

# O SAF NA AVIAÇÃO: O AVANÇO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS, O HISTÓRICO DE SUA APLICAÇÃO E ANALOGIA ENTRE BRASIL X FRANÇA

CAIO VIANA DE MELO (Fatec Guarulhos)

caio.melo2@fatec.sp.gov.br

CARLOS ALBERTO DINIZ GROTTA (Fatec Guarulhos)

carlos.grotta@fatec.sp.gov.br

## RESUMO

Este trabalho analisa a crescente preocupação com a sustentabilidade na aviação e destaca o papel crucial dos biocombustíveis como uma solução promissora para reduzir as emissões de carbono na indústria. Abordando a necessidade premente de reduzir o impacto ambiental da aviação, o estudo explora como os biocombustíveis, derivados de fontes renováveis como óleos vegetais e resíduos agrícolas, oferecem uma alternativa mais limpa aos combustíveis fósseis tradicionais. Além disso, são discutidos os desafios e oportunidades associados à integração desses biocombustíveis na aviação, incluindo questões de disponibilidade, custo e regulamentação. O trabalho destaca o papel fundamental dos biocombustíveis na busca por uma aviação mais sustentável, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e reduzindo o impacto ambiental da indústria aérea.

O objetivo desta pesquisa é introduzir o biocombustível, como uma nova fonte de energia, enriquecendo o entendimento econômico e sustentável ligadas ao progresso da aviação no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade. Biocombustíveis, Aviação.

## ABSTRACT

*"This work examines the growing concern for sustainability in aviation and underscores the crucial role of biofuels as a promising solution to reduce carbon emissions in the industry. Addressing the pressing need to reduce the environmental impact of aviation, the study explores how biofuels, derived from renewable sources such as vegetable oils and agricultural waste, provide a cleaner alternative to traditional fossil fuels. Additionally, it discusses the challenges and opportunities associated with integrating these biofuels into aviation, including issues of availability, cost, and regulation. The paper highlights the fundamental role of biofuels in the pursuit of a more sustainable aviation, contributing to the mitigation of climate change and reducing the environmental footprint of the airline industry.*

*The objective of this research is to introduce biofuel as a new energy source, enriching the economic and sustainable understanding linked to the progress of aviation in Brazil."*

**Keywords:** Sustainability. Biofuels, Aviation.

## 1. INTRODUÇÃO

Biocombustíveis representam fontes de energia renovável obtidas a partir de recursos agrícolas, incluindo culturas oleaginosas, biomassa de florestas, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas. Essa categoria de energia contribui para a redução de emissões de poluentes e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um gás que desempenha um papel no efeito estufa e tem implicações globais nas mudanças climáticas. Além disso, promove o crescimento da agricultura em áreas rurais menos favorecidas, gerando oportunidades de emprego e combatendo a desertificação. Os biocombustíveis oferecem diversas vantagens em comparação com o querosene usado em aeronaves.

Diante da ameaça que o uso de combustíveis fósseis representa para o meio ambiente, surge a pergunta: quais são as opções disponíveis para substituí-los? E quais benefícios o uso de biocombustíveis na aviação oferece?

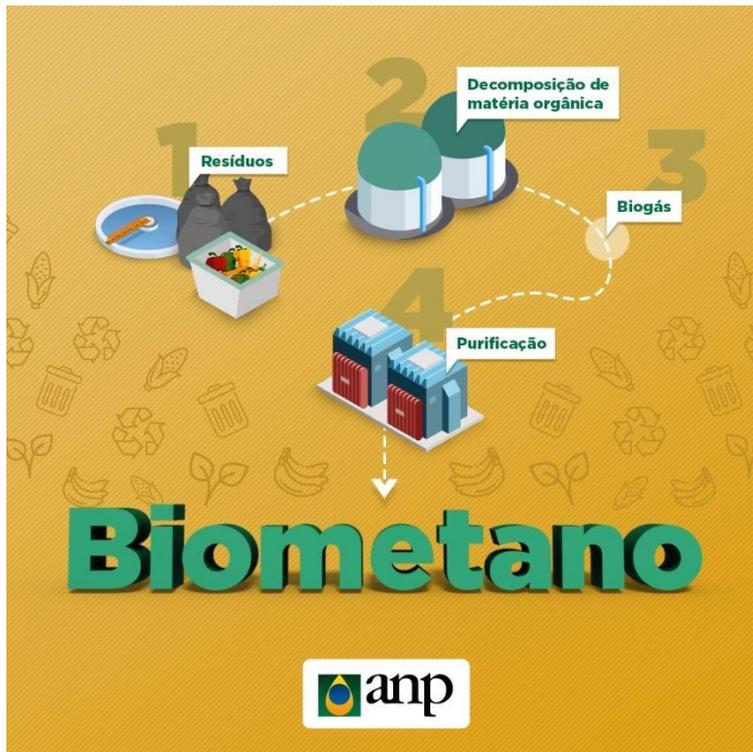
O objetivo desta pesquisa é introduzir o biocombustível, como uma nova fonte de energia, enriquecendo o entendimento econômico e sustentável ligadas ao progresso da aviação no Brasil.

Esta pesquisa é de caráter exploratório, e busca analisar os efeitos na aviação de combustíveis “sustentáveis”, os denominados SAF (Sustainable Aviation Fuels). Para isto fizemos uso de notícias, informações e artigos especializados no tema, em busca bibliográfica digital, além de livros especializados na aviação.

## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 – BIOCOMBUSTÍVEIS

Biocombustíveis são combustíveis de origem biológica não fóssil. De acordo com a ANP, biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia (ANP, 2019). Os principais biocombustíveis líquidos são o bioetanol, obtido a partir da fermentação da cana-de-açúcar, e o biodiesel, que é produzido a partir de óleos de sementes e grãos ou de gorduras animais, adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis. Há também o biometano, que é um biocombustível gasoso obtido a partir do processamento do biogás. Por sua vez, o biogás é originário da decomposição de material orgânico. Já o bioquerosene, que é o biocombustível de aviação, é derivado de biomassa renovável. “Os biocombustíveis são a prova de que é possível manter as características energéticas, dando mais qualidade de vida e sustentabilidade para a sociedade,” definiu Elizabeth Farina (BOEING, 2013). Segundo o *Air Transport Action Group*, os biocombustíveis produzidos de forma sustentável são os que não impactam negativamente em valiosos recursos de alimentos, terra e água são chamados de ‘segunda geração’ ou ‘avançados’ (ATAG, 2011). A partir destas considerações é que se concentram as pesquisas e desenvolvimento de biocombustíveis atualmente.



## 2.2 - USO DO BIOQUEROSENE NO EXTERIOR

No cenário internacional, desde 2008, mais de 1.600 voos foram conduzidos com misturas de querosene renovável e fóssil. Empresas como Virgin Atlantic Airways, Air New Zealand, Continental Airlines, Japan Airlines e United Airlines já realizaram voos para validar a viabilidade dessas abordagens.

O primeiro voo experimental com biocombustível ocorreu em fevereiro de 2008, realizado pela companhia aérea britânica Virgin Atlantic entre Londres e Amsterdã, utilizando um quadrimotor Boeing 747. Apenas um dos quatro motores da aeronave foi alimentado com uma mistura contendo 20% de óleo de coco e semente de babaçu, juntamente com querosene convencional. (BBC, 2008)

Em dezembro de 2008, a Air New Zealand utilizou o mesmo modelo de aeronave, com um dos quatro motores operando com uma mistura de 50% de querosene de aviação e 50% de óleo de pinhão manso. (CAMPASSI, 2009)

No ano de 2009, a companhia aérea americana Continental Airlines realizou seu primeiro voo experimental movido a biocombustível derivado de algas e pinhão manso, com a duração de 90 minutos, em um bimotor Boeing 737. Um dos dois motores foi alimentado por uma mistura contendo 50% de combustível convencional e 50% de biocombustível. (CAMPASSI, 2009)

Em 2009, a companhia japonesa Japan Airlines conduziu um voo de teste em Tóquio, utilizando um dos motores abastecido com 50% de uma mistura de camelina, flores e algas, com o restante sendo querosene de aviação convencional. (BIODIESELBR, 2009)

Em junho de 2011, a companhia aérea holandesa KLM realizou o primeiro voo com passageiros utilizando biocombustível, voando de Amsterdã a Paris em um Boeing 737, com 171 passageiros a bordo. O avião recebeu uma mistura composta por 50% de querosene convencional e 50% de biocombustível à base de óleo de cozinha reciclado. (CASAGRANDE, 2018)

Entre julho de 2011 e janeiro de 2012, a Lufthansa, a maior companhia aérea alemã, se tornou a primeira a usar biocombustível em voos regulares, realizando cerca de 1200 voos entre Frankfurt e Hamburgo durante seis meses. A empresa utilizou uma mistura de 50% de biocombustível adicionado ao querosene de aviação em apenas um dos motores.

A United Airlines realizou um voo de Houston para Chicago em 2011, usando uma mistura de 40% de biocombustível derivado de algas. (BBC, 2009)

Em 2012, a KLM Airlines realizou o voo movido a biocombustível mais longo, voando de Amsterdam ao Rio de Janeiro para a Conferência Rio+20. Em 2013, a mesma companhia realizou voos regulares entre Amsterdã e Nova York utilizando biocombustível. (CASAGRANDE, 2018).

Em 2018, a companhia australiana Qantas realizou o voo mais longo usando biocombustível em um Boeing 787, abastecido com uma mistura de 10% de sementes de mostarda não comestíveis e 90% de querosene convencional, reduzindo as emissões de carbono em 7% em comparação com um voo comum na mesma rota, com duração de 15 horas entre Los Angeles e Melbourne.



A United Airlines, no mesmo ano, conduziu um voo de São Francisco para Zurique, utilizando uma mistura de 30% da mesma semente de mostarda (*brassica carinata*) e 70% de querosene de aviação convencional, com duração de 11 horas. (BIODIESELBR, 2018)

Desde 2020, a Noruega tornou obrigatório o uso de biocombustível para companhias aéreas que operem em seu território, exigindo uma mistura contendo 0,5% de bioquerosene e 99,5% de querosene de aviação convencional, conforme anunciado em 2018 pelo governo norueguês. (BIODIESELBR, 2018).

### **2.3 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIOCMBUSTÍVEL PARA A AVIAÇÃO**

A grande vantagem de empregar biocombustíveis reside na diminuição das liberações de gases de efeito estufa, fundamentais para o fenômeno do aquecimento global. Além de possibilitar a diminuição da dependência em relação aos combustíveis fósseis, os biocombustíveis são fabricados a partir de matéria-prima vegetal, que absorve CO<sub>2</sub> da atmosfera, contrariando, assim, o impacto do efeito estufa. Uma vez que o replantio da cultura utilizada resulta em expansão das áreas verdes e, em teoria, captura do CO<sub>2</sub> emitido durante a queima da safra anterior, isso significa que não interfere no ciclo do carbono (FOGAÇA, 2019). Além disso, sua fabricação, quando comparada ao processo de refinamento, extração e

transporte de combustíveis fósseis, pode acarretar em uma redução de até 80% nas emissões desse sistema de produção (FOGAÇA, 2019).

No que se refere às desvantagens, o principal entrave se encontra no custo elevado de produção quando comparado ao combustível fóssil. O principal desafio é assegurar a produção de matéria-prima a um custo acessível e em quantidades suficientes para atender às necessidades da indústria aérea. A capacidade existe, porém, a questão crítica reside em alcançar essa viabilidade econômica e em manter preços competitivos em relação ao petróleo.

Segundo analistas, "o custo final do bioquerosene ainda não é competitivo em comparação ao querosene fóssil. Embora a tecnologia tenha avançado consideravelmente, estimamos uma diferença de preço em torno de 20%, mas vale ressaltar que, em anos anteriores, essa diferença chegava a 200%" (RIBEIRO, 2019).

Além disso, as companhias aéreas são extremamente sensíveis a variações de custos. "Qualquer alteração nos preços pode ter um impacto significativo nos resultados das empresas, e, por isso, elas não estão dispostas a aceitar custos divergentes em relação ao querosene fóssil," acrescenta Scorza (RIBEIRO, 2019).

De acordo com Jennifer Holmgren, 85% do custo do biocombustível é a matéria prima. "Desde que ela custe o mesmo do que o galão de petróleo, o galão de biocombustível será competitivo" (CAMPASSI, 2009). Tudo isso em virtude da redução da emissão de CO<sup>2</sup> emitido, e da mitigação dos gases de efeito estufa.

### **3. – O SAF NA AVIAÇÃO**

#### **3.1 – O USO DE SAF NA AVIAÇÃO NO BRASIL**

Segundo Ribeiro (2019), O uso de combustíveis sustentáveis na aviação comercial brasileira está longe de se tornar realidade. Nem mesmo voos experimentais realizados pelas principais companhias aéreas locais nos últimos anos foram suficientes para tirar o país de uma posição de espectador. Enquanto empresas da Europa e dos Estados Unidos já voam movidos parcialmente por bioquerosene, o Brasil aguarda os movimentos da indústria, das organizações internacionais que regulam o setor e das produtoras de combustíveis para tomar uma atitude.

O primeiro teste com bioquerosene no país ocorreu em 2010 em um voo da Tam, hoje Latam. Azul e Gol também realizaram experimentos com combustíveis sustentáveis. A Gol, de forma mais sistemática, fez mais de 300 voos durante a Copa do Mundo de 2014 com uma mistura de 4% de querosene produzido com óleo de milho junto ao combustível convencional. De lá para cá, entretanto, a questão não evoluiu.

O principal empecilho apontado pelo setor é o preço. Hoje, o querosene de aviação responde por 28,8% dos custos das companhias, segundo dados da Associação Brasileira das Empresas Aéreas (Abea). E abastecer os tanques das aeronaves com biocombustível atualmente significaria inchar essa conta. A questão é que não há produção nem fornecimento contínuos do querosene sustentável no Brasil, por isso o preço mais alto.

Uma opção seria obrigar as companhias aéreas a abastecerem suas aeronaves com bioquerosene, nem que fosse uma pequena porcentagem, assim como ocorre na Noruega e está em discussão na Suécia. No entanto, essa alternativa é rechaçada pelo setor. O mandato de mistura na aviação não é bem visto. O próprio custo do bioquerosene devido à pequena escala e custo alto de produção, uma obrigação de uso poderia impactar o custo da operação da companhia aérea e inviabilizar sua operação comercial.

Figura 1



Fonte: Defesa Aérea & Naval

A Figura acima mostra como é a produção do querosene.

Figura 2



A figura acima mostra um avião da **GOL** sendo abastecido com bioquerosene, no Rio de Janeiro

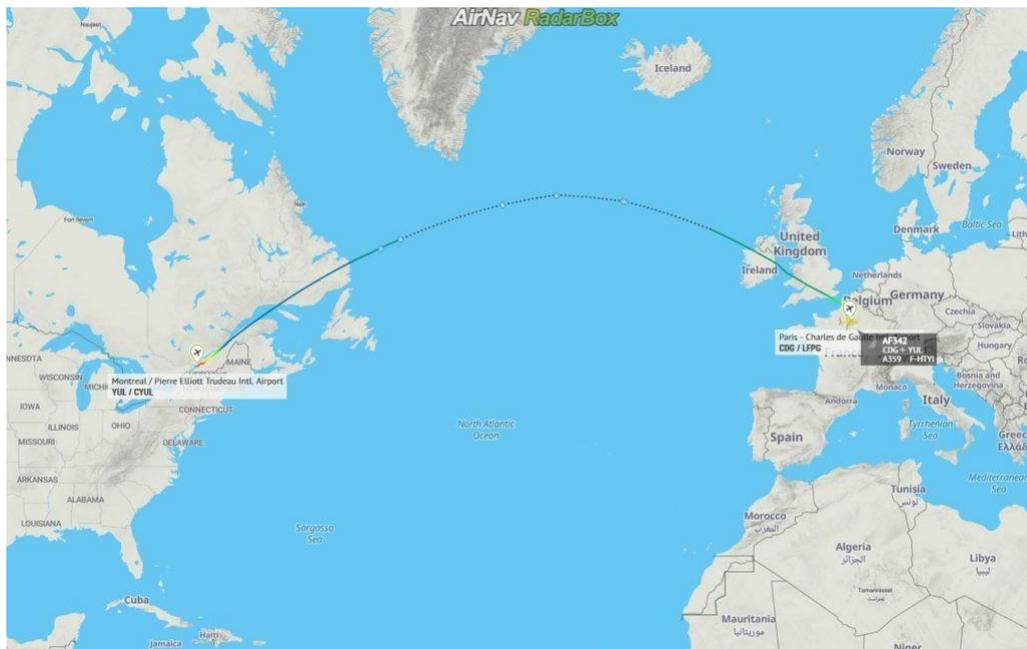
### 3.2 VOO COMERCIAL COM SAF NA AVIAÇÃO DA FRANÇA

O voo AFR-342, da Air France, decolou no dia 18 de maio de 2021 às 15h40 locais do aeroporto Charles de Gaulle, em Paris, para Montreal, no Canadá, levando pela primeira vez, em seus tanques, combustível sustentável (SAF) produzido pela Total em suas fábricas francesas. Essa foi a primeira viagem de longo curso movida a SAF feito de óleo de cozinha produzido na França.

Espera-se que esses biocombustíveis reduzam significativamente os níveis de dióxido de carbono. O SAF é atualmente produzido principalmente a partir de biomassa, como vegetais não utilizados ou óleos de cozinha. Os tanques de combustível do avião são preenchidos com uma mistura de querosene e 16% de biocombustível, segundo Djebbari, o Ministro Adjunto dos Transportes, da França.

As companhias aéreas têm realizado experimentos com o SAF, mas aplicá-lo em larga escala é um desafio, já que atualmente ele é muito mais caro do que o querosene comum.

Segundo dados do RadarBox (2018), o voo foi realizado em 6 horas e 46 minutos pelo Airbus A350 de matrícula F-HTYI.



Para esses voos, a Air France-KLM se associou à empresa Total, ao fabricante de aeronaves Airbus e à operadora de aeroportos ADP em uma parceria que visa tornar as viagens aéreas mais ecologicamente corretas num futuro próximo. A legislação francesa exige que as aeronaves usem pelo menos 1% de SAF até 2022 para todos os voos com origem na França, à frente da ambição europeia programada para aumentar gradualmente para 2% até 2025 e 5% até 2030, como parte do Acordo Verde Europeu.

Além desse voo, a Airbus está realizando várias séries de testes para certificar que os aviões voem com 100% SAF nas próximas décadas. A Airbus também instalou postos de abastecimento de SAF em suas instalações industriais para que possam ser usados durante a produção e testes de novos aviões, bem como para entregas de aeronaves. Essas instalações contribuem para a ambição da Airbus de descarbonizar todas as suas operações industriais num futuro próximo.

Além do desafio científico e tecnológico, ainda há o empecilho econômico. A Air France calcula que tal mistura gera um custo adicional de 4€ por passageiro. Para o valor ser competitivo é preciso que toda a indústria passe a adotar as opções ecológicas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo geral do presente trabalho foi investigar se a utilização de biocombustíveis na aviação é uma alternativa viável sob o ponto de vista ambiental e econômico, sendo atingida ao longo da pesquisa e trazendo citações de autores sobre os tipos de combustíveis utilizados na aviação. Os danos ambientais causados pelos combustíveis fósseis são indiscutíveis, principalmente quando se trata do aquecimento global. Essas causas e consequências negativas levam a uma demanda cada vez maior por energia limpa e renovável. É impossível fechar os olhos ao abandono radical do meio ambiente. É importante encontrar formas para minimizar as consequências negativas do uso de combustíveis fósseis o mais rápido possível e essas medidas precisam ser coordenadas e equilibradas mundialmente.

Contudo, a logística de suprimentos destes combustíveis até as aeronaves, com os devidos equipamentos para suportes nos aeroportos, viabiliza até o momento o seu uso em longa escala.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Exceto com políticas regulatórias rígidas para o ampto das metas de emissão de CO<sup>2</sup>, conjugado a fatores de apoio a iniciativa de redução dos custos dos biocombustíveis e sua utilização em larga escala, ainda não será possível afirmar se as metas de descarbonização da aviação serão atingidas como planejado.

#### REFERÊNCIAS

ANP. Resolução ANP n° 778. 2019. Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2019/abril&item=ranp-778-2019>.

ANP. Biocombustíveis de Aviação. 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biocombustiveis-de-aviacao>.

ATAG, Air Transport Action Group. Powering the future of flight. Disponível em: <http://www.atag.org/our-activities/sustainable-aviation-biofuels.html>.

BBC. Primeiro vôo com biocombustível é bem-sucedido. 2008. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2008/02/080224\\_aviao\\_biocombustivel2\\_aw.shtml](https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2008/02/080224_aviao_biocombustivel2_aw.shtml).

BIODIESELBR. Jumbo da JAL faz primeiro vôo com motor a biocombustível. 2009. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/energia/r1-jumbo-jal-primeiro-voomotor-biocombustivel-02-02-09>.

BIODIESELBR. Noruega vai tornar obrigatório uso bioquerosene a partir de 2020. 2018. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/biocombustivel/bioqav/noruega-vaitornar-obrigatorio-uso-bioquerosene-a-partir-de-2020-051018>

BIODIESELBR. United realiza maior voo transatlântico com biocombustível. 2018. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/biocombustivel/bioqav/united-realizamaior-vo>

transatlantico-com-biocombustivel-170918.

BOEING. Stakeholders da indústria de aviação anunciam Plataforma Brasileira de Biocombustível para Aviação. 2013. Disponível em: <https://www.boeing.com.br/noticias-esala-de-imprensa/releases/2013/october/stakeholders-da-industria-de-aviacao-anunciaplant.page>

CAMPASSI, Roberta. Continental testa alga e pinhão para voar. 2009. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/continental-testa-alga-pinhao-voar-08-01-09>.

CASAGRANDE, Vinícius. Aviões usam óleo de cozinha e mostarda para poluir menos, mas ainda é caro. 2018. Disponível em: <https://todosabordo.blogosfera.uol.com.br/2018/03/18/biocombustivel-aviacao-desafios-domercado-reducao-de-custo/>.

FOGAÇA, Jennifer. O Biocombustível é mesmo um Combustível Limpo? 2019. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/quimica/o-biocombustivel-mesmo-umcombustivel-limpo.html>.

RIBEIRO, Gustavo. Brasil é apenas um espectador no avanço dos biocombustíveis para aviões. 2019. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/industria/tecnologia/brasilespectador-avanco-biocombustiveis-avioes-280319>.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."