

Avaliação técnico-econômica e ambiental da produção de combustível sustentável de aviação através da rota ATJ

York Castillo Santiago^{a*}, Carolina Goulart Bezerra^a, Rafael Menegassi de Almeida^b, Leandro da Rocha Novaes^a, Stefano Ferrari Interlenghi^a

^aCoordenação de Engenharia e Desenvolvimento de Processos, Instituto SENAI de Inovação em Biossintéticos e Fibras—FIRJAN, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

^bCentro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello—CENPES, PETROBRAS, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

*ysantiago@firjan.com.br

RESUMO

Como estratégia para mitigar os altos impactos da emissão de CO₂ no setor de aviação, surge o SAF (combustível sustentável de aviação). O SAF pode ser misturado diretamente ao combustível de aviação convencional e utilizado em aeronaves existentes, sem modificações significativas nas turbinas. O mesmo pode ser obtido por diversas rotas, destacando-se a rota *Alcohol-to-Jet* (ATJ), que utiliza o etanol como matéria-prima principal. O uso de etanol é vantajoso, quando comparado a outros álcoois, devido à sua produção em larga escala e à sua cadeia logística consolidada no mercado nacional.

Esse trabalho realiza uma avaliação técnico-econômica e ambiental da produção de SAF, via o processo de Desoxigenação e Oligomerização Consolidada de Álcool (DOCA), uma das tecnologias mais recentes da rota ATJ. A simulação do processo DOCA foi realizada no software *Aspen Plus* v14.0, utilizando etanol combustível (93% em massa de pureza) como matéria-prima principal. Para a avaliação econômica, os custos de aquisição de equipamentos foram estimados com o auxílio do software *Aspen Process Economic Analyzer* v14.0 (APEA). Esses custos serviram de base para um modelo próprio de análise econômico-financeira, que determinou indicadores fundamentais, como despesas de capital (CAPEX), custos operacionais (OPEX) e o preço mínimo de venda (PMV) do SAF. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) foi realizada com o software *SimaPro* v.10.2, utilizando a base de dados *Ecoinvent* 3.11. A fronteira do sistema adotada foi do berço ao portão, ou “*cradle-to-gate*”. Os resultados indicaram que, para produzir 13.232 kg de SAF, foram necessários 5,93 kg de etanol/kg-SAF e 7,87 kg de vapor/kg-SAF como matérias-primas, enquanto os índices técnicos indicaram que 1,58 kg de BTX (benzeno, tolueno e xileno)/kg-SAF e 0,35 kg de nafta/kg-SAF foram produzidos como subprodutos. Em relação à avaliação econômica, foi determinado um CAPEX de US\$ 178,34 milhões, dos quais US\$ 58,86 milhões correspondem aos custos de aquisição de equipamentos. No caso do OPEX, o valor total atingiu US\$ 471,77 milhões/ano, dos quais US\$ 404,35 milhões estão associados às matérias-primas utilizadas. Finalmente, considerando um horizonte de investimento de 20 anos e um período de depreciação de 10 anos, o PMV obtido foi de US\$ 2.829,70 por tonelada de SAF. Os resultados da ACV mostraram que o gás natural foi o principal responsável pelas emissões na categoria de Potencial de Aquecimento Global (GWP). Já as outras seis categorias de impacto avaliadas apresentaram perfis distintos, com maior contribuição do etanol e das emissões para o ar e para a água. Entre os sete cenários avaliados, observou-se variação significativa nos perfis ambientais, evidenciando a influência das matérias-primas, do consumo energético e das emissões associadas ao ciclo de vida.

Pode-se concluir que a redução do custo do etanol e o aumento do preço do BTX poderiam tornar o preço do SAF obtido pela tecnologia DOCA mais competitivo. Além disso, concluiu-se que, embora o PMV do SAF seja três vezes maior que o do querosene fóssil, algumas estratégias, como créditos de carbono e novas políticas, podem ser implementadas para tornar o SAF competitivo.

Palavras-chave: Biocombustíveis, Combustível sustentável de aviação, Etanol, Bioenergia.

Agradecimentos: Os autores agradecem à ANP e à PETROBRAS pelo suporte financeiro (Número SIC: 2023/00626-9).



Realização:

