

PROPOSTA DE ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE BIOQUEROSENE DE AVIAÇÃO A PARTIR DA PALMA (*Elaeis guineensis*)

Rafael Francisco Machado dos Santos¹; Ana Lucia Barbosa Souza³; Fernando Luiz Pellegrini Pessoa^{2,3}
José Luis Gonçalves de Almeida³

¹ Mestrando Bolsista em Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável; Centro de Competências Hidrogênio Verde – SENAI CIMATEC; rafael.machado@fbter.org.br

² Professor em Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável; Salvador-BA; jose.almeida@fieb.org.br; Fernando.pessoa@fieb.org.br

³ Pesquisadora do Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador- BA; ana.lbs@fieb.org.br

RESUMO

Os SAFs, ou Combustíveis Sustentáveis de Aviação, são combustíveis alternativos com características físico-químicas semelhantes ao combustível aeronáutico convencional, e invariavelmente utilizam matérias-primas não-fósseis na sua produção, tornando-os alternativas promissoras para a mitigação das emissões de CFGs no setor de aeronáutico, onde a emissão de gases poluentes por queima de combustíveis fósseis é bastante presente. Neste contexto, o objetivo é propor uma simulação para uma análise técnico-econômica de um processo de produção de SAF a partir da rota Alcohol to Jet, a partir do software Aspen Plus e utilizando a palma (*Elaeis guineensis*) como matéria-prima principal. Ao fim do projeto, espera-se obter um fluxograma preliminar e avaliação técnico e econômica do projeto proposto, com foco na sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: combustível, sustentável de aviação, palma, bioquerosene

1. INTRODUÇÃO

O ramo da aviação é um setor que produz e queima grandes quantidades de combustíveis fósseis todos os anos. Essa característica é reflexo da utilização do seu carro-chefe de operação: o Jet-A1, que é um querosene comumente utilizado como combustível para as aeronaves nos voos comerciais convencionais, e é produzido através da destilação do petróleo.¹ Estima-se que, em números, a indústria de aviação já represente cerca de 2% das taxas totais de emissões de gases CFCs do globo terrestre, além de indicar um crescimento de 5 a 10% do setor ao ano, o que conferiria um aumento para 3% da taxa de emissões globais de gases antrópicos até 2030.²

Os Combustíveis Sustentáveis de Aviação, ou SAFs, são uma categoria de biocombustíveis de aviação que aparecem como solução promissora visando mitigar os efeitos negativos da indústria aeronáutica ao meio-ambiente. Os bioquerosenes de aviação, como também podem ser chamados, passam por normatizações frente às suas condições de eficiência e segurança, além de apresentarem características físico-químicas semelhantes ao querosene convencional, o que confere a utilização desses bioquerosenes em vôos comerciais sem nenhuma alteração necessária na aeronave.³ Desta forma, os SAFs se mostram alternativas muito promissoras por conta de, diferentemente dos querosenes convencionais de aviação, poderem ser produzidos a partir de diversas matérias-primas não-fósseis diferentes, como: óleo vegetal, óleo animal, resíduos industriais e biomassas.⁴

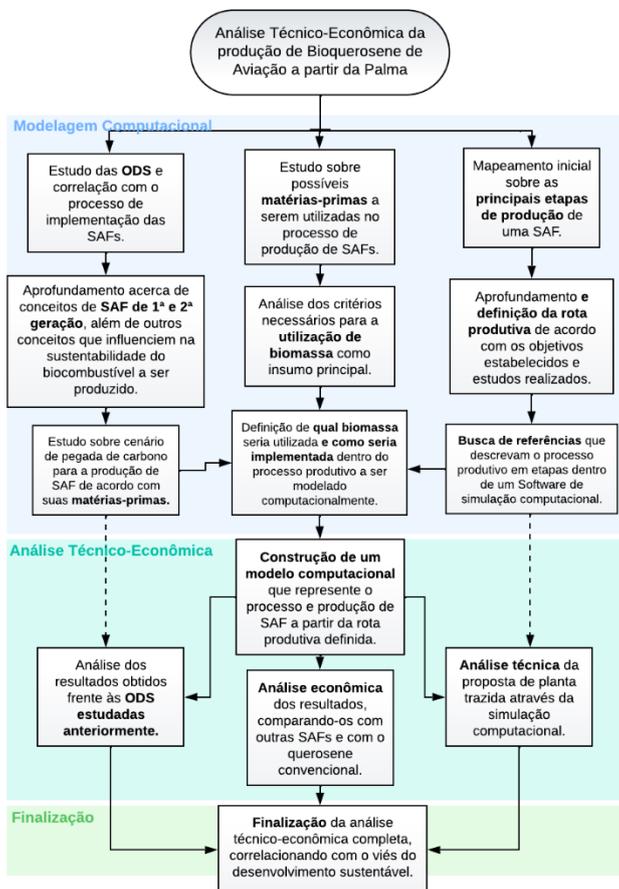
O impacto positivo da implementação de SAFs no mercado aeronáutico comercial pode ajudar a mitigar alguns grandes problemas ambientais já identificados por grandes órgãos de fiscalização globais. Com isso, é possível correlacionar a utilização destes bioquerosenes com algumas das metas de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Três das principais ODS correlacionadas em destaque são: ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura, ODS 12 – Consumo e produção sustentáveis e a ODS 13 – Ação contra a mudança do clima. A utilização de uma matriz energética renovável, que incentive a modernização de indústrias e estabeleça medidas novas frente a sustentabilidade de processos industriais são pontos centrais para alcançar as metas de desenvolvimento sustentável.⁵

Apesar dos pontos positivos citados anteriormente, o principal entrave para o processo de aplicação de uma SAF dentro do mercado de aviação civil é, sem sombra de dúvidas, a viabilidade econômica. Estima-se que, em contextos gerais, uma companhia aérea possui, dentro de sua operação, os combustíveis como o seu mais custo (27,5%), seguidos de gastos com aeronaves (18,2%) e profissionais em geral (17,1%).⁶ Com isso, uma análise técnico-econômica se mostra bastante relevante para se examinar o contexto da biomassa utilizada, as rotas industriais escolhidas e o preço final do bioquerosene produzido.

2. METODOLOGIA

A metodologia de elaboração do projeto consiste em três etapas principais: 1. Modelagem computacional; 2. Análise técnico-econômica; 3. Finalização das análises, como pode ser visto na Figura 1 abaixo:

Figura 1: Fluxograma geral do projeto



Fonte: Própria, 2024.

Na primeira etapa, são feitos os estudos iniciais para a construção da modelagem computacional, onde faz-se necessário o aprofundamento nos pilares de: Sustentabilidade (correlação com as ODS, estudo dos processos mais sustentáveis de produção de biocombustíveis); Possíveis matérias-primas (critério para utilização das mesmas e impactos sustentáveis de utilização); Etapas de produção de um SAF (diferenças entre as rotas, equipamentos utilizados e operações industriais). Com isso, é possível obter referencial teórico suficiente para a construção da modelagem computacional em Aspen Plus.

Para a segunda etapa, com a modelagem computacional pronta, os resultados validados da avaliados frente a perspectiva econômica, sustentável e técnica, com o objetivo de começar a estruturação da análise geral do processo. E por fim, na última etapa da metodologia, a organização da análise é finalizada, estabelecendo indicadores como: preço da SAF, CAPEX, OPEX, aderência com as metas das ODS propostas e propondo comparações com outros bioquerosenes e com o combustível convencional de aviação.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

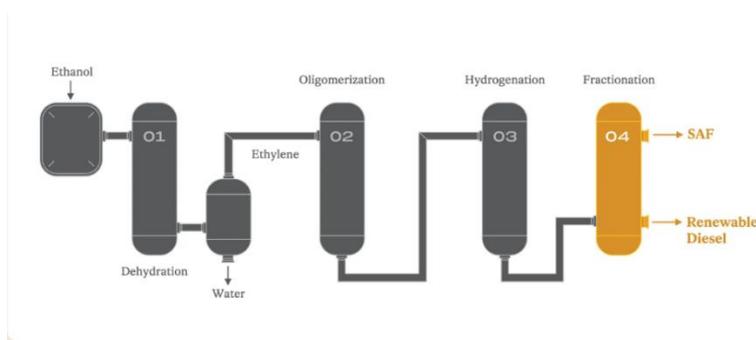
A possibilidade da utilização de diversos tipos de matérias primas diferentes e a aplicação de variados processos industriais faz com que seja possível produzir vários tipos de SAFs. Com isso, esses bioquerosenes são normatizados e identificados em rotas de produção distintas, sendo destacadas três rotas principais: A rota de conversão lipídica, a bioquímica e a termoquímica. As principais diferenças entre os três processos de conversão são relacionadas frente aos principais processos industriais utilizados, além do tipo de matéria-prima que é comumente utilizada na rota.⁴

No desenvolvimento de uma SAF cuja a matéria-prima principal seja uma biomassa vegetal, a rota de conversão bioquímica se apresenta como uma das frentes mais utilizadas para a produção, tendo como o processo Alcohol to Jet um dos caminhos mais estudados e promissores. No processo Alcohol to Jet de

produção de SAF, o objetivo é transformar um álcool em um bioquerosene de aviação, correlacionando várias reações químicas e processos industriais. Tendo em vista a sua normatização frente ao órgão internacional regulador de biocombustíveis ASTM, já é possível se utilizar bioquerosenes derivados da rota AtJ a partir de dois álcoois: o Isobutanol e o Etanol.³

As etapas de produção da rota Alcohol to Jet via Etanol consistem em quatro processos industriais principais: 1. Pré-tratamento e produção do Álcool, 2. Desidratação do álcool, 3. Oligomerização e Hidrogenação, 4. Destilação fracionada, como podemos ver na imagem abaixo:

Figura 5: Fluxograma básico do processo Ethanol-to-Jet.



Fonte: LanzaJet, 2024.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do projeto proposto, é possível perceber os pontos positivos do movimento de integração dos Combustíveis Sustentáveis de Aviação no mercado de aviação civil. Atrelado à isso, também foi apresentada a importância do processo de análise técnico-econômica, com o objetivo de propor a produção de um biocombustível que atenda as métricas técnicas, econômicas e sustentáveis para se manter competitivo no mercado aeronáutico.

Desta forma, ao fim do projeto espera-se produzir uma simulação computacional com o aprofundamento dos temas apresentados, e obter resultados que possam ser relevantes frente ao cenário de aviação comercial.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha gratidão ao Centro de Competência de Hidrogênio Verde, além do Centro Universitário Senai CIMATEC por me dar a oportunidade de desenvolver este projeto.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ Petróleo Brasileiro S.A. Querosene de Aviação, informações técnicas. **Manual de Querosene de Aviação**.
- ² RIBEIRO, N.F, RIBEIRO, E.F. Redução da emissão de dióxido de carbono através da implementação de biocombustíveis na aviação comercial brasileira. **Revista Conexão Sipaer**, Vol.10, Nº1, pp. 45-55. 2019.
- ³ SHAHRIAR, M.D.F KHANAL, A. The current techno-economic, environmental policy status and perspectives of SAF. **Fuel** **325**, 124905. 2022.
- ⁴ L.A.B Cortez et al. **Roadmap for Sustainable Aviation Biofuels for Brazil**, Blucher, São Paulo, 2014, 272p. 2014.
- ⁵ Nações Unidas Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: www.brasil.un.org . Acessado em 14 de agosto de 2023.
- ⁶ E.S.R. Escalante et al. **Evaluation of the potencial feedstock for biojet fuel Production in Brazilian context**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 153, 111716. 2022.
- ⁷ LanzaJet. **Our technology**. Disponível em: www.lanzajet.com/ourtechnology. Acessado em 01 de Março de 2024.
- ⁸ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diagnóstico da Produção Sustentável de Palma de Óleo**. 2018.
- ⁹ M.R. Hani. Experimental Studies on Combustion Characteristics of Oil-Palm Biomass in Fluidized-Bed: A Heat Energy Alternative. **Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences** **68**, Issue 2 (2020) 9-28.2020.