



COMBUSTÍVEIS SUSTENTÁVEIS PARA A AVIAÇÃO NO BRASIL – ATUALIDADE E PERSPECTIVAS FUTURAS

Jairo Afonso Henkes¹

Diversos grupos de pesquisa se debruçam sobre a temática dos combustíveis sustentáveis no mundo todo. No Brasil o Caderno de Perspectivas Futuras dos Combustíveis Sustentáveis de Aviação no Brasil, tem como objetivo consolidar informações relevantes acerca do tema, apresentar de forma objetiva as rotas de produção de SAF já aprovadas pela ANP. Ainda comparar os principais aspectos dessas rotas e delinear trajetórias de produção de SAF no Brasil, visando atender os programas de redução de emissões de gases de efeito estufa na aviação civil – o CORSIA, aplicado aos voos internacionais, e o ProBioQAV, para voos nacionais.

As trajetórias propostas se baseiam nos projetos de SAF já anunciados no Brasil, na utilização de matérias-primas consolidadas, no desenvolvimento de matérias-primas alternativas que se mostram promissoras no contexto brasileiro, e no aproveitamento de resíduos orgânicos disponíveis. Para cada trajetória, calcula-se o volume de produção de SAF que seria necessário para atender a redução de emissões estabelecida no CORSIA e ProBioQAV, bem como o número equivalente de plantas e investimento estimado.

As trajetórias são analisadas individualmente, porém o Caderno aponta que uma combinação de diferentes rotas e matérias-primas deve se desenvolver nos próximos anos, dependendo da avaliação de diversos critérios e restrições, tais como disponibilidade de matéria-prima, custos, logística, financiamento, entre outros. Ao indicar formas de atingir as metas de redução de emissões, o Caderno destaca que o Brasil possui características edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de diversas rotas aprovadas e a produção de SAF, que pode se tornar um vetor de diversificação de matérias-primas, desenvolvimento regional,

geração de emprego e renda no país, além de contribuir para redução do impacto ambiental do setor aéreo (EPE, 2025).

A Petrobras lança combustível sustentável de aviação produzido totalmente no Brasil. Companhia anuncia primeiras entregas do SAF que atende a critérios mundiais de qualidade, mais um passo importante na liderança da transição energética justa no país. As primeiras entregas de combustível sustentável de aviação (SAF) foram anunciadas pela Petrobras, no dia 05 de dezembro de 2025, no Rio de Janeiro. A empresa é a primeira a produzir, integralmente no Brasil, o combustível que recebe a certificação de sustentabilidade de acordo com as regras da ICAO (*International Civil Aviation Organization*).

O volume de 3 mil m³ foi comercializado com distribuidoras de combustíveis de aviação que operam no Aeroporto Internacional Tom Jobim (Galeão – RJ). Esse volume corresponde a cerca de um dia de consumo nos aeroportos do estado do Rio de Janeiro. O combustível sustentável de aviação, também conhecido como SAF (*Sustainable Aviation Fuel*), pode substituir o querosene de aviação convencional sem necessidade de modificações nas aeronaves ou na infraestrutura de abastecimento. Isso o torna uma solução prática e rápida para reduzir as emissões do setor aéreo.

“O SAF, produzido por coprocessamento no parque de refino da Petrobras, é uma solução que contribui para o cumprimento das metas de descarbonização do setor aéreo. É um produto competitivo, que atende a rigorosos padrões internacionais da aviação. Estamos oferecendo ao mercado nacional a possibilidade de atender às demandas globais, antecipando o cumprimento do CORSIA, que é um programa internacional para a redução das emissões provenientes dos voos internacionais”, afirmou a presidente da Petrobras.

A antecipação da produção de SAF em relação à legislação vigente é fundamental para o mercado de aviação, considerando as futuras exigências do setor. A partir de 2027, as companhias aéreas no Brasil deverão começar a usar esse tipo de combustível em voos internacionais, seguindo as regras do programa CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*) da ICAO; e em voos domésticos, com base na Lei do Combustível do Futuro.

A Petrobras informa que seu SAF - tem certificado de sustentabilidade ISCC-CORSIA (*International Sustainability Carbon & Certification – Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*). É um combustível com menor intensidade de carbono porque utiliza um percentual de matéria-prima de origem vegetal, que é processada junto com o querosene de aviação mineral. No momento, a Petrobras está certificada para o uso de óleo técnico de milho (TCO), uma matéria-prima residual, ou óleo de soja, com uma redução prevista nas emissões líquidas de CO₂ de até 87% na parcela renovável. O produto obtido é quimicamente idêntico ao combustível mineral, mas com uma parcela derivada de matéria-prima sustentável. O combustível das primeiras entregas foi produzido na Refinaria Duque de Caxias (Reduc), no Rio de Janeiro, certificada para produzir e comercializar SAF. A Reduc possui autorização da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para incorporar até 1,2% de matéria-prima renovável na produção de SAF por essa rota. A Refinaria Henrique Lage (Revap), em São José dos Campos (SP), já realizou testes para a produção de SAF pela rota de coprocessamento de óleo vegetal com correntes tradicionais de petróleo. A previsão é que, ainda em 2026, a Refinaria de Paulínia (Replan), no estado de São Paulo, e a Refinaria Gabriel Passos (Regap), em Minas Gerais, também passem a produzir e comercializar o combustível (PETROBRAS, 2025).

SAF: combustível alternativo de aviação. Os Aviões precisam de combustível para voar, mas produzir e usar combustível causa emissões nocivas, como CO₂. Esse gás de efeito estufa contribui para o aquecimento global ao reter o calor. O SAF é uma alternativa melhor ao combustível de aviação comum e tem um impacto ambiental menor. Explore os benefícios do SAF e como você pode nos ajudar a usá-lo mais. SAF significa “combustível de aviação sustentável” (em inglês), o termo que nossa indústria usa para descrever uma alternativa melhor ao combustível de aviação convencional. Prefere-se chamá-lo de “combustível alternativo para aviação” porque o SAF ainda produz emissões nocivas e não é totalmente sustentável.

A partir de 2025, os voos que partem da Europa incluirão uma média de 2% de SAF, conforme exigido pelas regras da UE. Embora esse seja um aumento, o impacto do SAF continua limitado. É por isso que devemos priorizar o SAF para aproveitar melhor seus benefícios. Os benefícios do SAF*:

- É feito de recursos não fósseis, como óleo de cozinha usado.
- Embora o SAF emita a mesma quantidade de CO₂ durante o voo, seu impacto total de CO₂ é pelo menos 65% menor durante todo o ciclo de vida (da produção à queima).
- Emite menos outras emissões nocivas, como partículas e enxofre, que impactam a qualidade do ar local no solo.

O que torna o SAF melhor? O SAF é uma alternativa melhor do que o combustível comum para aviões (querosene fóssil). Da produção à queima, o impacto de CO₂ do SAF que usamos é pelo menos 65% menor do que o do combustível comum. Mas durante o voo, tanto o SAF quanto o combustível de aviação regular liberam a mesma quantidade de CO₂. Isso ocorre porque todo o ciclo de vida das matérias-primas é considerado, incluindo a forma como são produzidas e processadas. Por exemplo, matérias-primas biológicas, como as culturas, removem CO₂ da atmosfera durante o seu crescimento.

O SAF que a Companhia Aérea KLM usa vem principalmente de óleo de cozinha usado, um produto residual. O carbono presente neste óleo está associado ao seu primeiro uso (fritar batatas fritas). Durante a produção, distribuição, transporte e queima de SAF, o CO₂ é liberado. Mas o total de emissões de CO₂ é muito menor do que o dos combustíveis fósseis: pelo menos 65% menor para o SAF que a KLM usa. Além disso, a reutilização do óleo de cozinha não adiciona nenhum novo CO₂ à atmosfera. Com os combustíveis fósseis, o carbono armazenado no subsolo é liberado na forma de CO₂ quando é queimado.

Ainda é um efeito pequeno, e para impulsionar o uso de SAF, começamos a adicionar uma pequena porcentagem ao sistema de combustível no Aeroporto Schiphol de Amsterdã em 2022: 0,5% para cada voo de partida. Em 2023 e 2024, aumentou-se esse valor para uma média de 1% SAF.

A partir de 2025, as regras da UE exigem que os fornecedores de combustível adicionem uma média de 2% de SAF às entregas de combustível nos aeroportos europeus. Vários países também introduziram ou anunciaram mandatos semelhantes. É por isso que a KLM passou a incluir uma taxa adicional de SAF no preço total do bilhete. O aumento do preço depende de sua classe de viagem e da distância de seu voo. Todas as receitas do adicional serão usadas inteiramente para

comprar o SAF. Embora a KLM esteja usando mais SAF, ele ainda representa apenas uma pequena parte de todo o nosso combustível. O mercado de SAF ainda está em fase emergente, o que significa que os preços sofrem flutuações. Isso significa que só pode-se aproveitar os benefícios do SAF em uma pequena escala (KLM, 2025).

A aviação está comprometida com metas ambiciosas de descarbonização. A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), órgão das Nações Unidas do qual o Brasil é membro, adotou o Objetivo Aspiracional de Longo Prazo de alcançar Zero emissões líquidas de carbono na aviação internacional até 2050. Para atingir esse objetivo, além de melhorias tecnológicas das aeronaves e das operações aéreas, e da compensação de emissões por meio de créditos de carbono, será necessário que a aviação realize a transição energética por meio do uso de fontes mais limpas. Os combustíveis sustentáveis da aviação – mais conhecidos como SAF (do inglês: *Sustainable Aviation Fuels*) serão fundamentais.

O Brasil, com sua disponibilidade de matérias-primas, tecnologias e ampla experiência na produção de biocombustíveis, em particular etanol e biodiesel, tem grande potencial de se tornar líder global nesse novo mercado. Diante desse cenário, nasce no Brasil a Conexão SAF. A Conexão SAF é um fórum informal que visa a congregar atores públicos e privados para a identificação e elaboração de propostas e soluções que permitam ao setor de aviação brasileiro realizar a sua descarbonização por meio do uso de SAF. A Conexão SAF busca promover o debate contínuo e estruturado de forma a identificar os desafios técnicos, regulatórios, tributários, produtivos e logísticos para a produção e o consumo de SAF no Brasil, propondo alternativas e iniciativas para tornar esses combustíveis viáveis economicamente.

A ideia é congregiar todas as instituições que tenham interesse em participar desse debate sobre como promover a produção e o consumo de SAF no Brasil. Os SAF são combustíveis quimicamente análogos ao tradicional querosene da aviação, de origem fóssil. Eles não demandam adaptações dos motores das aeronaves e podem ter diversas origens para sua produção – lixo orgânico, gordura animal, biogás e biomassa são só alguns exemplos. Tecnicamente, são definidos como

combustíveis da aviação oriundos de matéria renovável ou derivados de resíduos, atendendo a critérios de sustentabilidade ambiental.

O SAF emite menos porque, ao longo de todo o seu ciclo de vida – incluindo os insumos utilizados para sua produção, transporte e queima – há menos emissões de carbono do que decorreria com o uso de combustíveis fósseis. A redução depende da matéria-prima e tecnologia de conversão. O potencial de crescimento do mercado de SAF é imenso, na medida em que ele representa, atualmente, menos de 0,5% do volume de combustível utilizado pelo transporte aéreo.

A Conexão SAF visa estabelecer canais de divulgação, comunicação e diálogo ao longo da cadeia de produção, distribuição e consumo de SAF, de modo a incentivar novos negócios e investimentos no setor. A iniciativa visa também realizar a divulgação contínua de informações relacionadas aos requisitos de certificação de sustentabilidade, das metodologias de análise de ciclo de vida e das melhores práticas para produção, certificação, distribuição e consumo do SAF no Brasil, construindo uma ponte entre o setor público e o privado.

Os eixos temáticos de atuação da Conexão SAF são:

- i. Certificação e qualidade do produto;
- ii. Infraestrutura e Distribuição;
- iii. Regulação do Mandato para Operadores Aéreos;
- iv. Políticas de Incentivo e Financiamento;
- v. Tributação e Aspectos Tributários da Cadeia de SAF;
- vi. Pesquisa e Desenvolvimento.

Para 2025, o principal objetivo da Conexão SAF foi oferecer subsídios aos órgãos públicos competentes para regulamentar a Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024, também conhecida como “Lei do Combustível do Futuro”. Para tanto, os trabalhos ocorrem no âmbito de cinco Grupos Técnicos, que abarcaram as cinco primeiras temáticas acima – sendo P&D tratado como uma matéria transversal, presente em todos os demais Grupos Técnicos (ANAC, 2025).

Dentro deste cenário instigante e promissor, urge que a academia se mobilize cada vez mais na busca de novos produtos e combustíveis mais sustentáveis para a aviação. Com princípios básicos de garantir eficiência, segurança e credibilidade os novos combustíveis precisam sobretudo, serem desenvolvidos, testados de forma

incessante, validados e certificados, pois a redução do consumo de combustíveis fósseis, matriz preponderante na aviação, é inevitável e quase que inadiável.

¹ Mestre em Agroecossistemas (UFSC, 2006). Especialista em Administração Rural (UNOESC, 1997). Engenheiro Agrônomo (UDESC, 1986). Professor e Pesquisador nas Áreas de Gestão Ambiental, Ciências Aeronáuticas, Agronomia, Administração e Engenharia Ambiental. AEROTD. <https://orcid.org/0000-0002-3762-471X>.
E-mail: jairohenkes333@gmail.com

REFERÊNCIAS

ANAC, 2025. Disponível em: <https://hotsites.anac.gov.br/conexaosaf/>. Acesso em: 29 dez 2025.

EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/combustiveis-sustentaveis-de-aviacao-no-brasil-perspectivas-futuras> . Acesso em: 29 dez 2025.

KLM, 2025. Disponível em: <https://www.klm.com.br/information/sustainability/saf> . Acesso em: 29 dez 2025.

PETROBRAS, 2025. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/w/petrobras-lan%C3%A7a-combust%C3%ADvel-sustent%C3%A1vel-de-avia%C3%A7%C3%A3o-produzido-totalmente-no-brasil>. Acesso em: 29 dez 2025.

**Revista Brasileira de Aviação Civil
& Ciências Aeronáuticas**

ISSN 2763-7697

