

ANÁLISE PATENTÁRIA DE BIOCOMBUSTÍVEIS PARA A AVIAÇÃO CIVIL

Italo Nascimento Santos¹; Flavia Munik Garrido de Oliveira²;
Hortência E. P. Santana³; Rafael Sales Almendra⁴; Denise
Santos Ruzene⁵; Daniel Pereira da Silva⁶

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – PPGPI
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
italosantos.engenharia@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – PPGPI
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
flaviamunik@gmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – PROBIO
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
hortencia010@hotmail.com

⁴Instituto Federal do Piauí – IFPI – Brasil.
rafalmendra@gmail.com

⁵Programa de Doutorado em Biotecnologia – RENORBIO
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – PROBIO
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
ruzeneds@hotmail.com

⁶Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – PPGPI
Programa de Doutorado em Biotecnologia – RENORBIO
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – PROBIO
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
silvadp@hotmail.com

Resumo

Na tentativa de reduzir os impactos ambientais causados pela exploração dos derivados fósseis, a utilização da biomassa como fonte de energia alcançado cada vez mais relevância. Além de serem de origem renovável os biocombustíveis são peças cruciais nos setores difíceis de eletrificar, como a aviação. Assim, para rastrear a corrida no desenvolvimento de alternativas sustentáveis capazes de suprir a demanda das aeronaves por combustíveis, este estudo teve por objetivo demonstrar através de análise patentária o comportamento dos biocombustíveis como novas tecnologias no desenvolvimento na aviação civil. Para tanto, foi realizada uma prospecção tecnológica em banco de patentes nacional e internacional (INPI e Espacenet) utilizando como metodologia palavras-chave, operadores booleanos e a Classificação Internacional de Patentes (CIP), tendo permitido uma expressão de busca que alcança as principais tendências tecnológicas relacionadas ao tema estudado. Como resultado, percebeu-se que entre os anos de 2017-2021 foram detectados um total de 45 patentes, sendo essas principalmente por parte de empresas do setor de petróleo e derivados, incluindo a estatal brasileira Petrobrás.

Palavras-chave: aviação; biocombustível; patentes

1 Introdução

Desde os primeiros protótipos, o transporte aéreo tem evoluído sua tecnologia e importância em ritmo acelerado, reduzindo os tempos de deslocamento, melhorando a estrutura e contribuindo com o desenvolvimento econômico das regiões integradas à sua rede de atuação (PETRESCU et al., 2017). Suas características intrínsecas de velocidade, segurança e autonomia para percorrer longas distâncias, disseminaram seu uso para a movimentação de mercadorias, recursos e passageiros (ZHANG E GRAHAM, 2020).

Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2022), em 2021, 76,2% dos passageiros no Brasil utilizaram o transporte aéreo para realizar viagens domésticas, tendo ainda essa demanda, em fevereiro de 2022, um crescimento de 28% em relação a fevereiro do ano anterior. Em números, o mês de fevereiro de 2021, ainda sob reflexo das restrições decorrentes da pandemia do Corona Vírus, registrou aproximadamente 4,3 milhões de passageiros transportados enquanto em 2022 um total de 5,5 milhões de passageiros voaram para destinos domésticos.

É notório que há uma tendência do setor aéreo em aumentar seus indicadores numéricos em relação ao período pandêmico de 2020-2021 (BARAN e GOMES, 2022). Entretanto, os esforços e medidas adotadas para a rápida recuperação do setor aéreo também tem causado preocupação quanto ao aumento proporcional na demanda por combustíveis derivados do petróleo. Os combustíveis fósseis caracterizam-se como compostos orgânicos que, quando queimados, comprometem a qualidade ambiental. O uso dos combustíveis fósseis na aviação é uma das principais fontes emissores de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases responsáveis pelo efeito estufa. Não por acaso, de acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2023), aproximadamente metade do aumento das emissões de CO₂ (por petróleo) em 2022 foi resultante deste atividade.

Diante do exposto, o setor aéreo vem procurando desenvolver estratégias para continuar sua expansão sem levar a um agravamento da degradação ambiental. A literatura especializada reporta que a produção dos biocombustíveis tem sido a alternativa mais propícia para a minimização desses impactos (BONASSA et al., 2014; SANTOS, 2015), estimando-se que estes recendem 80% menos gases do que os combustíveis de jato e a base de nafta-querosene. Os biocombustíveis conceitua-se como um tipo de combustível derivado de um substrato orgânico renovável, como os obtidos pela soja, milho e girassol (RAMBABU et al., 2023; TIWARI et al., 2023). Porém, para suprir as demandas das aeronaves atualmente atendidas pelos derivados do petróleo, os biocombustíveis devem ser produzidos com propriedades idônea específicas e a partir de matéria-primas que, ao mesmo tempo que agregem valor socioeconômico, não coloquem em risco a biodiversidade do local e não seja um mercado concorrente para o setor alimentício (ICAO, 2010; SWAFEA, 2011; TIWARI et al., 2023).

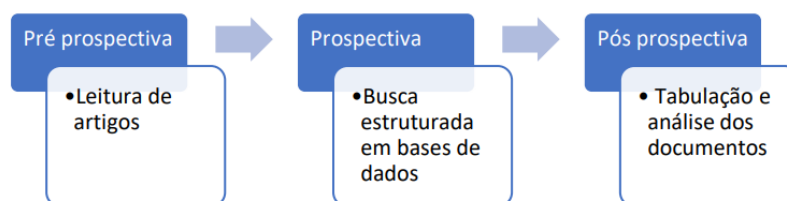
Sendo hoje uma das atividades mais exploradas no mundo, com aproximadamente 103 mil voos por dia, o modal aéreo é também um dos setores que mais utiliza os combustíveis de origem fóssil e, consequentemente, que contribui ativamente com o lançamento de gases nocivos ao meio ambiente. Percebe-se então neste cenário uma discussão ativa e crescente em busca da produção de biocombustível para aviação civil como alternativa sustentável para a minimização dos impactos ambientais causados pelos combustíveis tradicionais (LAI et al., 2023). Diante deste panorama, nota-se a importância de pesquisar o que vem sendo desenvolvido de novas tecnologias para solucionar a problemática abordada. Assim, o presente trabalho foi elaborado com o intuito de estruturar uma prospecção tecnológica de forma a poder viabilizar visões prospectivas que concernem as principais tendências tecnológicas a respeito de biocombustíveis na aviação civil em substituição daqueles convencionais.

2 Metodologia

A classificação da pesquisa seguiu a proposta de Gil (2008), que subdivide o tipo de pesquisa quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos. Quanto aos objetivos, este

estudo enquadra-se como sendo uma pesquisa exploratória; e quanto aos procedimentos técnicos é de caráter bibliográfico na fundamentação da base conceitual, e de levantamento na execução de seus procedimentos. A análise de prospecção tecnológica foi dividida em três etapas conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da prospecção



Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Na etapa pré-prospectiva foi realizada uma leitura de artigos científicos que abrange os aspectos e o tema de interesse. Na etapa prospectiva foram definidas as palavras-chaves para a realização da busca de anterioridade. As bases de patentes foram a European Patent Office (ESPACENET) e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). As palavras-chave determinadas foram: Biocombustível, bioquerosene, biogás, biodiesel, aviação, aeronave, avião, biofuel, biokerosene, aviation, aircraft, plane. Foram utilizadas estratégias de buscas estruturadas com operadores booleanos “and” e “or”. Além disso, foi utilizada a Classificação Internacional de Patente (CIP) C10G2300/1011 que diz respeito à processamentos de hidrocarbonetos a partir de biomassa animal ou vegetal. Logo, obteve-se duas expressões de buscas para a realização das pesquisas nas bases supracitadas, no INPI, a expressão deu-se como Resumo: '(BIOCOMBUSTÍVEL OR BIOQUEROSENE OR BIOGÁS OR BIODIESEL) AND (AVIAÇÃO OR AERONAVE OR AVIÃO)' Data de depósito: '01/01/2017' a '31/12/2021', na Espacenet obteve-se ((ctxt = "Biofuel" OR ctxt = "Biokerosene" OR ctxt = "biogas" OR ctxt = "biodiesel" OR cpc =/low "C10G2300/1011") AND (ctxt = "aviation" OR ctxt = "aircraft" OR ctxt = "plane")) AND pd within "2017-2021". Na etapa pós-prospectiva, os documentos de patentes foram organizados, tabulados e analisados.

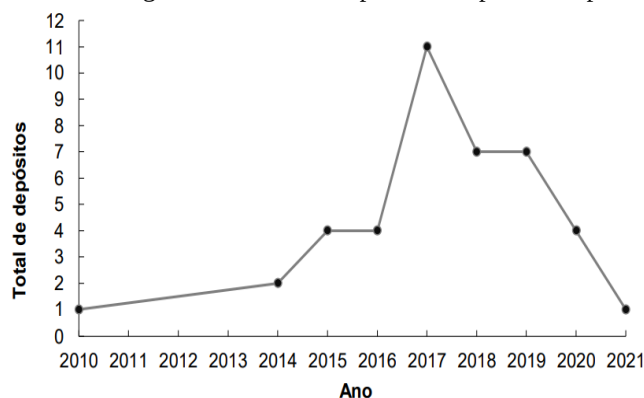
3 Resultados e Discussão

Levando em consideração uma pesquisa atemporal entre 2017 e 2021, e utilizando as palavras chaves e as expressões de busca pré-definidas no INPI e Espacenet, respectivamente, foram encontrados um total de 794 registros de patentes, onde 4 estão no INPI e 790 no Espacenet.

Analisando os 4 depósitos de patentes do INPI, verificou-se que 2 depositantes são universidades e 2 são empresas: a estatal brasileira Petrobrás e uma grande empresa de combustível dos Estados Unidos, o Gasmart. No Espacenet, após análise, os dados tabulados e utilizando os devidos filtros, obteve-se um quantitativo de 41 patentes relacionadas ao objetivo do estudo, sendo desse total 63,4% pedidos de patentes e 36,6% patentes concedidas. Cabe comentar que apenas 1 dos 41 registros é um modelo de utilidade, e não uma patente de invenção; e que das 41 patentes analisadas, observa-se que 8 foram depositadas via Tratado de Compreensão em Matéria de Patentes (PCT), administrado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), que tem como objetivo possibilitar o pedido de depósito da proteção da invenção por estratégias simultâneas abrangendo diversos países.

Na Figura 2 é possível acompanhar o total de patentes depositadas ao longo do período desde 2010 (a Figura 2 explora os anos anteriores ao delimitado de 2017 por essa pesquisa, pois alguns pedidos tiveram prioridade antes da data escolhida para as buscas). Dessa forma, observa-se que o ano de 2017 foi o que mais se destacou dentre as 41 patentes, tendo sido neste ano 11 patentes depositadas, as quais representam um percentual de 26,8% comparando com os demais anos.

Figura 2 – Pedidos de patentes depositados por ano



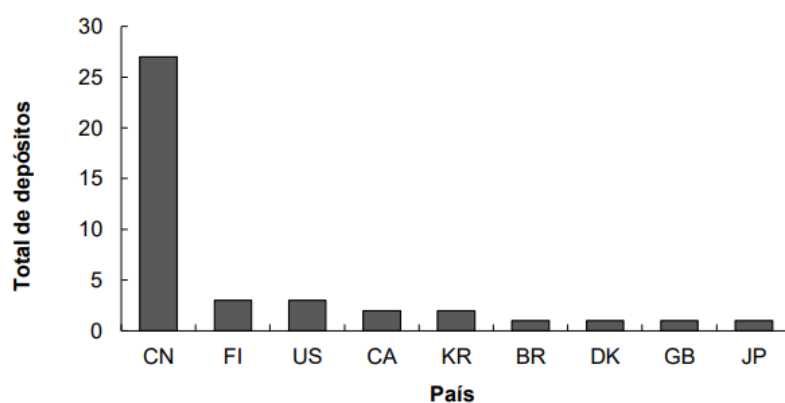
Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

De acordo com dados da ICAO, em 2017, houve mais de 37 milhões de voos regulares e uma média de 4,1 bilhões de passageiros transportados no mundo, levando a um consumo de 269 bilhões de litros de combustível de aviação e uma contribuição considerável na emissão de gás carbônico. A Agência Nacional das Nações Unidas – ONU relatou que o gás carbônico lançado na atmosfera por conta de combustíveis fósseis bateu recorde em 2017, em números, 405,5 partículas por milhão. Como consequência, as empresas passaram a direcionar invenções e patentes para solucionar tal problema, principalmente através do uso de biocombustíveis para a aviação, setor que deve ser o principal alvo para mitigação das emissões de carbono (Qiu et al., 2021).

Por outro lado, o decréscimo em 2020 e 2021 pode ser atribuído, de modo provável, a pandemia da Covid-19, que provocou uma baixa nas demandas e o cancelamento constante de voos. Com a redução da atividade aérea, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2021) aponta que houve queda significativa pela demanda de biodiesel, havendo também uma baixa no depósito de patentes relacionadas ao tema do presente artigo.

Ao analisar os países que depositaram patentes sobre biocombustíveis na aviação, demonstrado na Figura 3, tem-se a China com 65,9%, destacando-se como o país com mais depósitos relacionados ao tema estudado, seguida por Finlândia e Estados Unidos com 7,3% e 7,3%, respectivamente. Para a China, estes números tendem a ser crescentes, uma vez que de acordo com Zang et al. (2022) o país se compromete a neutralização no uso de carbono até o ano de 2060 e a Administração de Aviação Civil da China relatou que desde a reabertura das fronteiras no pós pandemia o país planejava dobrar o número de voos no curto prazo.

Figura 3 – Pedidos de patentes depositados por país (N=41)



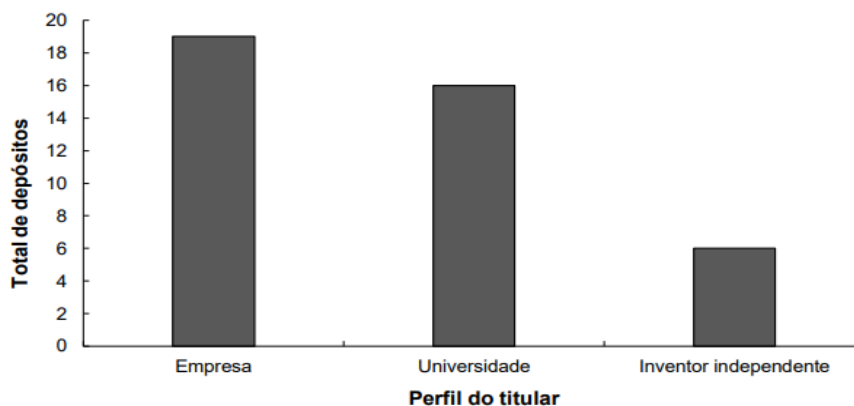
Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Nota: China (CN); Finlândia (FI); Estados Unidos (US); Canadá (CA); República da Coreia (KR); Brasil (BR); Dinamarca (DK); Reino Unido (GB); Japão (JP).

Analisando os perfis dos titulares dos depositantes, apresentados na Figura 4, nota-se que das 41 patentes, 19 são depositadas por empresas, 16 por universidades e 6 por inventores

independentes, percentualmente tem-se 46,3%, 39% e 14,6%, respectivamente. É notório que as empresas lideram esse ranking de titularidade objetivando competitividade no mercado para, consequentemente, fazerem frente aos seus concorrentes. Segundo Slack (1997) existem cinco principais fatores para a vantagem competitiva das empresas: confiabilidade, custo, flexibilidade, qualidade e velocidade. Além destes fatores supracitados, pode-se adicionar também patenteamento de invenções.

Figura 4 - Percentual de pedidos por tipo de depositante (N = 41)



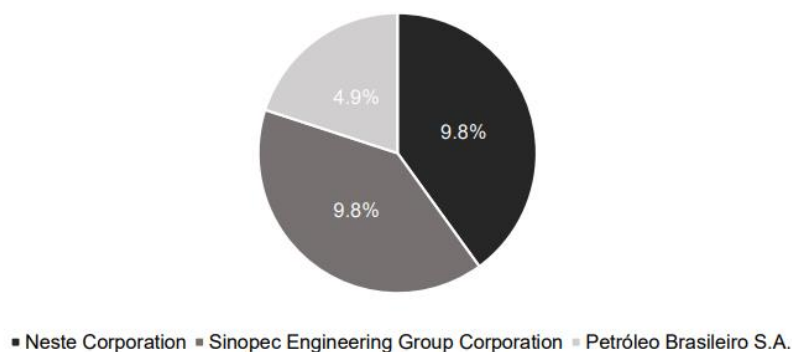
Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Na Figura 5 estão presentes as três empresas que mais depositaram patentes relacionadas a biocombustíveis para aviação, em que das 41 patentes: 9,8% são da Nest Corporation, 9,8 % da Sinopec Engineering Group e 4,9% da Petrobrás.

A Filandesa Nest Corporation, fundada em 2004 e que mantém sede no seu país de origem, é uma empresa produtora de derivados de petróleo e que fornece serviços de engenharia. A Nest tem como objetivo principal tornar sua produção neutra de carbono até o ano de 2035, com esta ideia voltada à sustentabilidade ambiental, a empresa vem utilizando óleo de palma como principal biomassa inicial para a produção de biocombustíveis. A Sinopec Engineering Group, fundada em 2000 e com sede na China, dispõe de serviços em projetos complexos de grande escala, engenharia química e refinaria. Juntamente com suas subsidiárias e parceiros, a Sinopec investe mais de 1 Bi de dólares em startups e novas ideias, tendo como objetivo principal e missão o combate a alterações climáticas, reduzindo emissões de gases. Em 2004, a empresa iniciou suas atividades em território brasileiro com o objetivo de explorar o gasoduto nacional.

A estatal brasileira Petrobrás, fundada em 1953 e atualmente com a sede no Rio de Janeiro, atua no segmento de petróleo e derivados e possui operações no Brasil e outros 14 países. Apostando na sustentabilidade ambiental, a empresa já processou mais de 701 toneladas de óleo de cozinha com o objetivo de produzir biodiesel.

Figura 5 - Titulares com maior número de depósitos (N = 41)

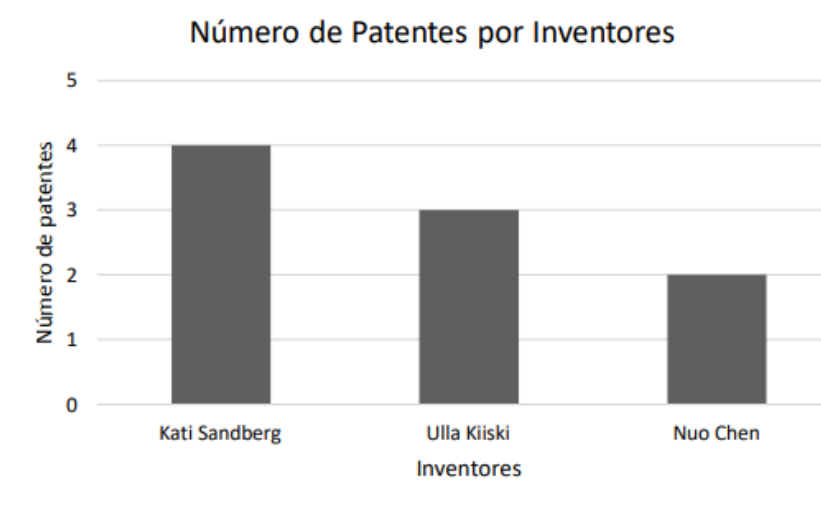


Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Na Figura 6 destaca-se os inventores com maiores números de patentes de acordo com a presente pesquisa e o tratamento dos dados obtidos. Em primeiro lugar, com 9,8% aparece a Kati Sandberg, que atualmente é associada Sênior da empresa Nest Corporation, supracitada. Natural da Finlândia, seu nível máximo acadêmico é Mestre em Química Analítica, com especialidade e experiência em desenvolvimento e comercialização de combustíveis sustentáveis para a aviação.

Em segundo lugar com 7,3%, o também Finlândes Ulla Kiiski, formado em Físico Química pela Universidade de Joensuu na Finlândia, trabalha no setor de pesquisa e desenvolvimento da Nest Corporation desde 2012, porém esta na empresa desde 1986, quando já ocupou cargos de procurador e associado, possuindo também vasta experiência em Pesquisa e Desenvolvimento em indústrias de petróleo e energia renovável. Com 4,9% e ocupando a terceira posição tem-se Nuo Chen, onde foram feitas buscas sobre o mesmo em diversas bases de dados porém nada foi encontrado.

Figura 6 - Inventores com maior número de depósitos (N = 41)



Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Em relação à Classificação Internacional de Patentes (CIP), o número total contido em toda a análise foi de 139. A Tabela 1 exemplifica as 5 mais frequentes e suas respectivas descrições, notando-se que estas estão relacionadas à seção C, que caracteriza a CIP como sendo do setor da Química e Metalurgia.

Tabela 1 – Descrição das 5 CIPs e números de ocorrências (N = 41)

IPC	Total	Descrição
C10G3/00	20	Produção de misturas líquidas de hidrocarbonetos a partir de materiais orgânicos contendo oxigênio, por exemplo, óleos graxos, ácidos graxos.
C10L1/04	7	Combustíveis carbonosos líquidos essencialmente à base de misturas de hidrocarbonetos.
C10G1/00	6	Produção de misturas líquidas de hidrocarbonetos a partir de xisto betuminoso, areia betuminosa ou materiais sólidos carbonáceos ou similares não derretidos, por exemplo, madeira, carvão (obtenção mecânica de óleo de xisto betuminoso, areia betuminosa ou similares).
C10L1/02	5	Combustíveis carbonosos líquidos essencialmente baseado em componentes que consistem apenas em carbono, hidrogênio e oxigênio.
C11C3/12	5	Gorduras, óleos ou ácidos graxos obtidos por modificação química de gorduras, por exemplo, por hidrogenação.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

4 Considerações finais

O presente artigo abordou de maneira objetiva o que de modo provável vem acontecendo com o patenteamento das inovações tecnológicas relacionadas aos biocombustíveis na aviação,

observou-se que apesar de ser um tema promissor e de suma importância para a sustentabilidade ambiental, nos últimos anos houve uma queda significativa de depósitos de patentes para com este tema, quicá por conta da baixa demanda e cancelamento de voos advindos da pandemia da Covid-19.

No âmbito nacional, os números de depósitos encontrados no INPI são baixíssimos, apresentando apenas 4 nos últimos cinco anos. Tal resultado pode ser explicado provavelmente pela dificuldade no financiamento de pesquisas. Os fatores estruturais que determinarão a cadeia do biocombustível ainda estão por definir, com diversas tendências de mercado e de produção a serem configuradas a médio prazo, notoriamente sendo necessário o investimento junto a políticas públicas.

Diante de todos os argumentos levantados ao longo do estudo, percebe-se que os biocombustíveis se tornaram uma realidade na busca pela substituição dos combustíveis tradicionais na aviação, sendo uma alternativa benfeitoria para o meio ambiente, apesar do seu uso ainda não tão frequente.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro de agências brasileiras de fomento à pesquisa como CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) sob o Código Financeiro 001, CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), fundação brasileira associada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e FAPITEC/SE (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe).

5 Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Painel de indicadores do transporte aéreo. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: Acesso em 21 Out 2022.
- BARAN, Renato; GOMES, Sérgio Bittencourt Varela. Desdobramentos da crise da pandemia no transporte aéreo dos EUA: o papel dos jatos regionais apurado no período 2020-2021. 2022.
- BONASSA, G.; SCHNEIDER, L. T.; FRIGO, K. D. A.; CUNHA, F. S.; LINS, M. A.; FRIGO, E. P. Bioquerosene: Panorama da produção e utilização no Brasil. **Revista brasileira de energias renováveis**, v. 3, n. 1, p. 97-106, 2014.
- ENERGÉTICA, EPE EMPRESA DE PESQUISA. Análise de conjuntura dos biocombustíveis: ano 2020. Rio de Janeiro, 2021.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- QIU, R.; HOU, S.; MENG, Z. Low carbon air transport development trends and policy implications based on a scientometrics based data analysis system. **Transport Policy**, v. 107, p. 1-10, 2021.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Environmental report 2010**. ICAO, 2010.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. CO2 Emissions in 2022, IEA, Paris, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>.
- LAI, Y. Y. et al. Analysing the opportunities and challenges for mitigating the climate impact of aviation: A narrative review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 156, p. 111972, 2022.
- PETRESCU, R. V. et al. History of aviation-a short review. **Journal of Aircraft and Spacecraft Technology**, v. 1, n. 1, 2017.
- RAMBABU, K. et al. Sustainable production of bio-jet fuel and green gasoline from date palm seed oil via hydroprocessing over tantalum phosphate. **Fuel**, v. 331, p. 125688, 2023.
- SANTOS, F. I. V. Bioquerosene de aviação: panorama e perspectiva do biocombustível. Campinas, SP, 2015. Monografia (Graduação em Gestão do Agronegócio), Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 2015.

SLACK, N. et al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1997.

SWAFEA. Sustainable way for alternative fuels and energy in aviation. **Final report**. France. 2011.

TIWARI, R. et al. Environmental and economic issues for renewable production of bio-jet fuel: A global prospective. **Fuel**, v. 332, p. 125978, 2023.

ZHANG C., ZHOU D., WANG Q., DING H., ZHAO S. A descentralização fiscal estimulará o desenvolvimento de energia renovável? Evidências da China. **Política Energética**, 2022.

ZHANG, F.; GRAHAM, D. J. Air transport and economic growth: a review of the impact mechanism and causal relationships. **Transport Reviews**, v. 40, n. 4, p. 506-528, 2020.