiência energética, à gestão de resíduos e ao uso racional de recursos naturais. Tal realidade evidencia a complexidade da transição para modelos operacionais mais sustentáveis, sobretudo em contextos marcados por limitações estruturais preexistentes.

Diante desse panorama, observa-se que, embora existam avanços relevantes nas dimensões tecnológica, empresarial e regulatória, ainda persistem lacunas críticas na efetividade das estratégias de sustentabilidade, especialmente no que se refere à redução absoluta das emissões e à integração entre os diferentes atores do setor. Nesse sentido, emerge a seguinte problemática: como compatibilizar o crescimento contínuo da aviação civil brasileira com a necessidade de redução efetiva de seus impactos ambientais? Contexto que converge para soluções neste sentido é apontado por Cortez *et al.*, na medida em que o Brasil possui infraestrutura agroindustrial, competitiva, capaz de fornecer biomassa para os combustíveis sustentáveis; seja no mercado interno ou externo.

Assim, o presente estudo delimita-se à análise das dimensões da sustentabilidade na aviação civil brasileira, visitando práticas sustentáveis em suas operações. O objetivo geral consiste em sintetizar os avanços e desafios relacionados às políticas corporativas, inovação tecnológica, uso de SAF, aplicação do CORSIA, avaliação do ciclo de vida e sustentabilidade aeroportuária.

A relevância da pesquisa reside na necessidade de uma abordagem integrada, capaz de superar análises fragmentadas e fornecer subsídios teóricos e práticos para a formulação de estratégias mais eficazes no âmbito institucional e acadêmico. Conforme destacam Lakatos e Marconi (2010), a construção do conhecimento científico exige rigor metodológico e articulação consistente entre teoria e análise empírica.

Dessa forma, a questão norteadora deste estudo pode ser formulada da seguinte maneira: quais são os principais avanços estruturais e as lacunas críticas na implementação da sustentabilidade na aviação

civil brasileira? A partir dessa problematização, busca-se contribuir para o aprofundamento do debate acadêmico e para o fortalecimento de práticas alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável no setor aeronáutico.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza descritiva e qualitativa, fundamentada nos pressupostos metodológicos propostos por Lakatos e Marconi (2010). O *corpus* analítico foi composto por artigos científicos, publicados entre 2021 e 2026, sendo as pesquisas relacionadas à sustentabilidade do caso brasileiro, selecionadas com base em critérios de relevância temática e aderência ao objeto de estudo.

O delineamento metodológico estruturou-se em oito etapas sequenciais: (1) formulação da pergunta de pesquisa; (2) definição e seleção do *corpus*; (3) leitura integral dos textos e extração sistemática de dados, incluindo objetivos, resultados quantitativos e qualitativos e conclusões; (4) avaliação da consistência metodológica dos estudos analisados; (5) categorização temática dos conteúdos em eixos analíticos, a saber: políticas empresariais, inovação tecnológica, CORSIA, avaliação do ciclo de vida (ACV), infraestrutura aeroportuária, combustíveis sustentáveis de aviação (SAF) e emissões; (6) realização de síntese comparativa dos insumos da pesquisa; (7) análise crítica das evidências identificadas; e (8) sistematização dos resultados e elaboração da discussão.

Ressalta-se que não houve coleta de dados primários, sendo todas as evidências derivadas exclusivamente das fontes documentais analisadas. A condução da análise priorizou os princípios de

transparência, rigor metodológico e replicabilidade, mediante o registro sistemático de indicadores relevantes, tais como percentuais de redução no consumo de combustível, estimativas de produção de SAF e identificação de programas e iniciativas específicas descritas nos estudos selecionados.

3. RESULTADOS

A análise dos estudos selecionados revela que a sustentabilidade na aviação civil brasileira tem avançado de forma significativa, porém heterogênea, evidenciando um processo de transição ainda em consolidação e fortemente condicionado por fatores tecnológicos, econômicos e institucionais. Observa-se que os avanços não ocorrem de maneira isolada, mas sim por meio da convergência entre políticas corporativas, inovação tecnológica, instrumentos regulatórios e reconfiguração da infraestrutura.

3.1. Políticas e Regulações

No âmbito das estratégias empresariais, Martins da Graça e Henkes (2025) demonstram que as principais companhias aéreas brasileiras têm incorporado a sustentabilidade como eixo estruturante de suas operações, ainda que em níveis distintos de maturidade. A renovação de frota emerge como uma das principais medidas de mitigação de impactos ambientais, associada à introdução de aeronaves mais eficientes em termos de consumo energético e emissões. Nesse contexto, iniciativas como o programa *ReciclaAzul*, da Azul, revelam a internalização de práticas de economia circular, ao promover a reutilização e o reaproveitamento de resíduos operacionais. De forma complementar, a LATAM evidencia um posicionamento estratégico voltado à modernização tecnológica de

sua frota, enquanto a GOL investe em programas de bioquerosene e otimização operacional, indicando uma tendência de diversificação das estratégias de sustentabilidade no setor.

No plano regulatório, a implementação do programa CORSIA, analisada por Rodrigues e Henkes (2021), evidencia a viabilidade de mecanismos de mercado como instrumentos de governança ambiental no setor aeronáutico. A compatibilidade entre o crescimento da demanda por transporte aéreo e a estabilização das emissões de GEE a partir de 2020 indica que políticas baseadas em compensação de carbono podem desempenhar papel relevante na transição para modelos mais sustentáveis. Contudo, tal abordagem também levanta questionamentos quanto à sua suficiência no longo prazo, especialmente diante da necessidade de reduções absolutas de emissões.

3.2. Inovação Tecnológica

A dimensão tecnológica destaca-se como um dos principais vetores de transformação. Os dados apresentados por Mendonça *et al.* (2024) oferecem evidência empírica robusta ao demonstrar que a introdução dos motores *Pratt & Whitney PW1100G* na aeronave A320neo resulta em reduções expressivas no consumo de combustível em diferentes regimes operacionais, com destaque para a diminuição de 19,99% no *TripFuel*⁶. Esses resultados indicam não apenas ganhos incrementais, mas uma mudança estrutural na eficiência energética das operações aéreas, reforçando o papel da inovação tecnológica como elemento central na mitigação de emissões. Além disso, a redução em parâmetros como *AlternateFuel* e *HoldAlternateFuel*⁷ sugere impactos positivos também em cenários operacionais adversos, ampliando a resiliência ambiental

das operações. O'Reilly *et al.* (2023) discorrem acerca de melhorias alcançadas na gestão operacional e também na mitigação de práticas como o *fuel tankering* (transporte de combustível extra); este último visando-se evitar reabastecimento em aeroportos de combustível mais caro – prática que aumenta o peso da aeronave e as emissões.

No campo da avaliação ambiental, a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), conforme discutida por Costa (2024), representa um avanço metodológico relevante, ao permitir a mensuração integrada dos impactos ambientais ao longo de toda a cadeia produtiva aeronáutica. Essa abordagem amplia a compreensão dos efeitos indiretos das operações, incorporando etapas frequentemente negligenciadas, como a produção de materiais e o descarte de componentes. Dessa forma, a ACV contribui para a consolidação de práticas alinhadas à economia circular, promovendo maior eficiência no uso de recursos e redução de externalidades ambientais.

3.3. Infraestrutura

No que se refere à infraestrutura aeroportuária, os estudos de Bechepeche e Pereira (2026) e Bechepeche e Holanda Pereira (2026) evidenciam que a transição para aeroportos sustentáveis constitui um dos maiores desafios do setor. A incorporação de tecnologias como sistemas fotovoltaicos, automação predial e captação de água da chuva indica avanços importantes, mas ainda limitados pela necessidade de adaptação de estruturas legadas. A dependência de investimentos elevados e de planejamento de longo prazo revela a complexidade desse processo, especialmente em países com infraestrutura historicamente consolidada sob paradigmas não sustentáveis.

A transição energética no setor aéreo encontra nos combustíveis sustentáveis de aviação (SAF) um de seus pilares mais promissores. Conforme apontam Estevo, Thomaz e Gondim (2024), o Brasil apresenta condições altamente favoráveis para a produção de SAF, com potencial estimado em até 9 bilhões de litros, especialmente por meio das rotas *Alcohol-to-Jet (ATJ)* e *Fischer-Tropsch (FT)*. Esse potencial decorre, em grande medida, da expertise nacional acumulada na produção de biocombustíveis, notadamente o etanol. Entretanto, a materialização desse potencial depende de fatores estruturais, como incentivos regulatórios, viabilidade econômica e desenvolvimento de cadeias logísticas adequadas. Deuber *et al.* (2023) avaliam que, juntamente com a viabilidade tecno-econômica, combustíveis sustentáveis têm necessidade premente de desenvolvimento em escala industrial; permitindo suprimento de variadas demandas.

3.4. Tecnologia Consolidada

A análise integrada dos impactos ambientais, conforme Teodoro Silva e Bechepeche (2024), reforça a ideia de que a neutralidade de carbono no setor aeronáutico não poderá ser alcançada por meio de uma única solução tecnológica. Ao contrário, exige a combinação de múltiplas estratégias, incluindo o uso de SAF, a melhoria da eficiência operacional, a inovação tecnológica e mecanismos de compensação de emissões. Essa abordagem sistêmica evidencia a necessidade de articulação entre diferentes níveis de atuação empresarial, tecnológico e regulatório, compreendendo as esferas pública e privada.

Adicionalmente, Butenas e Madi (2024) apontam para o potencial disruptivo de tecnologias emergentes, como motores híbridos

elétricos, que, embora ainda em estágio de desenvolvimento, podem redefinir os padrões de eficiência energética no setor, especialmente em operações de longa distância. Por sua vez, Brandão Moura e Bechepeche (2024) ampliam a compreensão da sustentabilidade ao incluir a aviação agrícola, destacando inovações como drones e sistemas de deposição eletrostática, que contribuem para a redução do uso de insumos e maior precisão operacional, refletindo impactos positivos tanto ambientais quanto econômicos; colocando até mesmo em xeque o modelo tão em voga no Brasil, de pilotagem agrícola.

Em síntese, os resultados evidenciam que a sustentabilidade na aviação civil brasileira está em processo de evolução, caracterizando-se por avanços tecnológicos relevantes, crescente engajamento empresarial e desenvolvimento de instrumentos regulatórios. No entanto, persistem limitações estruturais que exigem maior integração entre políticas públicas, inovação tecnológica e investimentos em infraestrutura, de modo a viabilizar uma transição efetiva e sustentável no longo prazo.

4. DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que a sustentabilidade na aviação civil brasileira deve ser compreendida como um fenômeno sistêmico, cuja efetivação depende da articulação entre dimensões tecnológicas, regulatórias, econômicas e operacionais. Tal constatação converge com a perspectiva teórica de que setores intensivos em carbono, como o aeronáutico, não alcançam transformações estruturais por meio de soluções isoladas, mas sim por meio de arranjos integrados e multiescalares.

Historicamente, a principal transformação tecnológica da indústria aeronáutica ocorreu na segunda metade do século XX, quando a prioridade não era a sustentabilidade ambiental, mas a economia de combustível, a redução de ruído e a eficiência operacional, impulsionadas, sobretudo, pela crise do petróleo da década de 1970. Esse contexto motivou a transição dos turbojatos para os turbofans, permitindo avanços significativos em desempenho, processos e regulações. Na atualidade, embora a eficiência energética permaneça como elemento central, observa-se uma inflexão estratégica em direção à redução de impactos ambientais e à mitigação das emissões.

No plano tecnológico, os ganhos de eficiência observados, especialmente aqueles associados aos motores *PW1100G*, confirmam a centralidade da inovação incremental na redução de emissões. Entretanto, à luz da literatura sobre transição energética, tais avanços, embora relevantes, apresentam limites estruturais. A melhoria da eficiência energética reduz a intensidade das emissões por operação, mas não necessariamente o volume absoluto de emissões, sobretudo em um contexto de crescimento contínuo da demanda por transporte aéreo. Esse fenômeno, conhecido como “efeito rebote”, sugere que ganhos tecnológicos podem ser parcialmente neutralizados pela expansão do setor, o que reforça a necessidade de medidas complementares.

Nesse sentido, os combustíveis sustentáveis de aviação (SAF) emergem como alternativa estratégica para a descarbonização no médio e longo prazo. O potencial produtivo brasileiro, destacado por Estevo, Thomaz e Gondim (2024), posiciona o país em uma condição privilegiada no cenário global. Contudo, a análise crítica indica que a viabilidade do SAF transcende sua capacidade técnica de produção,

estando condicionada a fatores como competitividade econômica, escalabilidade industrial e estabilidade regulatória. Na ausência de mecanismos de incentivo consistentes e eficazes, há risco de que esse potencial permaneça subaproveitado, limitando sua contribuição efetiva para a redução das emissões.

No campo regulatório, o programa CORSIA representa um avanço relevante ao introduzir instrumentos de mercado voltados à compensação de emissões. Todavia, sua eficácia deve ser analisada com cautela. Embora Rodrigues e Henkes (2021) evidenciem sua viabilidade no contexto brasileiro, a literatura crítica aponta que mecanismos baseados em compensação não substituem a necessidade de reduções reais e diretas de emissões. A dependência excessiva de créditos de carbono pode gerar uma falsa percepção de sustentabilidade, deslocando o foco de transformações estruturais para soluções compensatórias.

A aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), conforme discutida por Costa (2024), contribui significativamente para a ampliação da análise ambiental, ao incorporar impactos indiretos frequentemente negligenciados. Essa abordagem está alinhada aos princípios da economia circular, ao considerar todo o ciclo produtivo e promover maior eficiência no uso de recursos. Contudo, sua efetividade depende da disponibilidade de dados confiáveis, do eficiente monitoramento e da padronização metodológica, o que ainda representa um desafio em contextos complexos como o setor aeronáutico.

No que se refere à infraestrutura aeroportuária, os estudos analisados indicam que a transição para modelos sustentáveis enfrenta barreiras estruturais significativas. A necessidade de

adaptação de aeroportos existentes evidencia um problema clássico de “lock-in tecnológico”, no qual investimentos passados limitam a adoção de soluções mais eficientes no presente. Conforme apontam Bechepeche e Pereira (2026), a modernização exige não apenas recursos financeiros elevados, mas também reconfigurações operacionais e institucionais, tornando o processo gradual e, por vezes, assimétrico.

A análise das estratégias corporativas revela um movimento crescente de internalização da sustentabilidade, ainda que marcado por heterogeneidade entre as empresas. Esse cenário pode ser interpretado à luz da teoria institucional, segundo a qual organizações respondem a pressões regulatórias, normativas e de mercado. Assim, a adoção de práticas sustentáveis não decorre exclusivamente de compromisso ambiental, mas também da necessidade de legitimação e *market* perante *stakeholders* e de adaptação às novas exigências do mercado global.

Adicionalmente, a incorporação de tecnologias emergentes, como motores híbridos elétricos e soluções aplicadas à aviação agrícola, indica que a sustentabilidade no setor não se restringe às operações comerciais tradicionais, mas se estende a diferentes segmentos da aviação. Essa diversificação tecnológica reforça o caráter transversal da inovação, embora sua difusão ainda dependa de maturidade tecnológica e viabilidade econômica.

Por fim, a análise integrada dos resultados permite afirmar que a neutralidade de carbono até 2050, conforme estabelecida em compromissos internacionais, constitui um objetivo ambicioso que exigirá não apenas avanços tecnológicos, mas também mudanças estruturais nos modelos de produção, regulação e consumo.

Considerando que o Acordo de Paris estabelece metas de redução de emissões em 45% até 2030 e neutralidade até 2050, verifica-se que tais objetivos, definidos há mais de uma década, demandam reavaliação contínua à luz das condições atuais.

Dessa forma, a sustentabilidade na aviação civil brasileira deve ser compreendida como um processo em construção, que exige coordenação entre atores públicos e privados, fortalecimento de políticas públicas e ampliação de investimentos em pesquisa e inovação. Embora os avanços identificados sejam relevantes, persistem lacunas críticas que limitam a efetividade das estratégias atuais, reforçando a necessidade de uma abordagem sistêmica, integrada e orientada para resultados concretos no longo prazo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste estudo evidencia que a sustentabilidade na aviação civil brasileira tem apresentado avanços relevantes e mensuráveis, especialmente no que se refere à incorporação de inovações tecnológicas, à adoção de práticas corporativas ambientalmente orientadas e ao alinhamento progressivo com diretrizes regulatórias internacionais.

A redução significativa no consumo de combustível, associada às novas gerações de motores, o expressivo potencial nacional para a produção de combustíveis sustentáveis de aviação (SAF) e a implementação de mecanismos como o CORSIA, bem como programas empresariais, a exemplo do *ReciclaAzul*, demonstram que o setor tem avançado em direção a um modelo operacional mais eficiente e ambientalmente responsável.

Entretanto, os resultados também evidenciam que tais avanços, embora consistentes, ainda não são suficientes para garantir, de forma isolada, o alcance das metas de neutralidade de carbono estabelecidas para o horizonte de 2050. Isso se deve, em parte, ao fato de que a aviação constitui apenas um dos componentes do arcabouço global de redução de emissões, além de estar inserida em um contexto de crescimento contínuo da demanda por esse modal aéreo.

Persistem desafios estruturais relevantes, especialmente no que concerne à adaptação de infraestruturas aeroportuárias legadas, aos elevados custos associados à transição energética e à necessidade de articulação entre múltiplas soluções tecnológicas e regulatórias. Nesse contexto, a sustentabilidade no setor aeronáutico configura-se como um processo complexo e contínuo, que exige não apenas inovação tecnológica, mas também coordenação institucional e planejamento de longo prazo.

A ampliação do uso da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na manutenção aeronáutica, bem como o avanço na cadeia produtiva de SAF, configuram-se como elementos estratégicos para a consolidação de uma abordagem baseada em economia circular e na redução sistêmica de impactos ambientais. Diante desse cenário, recomenda-se a continuidade e intensificação dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, especialmente no que tange à viabilização econômica e à escalabilidade dos combustíveis sustentáveis de aviação, bem como ao desenvolvimento de tecnologias emergentes, como motores híbridos elétricos.

Por fim, ressalta-se a necessidade de aprofundamento de estudos futuros, sobretudo no que se refere à mensuração dos impactos

econômicos de longo prazo das estratégias de descarbonização e à análise da viabilidade operacional das novas tecnologias em diferentes contextos. A aviação civil brasileira apresenta condições estruturais e tecnológicas favoráveis para assumir posição de destaque na transição sustentável na América Latina. Contudo, a consolidação desse protagonismo dependerá da manutenção de um compromisso integrado entre crescimento econômico, inovação tecnológica e preservação ambiental, orientado por uma visão sistêmica, bem delineada e de longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECHEPECHE, Anna Paula; HOLANDA PEREIRA, Luís Henrique. Sustentabilidade em aeroportos: desafios em adaptação das estruturas existentes ao conceito ecologicamente correto. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 214-243, jan./fev. 2026.

BRANDÃO MOURA, João Augusto Valente; BECHEPECHE, Anna Paula. Aviação agrícola no Brasil: inovações tecnológicas e desafios para sustentabilidade e eficiência na produção. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 4, n. 4, p. 74-100, set./dez. 2024.

BUTENAS, Amanda; MADI, Ana Paula Lang Martins. Sustentabilidade no setor aéreo brasileiro. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 101-131, jan./mar. 2024.

CORTEZ, L. A. B.; CANTARELLA, H.; MORAES, M. A. F. D.; NOGUEIRA, L. A. H.; SCHUCHARDT, U.; FRANCO, T. T.; NIGRO, F. E. B.; NASSAR, A. M.; LEAL, R. L. V.; BALDASSIN JR., R. Roadmap to a sustainable aviation biofuel: A Brazilian case study. *In*: CHUCK, C. J., **Biofuels for Aviation**, p. 339–350. Londres: Academic Press, 2016. DOI:10.1016/B978-0-12-804568-8.00015-9.

COSTA, Edson. Sustentabilidade na aviação: avaliação do ciclo de vida de componentes substituídos em manutenção de aeronaves. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, São Paulo, Ano IV, v. 1, n. 1, jan./jul. 2024.

DEUBER, Raquel de Souza; BRESSANIN, Jéssica Marcon; FERNANDES, Daniel Santos; GUIMARÃES, Henrique Real; CHAGAS, Mateus Ferreira; BONOMI, Antonio; FREGOLENTE, Leonardo Vasconcelos; WATANABE, Marcos Djun Barbosa. Production of Sustainable Aviation Fuels from Lignocellulosic Residues in Brazil through Hydrothermal Liquefaction: Techno-Economic and Environmental Assessments. **Energies**, v. 16, n. 6, mar. 2023.

ESTEVO, Jefferson dos Santos; THOMAZ, Laís Forti; GONDIM, Amanda Duarte. Aviação civil e sustentabilidade no Brasil: o papel dos combustíveis sustentáveis de aviação (SAF). **Revista Brasileira de Transportes**, v. 4, n. 2, dez. 2024.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS DA GRAÇA, Murilo; HENKES, Jairo Afonso. Sustentabilidade nas maiores companhias aéreas brasileiras: políticas e desafios ambientais. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 130-159, jun./jul. 2025.

MENDONÇA, Alessandro Ribeiro de *et al.* Inovação tecnológica em motores PW1100G no Airbus A320neo e o impacto na sustentabilidade ambiental. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 84-109, abr./mai. 2024.

O'REILLY, P.; SULZBACHER, F.; COUTINHO, D.; PETRESCU, M. Aviation Fuel Tankering and Sustainability: The Brazilian Scenario.

PELEGRINI, Marina; FERREIRA, Thiago Felipe Bombardieri. Perspectivas do Uso de Combustíveis Sustentáveis de Aviação (SAF) nas Aeronaves de Instrução Aérea. **Revista Defesa e Segurança**, Pirassununga, v. 11, n. 1, p. 14-29, 2026.

RODRIGUES, Sérgio Luiz de Miranda; HENKES, Jairo Afonso. Sustentabilidade ambiental na aviação: o programa CORSIA e sua aplicação no Brasil. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 1, n. 3, p. 145-164, jun. 2021.

SILVEIRA, G. T. M.; HENKES, J. A. (2025). Crescimento da Aviação como Meio de Transporte de Carga: uma Análise dos Impactos das Emissões de Carbono. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 5, n. 5, p. 57-80, 2025.

TEODORO SILVA, Vitor Ricardo Fiuza; BECHEPECHE, Anna Paula. Impactos das emissões de gases de efeito estufa e estratégias de sustentabilidade na aviação. **R. bras. av. civil. ci. aeron.**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 54-81, jan./mar. 2024.

¹ Pós Graduada em Gestão de Processos – Universidade da Força Aérea. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Pós Graduado em Gestão de Processos – Universidade da Força Aérea. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Mestre em Educação – Universidade de Taubaté. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Doutor em Ciências – Universidade de São Paulo. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Doutora em Computação Aplicada – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. E-mail: [cacesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Combustível utilizado no percurso da aeronave: quantidade de combustível necessária desde a decolagem até o destino.

⁷ Combustível para a Alternativa e Combustível de Espera na Alternativa. O primeiro diz respeito à quantidade necessária para uma aeronave voar desde o ponto de aproximação perdida no destino até um aeródromo alternativo. O segundo incorpora o combustível necessário para espera, segundo as regras de tráfego aéreo.