



# O PAPEL DO SAF (SUSTAINABLE AVIATION FUEL) NA DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR DA AVIAÇÃO

COSAG/FIESP – Outubro de 2023  
Mauricio Martins de Almeida Filho  
VP Engenharia, Aviação Comercial

# INTRODUÇÃO

- Indústria da Aviação:
  - Movimenta em torno de 4,5 bilhões de passageiros por ano e 61 milhões de toneladas de carga.
  - Essencial para o transporte de bens de alto valor e perecíveis: 35% do valor transportado e menos de 1% do volume.
  - 58% dos turistas chegam no seu destino através de transporte aéreo.
  - Impacto econômico mundial estimado de 3,5 trilhões de dólares, empregando 88 milhões de pessoas no mundo.
- Um avião comercial de nova geração consome 1 litro de combustível por passageiro a cada 50km, e emite em torno de 50 gramas de CO<sub>2</sub> por assento-km.
- O total de CO<sub>2</sub> emitido anualmente está em torno de 900 milhões de toneladas, equivalendo a 2% das emissões de CO<sub>2</sub> de origem humana.
- Até 2050 este valor pode chegar a dobrar, se não houver nenhuma ação adicional ao realizado até agora.



# INICIATIVAS PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO2



3 October 2021

As the global community emerges from the pandemic and the aviation sector returns from the worst crisis in its history, we will build on the success of previous sustainable efforts to push towards the goal of a net-zero carbon global aviation industry.

Scientific consensus shows that the Paris Agreement 1.5°C goal would greatly reduce the severity of climate change damage. It is imperative that all members of society and business sectors support a transition to this goal. The culture of transport sector is going to combine with a new long-term climate commitment.

Global civil aviation operations will advance net-zero carbon emissions by 2050, supported by accelerated efficiency measures, new jet technologies and innovation across the aviation sector and in partnership with governments across the world.

This goal is ambitious and challenging for all transport. It will require coordinated efforts within the aviation industry and from partners, particularly energy suppliers, governments and the energy sector. The goal will be underpinned by commitment to net-zero emissions on a global level and a transition to net-zero emissions on a global level.

ATAG 2050 outlines a number of key elements to achieve the decarbonisation of air transport, including:

1. Research, development and deployment of evolutionary and revolutionary engine and propulsion systems, including the introduction of electric and/or hydrogen-powered aircraft.
2. Continued improvements in efficiency of operations and infrastructure across the sector, including air traffic and by air means on the ground.
3. Investment in high quality carbon offsets to the 'net-zero' term and carbon removal opportunities to address residual CO<sub>2</sub> emissions in the long-term. In the short-term, the industry remains to fully support the International Civil Aviation Organisation (ICAO) Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) as an effective transitional measure to reduce net emissions from international aviation.

Aviation has a unique role in global energy and energy efficiency. Aviation has a unique role in global energy and energy efficiency. Aviation has a unique role in global energy and energy efficiency. Aviation has a unique role in global energy and energy efficiency.

Many long-term solutions require an acceleration of activity in the near to mid-term, including the development of SAF, better engine, continued efficiency gains, improvements in air traffic management and the implementation of CORSIA, and more quickly chosen action which longer-term measures are developed.

We are committed to ensuring the aviation in 2050 will be able to meet the needs of over 10 billion passengers, connecting the world safely, securely and responsibly, sustainably. Further details can be found at [www.atag2050.com/ATAg2050](https://www.atag2050.com/ATAg2050).



## Programa Combustível do Futuro

- ProBioQAv, pilar para criar a infraestrutura para viabilizar o SAF;
- Embraer engajada desde o lançamento do Programa em 2021.
- Proposta de lei enviada para o Congresso em Set/2023.

Art. 10. Os operadores aéreos ficam obrigados a reduzir as emissões de GEE em suas operações domésticas por meio da utilização de combustível sustentável de aviação, nos seguintes anos civis:

Ano	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Percentual Mínimo de Redução das Emissões	1%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%



- Usar SAF nos nossos processos produtivos a partir de 2021.
- Trabalhar com a cadeia de suprimento para expandir o fornecimento global de SAF.
- Trabalhar com fornecedores para tornar nossas aeronaves compatíveis com o uso de 100% SAF em 2030.
- Desenvolver produtos, serviços e tecnologias pra tornar viável a meta de compensação de CO2 na aviação em 2050.



# ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO2



1-9 PAX

10-19 PAX

20-49 PAX

50-99 PAX

100-149 PAX

150-230 PAX

230+ PAX

100% elétrico



*Desafios: Peso, carregamento, custo e vida da bateria*

Híbrido-elétrico



*Desafios: Baterias com carregamento rápido, integração, resfriamento, otimização dos motores, sistemas mais elétricos*

Célula de Combustível H<sub>2</sub>



*Desafio: Disponibilidade H<sub>2</sub>, volume, infraestrutura distribuição, peso, volume e resfriamento da célula de combustível, avião mais elétrico.*

*Desafio: Eficiência de turbinas a gás menores*

LH<sub>2</sub> ou combinação (LH<sub>2</sub> + SAF)



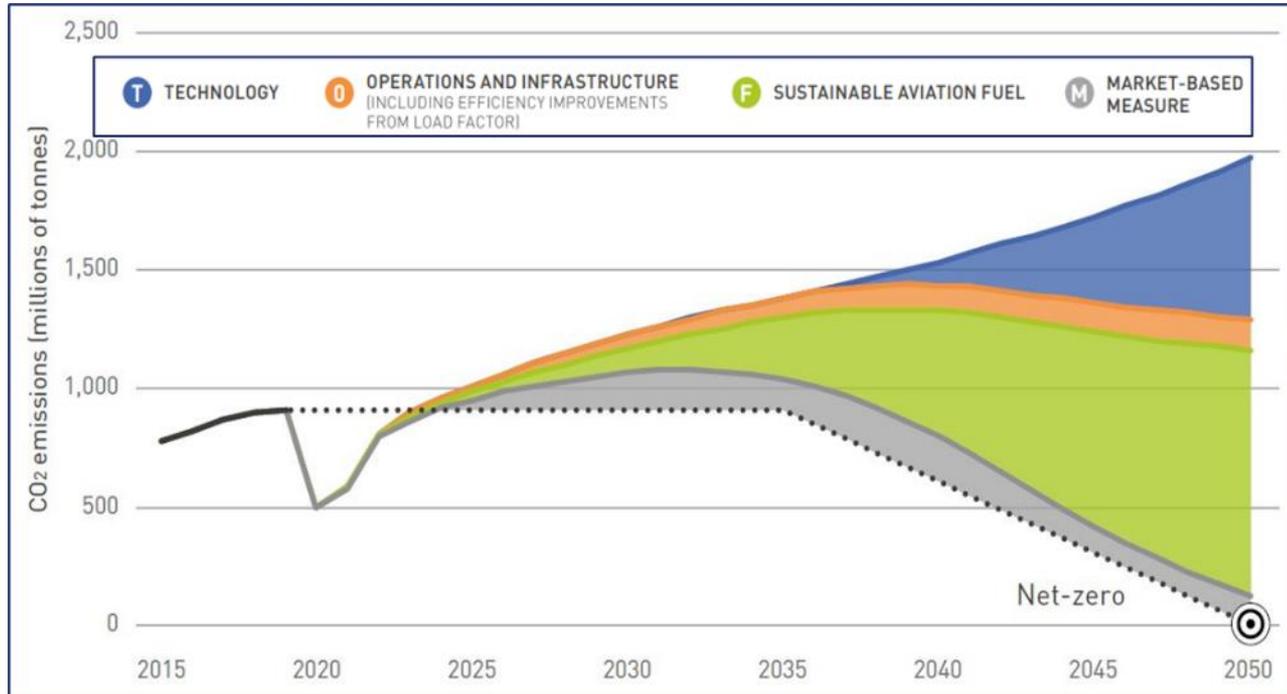
*Desafios: disponibilidade H<sub>2</sub>, volume e custos, modificação dos motores*

SAF (Sustainable Aviation Fuel)



*Desafio: Produção e custos*

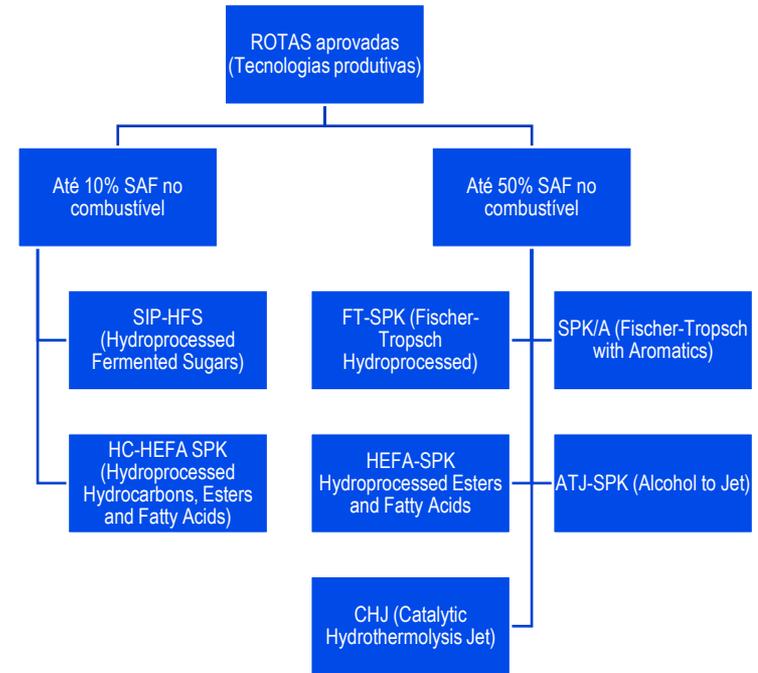
# IMPORTÂNCIA DO SAF NA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO2



- O SAF é a principal iniciativa para redução de CO2 até 2050, respondendo por +60% do total da redução.
- A necessidade de SAF em 2050 equivale a um consumo de 450 bilhões de litros de SAF por ano.
- Hoje é menos de 1% do consumo anual de combustível de aviação (220 mil litros).

# SAF: CONCEITOS E PROCESSOS PRODUTIVOS

- A redução da emissão do CO<sub>2</sub> no SAF ocorre no ciclo de produção deste combustível. Pode chegar a até 80% quando comparado com o processo produtivo do combustível fóssil.
- SAF idealmente deve ser “drop in” ou seja, não requerer modificação no sistema de combustível da aeronave e do motor, na infraestrutura de distribuição ou na de armazenamento.
  - O SAF “drop in” é aplicável imediatamente a frota existente.
- O uso de 100% SAF é hoje considerado como “non-drop in”, pois requer alguma modificação nas aeronaves e/ou motores atuais.
  - Testes com 100% SAF “non-drop in” já foram realizados, mas apenas em caráter experimental.
- Existem hoje 7 tecnologias (rotas) aprovadas pela ASTM para produzir SAF.
  - 5 dessas permitem uma proporção de até 50% de SAF na mistura com o combustível fóssil;
  - As outras 2 se limitam ao máximo de 10%.



Estes processos cobrem uma grande variedade de matérias primas, como carvão, gás natural, biomassa de produção de açúcar e álcool, óleos de algas, óleos vegetais, óleos reciclados, gordura animal, etc..

# O CAMINHO DO SAF NA EMBRAER



2004: Ipanema a álcool



2011: E170, testes e voo (HEFA – óleo de Camelina)



2012: E195 AZUL, voo demo Rio+20 (SIP – Cana de açúcar)



2016: E190 KLM 80 voos OSL-AMS (HEFA – óleo de Camelina)



2019: Praetor 600 voo FAB-GVA (ATJ – resíduo de madeira)



2022: E195-E2, voo com 100% SAF em um motor (HEFA-SPK)



Carta de intenções assinada em Jul/22 para promover o ecossistema de produção de SAF; Embraer será o primeiro cliente.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS



Sustentabilidade é um dos pilares da nossa visão de futuro.

O SAF é fundamental nas iniciativas de redução de emissão de CO2 na aviação, pois é a alternativa de mais curto prazo e aplicável a frota e infraestrutura existentes.

O uso do SAF já é permitido numa proporção de até 50% do combustível, e até 2030 espera-se a aprovação para o uso de 100% SAF.

Tecnologias produtivas não são restrição, existindo hoje rotas aplicáveis a uma grande variedade de biomassas.

Desafio maior está no volume de produção e consequentemente no custo do SAF.

Brasil tem uma grande oportunidade de ser um líder mundial na produção de SAF, dado seu conhecimento na produção de matérias primas e biocombustíveis.

← EMBRAER

OBRIGADO