



# ESTUDO COMPARATIVO DA EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO EM DECORRÊNCIA DO TRÁFEGO AÉREO E SUA PROSPECÇÃO PARA AS PRÓXIMAS DUAS DÉCADAS

Clériston Moura Vieira Júnior<sup>1</sup>, Shirlene Tamires Oliveira dos Santos<sup>1</sup>, Humberto da Silva Santos<sup>1</sup>, Lorena Barros Guimarães<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Adalberto Freire do Nascimento Júnior<sup>2</sup>, Ana Rita Fraga Drummond<sup>1</sup>, Sérgio Peres Ramos da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco - POLICOM, Recife, PE, 50720-001, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Energia Nuclear, Recife, PE, 50740-540, Brasil.

\*C M Vieira Júnior ([cleristonvieirajr@gmail.com](mailto:cleristonvieirajr@gmail.com)), S T O Dos Santos ([shirlene.tamires@hotmail.com](mailto:shirlene.tamires@hotmail.com)), H S Santos ([humberto.s.santos@hotmail.com](mailto:humberto.s.santos@hotmail.com)), L B Guimarães ([lorena.bguimaraez@gmail.com](mailto:lorena.bguimaraez@gmail.com)), A F Nascimento Júnior ([adalbertofreire2@gmail.com](mailto:adalbertofreire2@gmail.com)), A R F Drummond ([anaritadrummond@gmail.com](mailto:anaritadrummond@gmail.com)), Peres, S ([sergperes@gmail.com](mailto:sergperes@gmail.com)).

## RESUMO

O consumo de combustíveis fósseis tem sido bastante elevado, como consequência, ocasionou-se um grave problema ambiental: o efeito estufa. Em geral os transportes elevaram as emissões de gases do efeito estufa nas últimas três décadas. Diferente de outros setores de energia, que conseguiram atingir uma redução constante no mesmo período, como consequência, o transporte aéreo é o mais crítico neste panorama, uma vez que é extremamente limitado o número de opções a serem executadas. Mesmo com um grande avanço em relação à década de 1970, emitindo vinte vezes menos gases poluentes, o setor de aviação ainda contribui com 2% das emissões antropogênicas de dióxido de carbono do planeta. Estima-se que nas próximas duas décadas, em decorrência do papel expressivo do transporte aéreo, seu tráfego irá dobrar, duplicando assim os requisitos de combustíveis e emissões de dióxido de carbono. O querosene é o principal combustível empregado em aviões, entretanto sua queima produz gases do efeito estufa. Combustíveis derivados de fontes não convencionais transformaram-se em uma estratégia e um grande desafio para um tráfego verde e sustentável. Esse artigo visa identificar a diminuição na emissão futura de CO<sub>2</sub> em detrimento da utilização de combustíveis aeronáuticos renováveis.

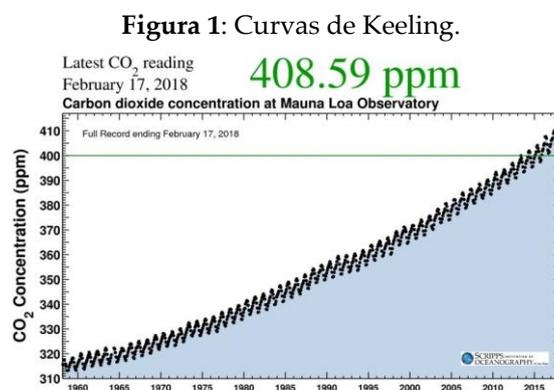
**Palavras-chaves:** Emissões, Bioquerosene, Aviação, Energia.



## 1. INTRODUÇÃO

Os avanços no consumo de energia no decorrer do último século revolucionou o estilo de vida global (ALAVIJEH; YAGHMAEI, 2016). Os combustíveis fósseis são uma fonte de energia acessível e eficiente, sendo assim, a maior parte da energia consumida no mundo vem através dessa fonte. Em virtude da elevada utilização, há um aumento nas emissões de dióxido de carbono na atmosfera, também responsável pelo efeito estufa (PATEL; ZHANG; KUMAR, 2016). Devido ao preço incerto em relação aos combustíveis fósseis e suas contribuições nas mudanças climáticas, a demanda global por energia limpa tem sido uma constante crescente para atender o rápido ritmo de industrialização (SANSANIWAL; ROSEN; TYAGI, 2017). Países ao redor do mundo têm tomado medidas a fim de reduzir o aquecimento global e prevenir a poluição ambiental (MCKENDRY, 2002; TAKAGI *et al.*, 2019).

A utilização de combustíveis fósseis elevou-se desde 1850, fazendo com que o aumento nas emissões de CO<sub>2</sub> fosse inevitável (BILGEN *et al.*, 2015). A Figura 1 apresenta este aumento no decorrer das últimas décadas. Tais emissões advêm essencialmente da geração e transporte de energia, que, por exemplo, representaram em 2009 (há uma década), unidos, um total de 64% das emissões antropogênicas de CO<sub>2</sub> (HOEVEN, 2013). É válido ressaltar que o aumento nas emissões de CO<sub>2</sub> é inferior ao crescimento no consumo de combustível, isso graças à melhoria da eficiência do motor dos veículos. O crescimento elevado previsto para o setor de transporte é em consequência da duplicação do tráfego aéreo internacional, em conjunto com o aumento de 50% do transporte rodoviário de mercadorias (GUTIÉRREZ-ANTONIO *et al.*, 2017).



Fonte: Adaptado de USCD, 2018



Cerca de 2% das emissões dos gases do efeito estufa são resultantes do transporte aéreo. Estima-se que a demanda mundial para o setor deverá crescer entre 2008 e 2025 cerca de 38% (CHÈZE; GASTINEAU; CHEVALLIER, 2011). Esta expansão amplifica justamente o consumo de combustíveis fósseis e como consequência, os gases do efeito estufa (DE SOUZA; MENDES; ARANDA, 2018). Atualmente a aviação global consome cerca de cinco milhões de barris de petróleo diariamente, ou seja, aproximadamente 5,8% do consumo total do petróleo do planeta (MOBIL, 2014). De um barril de petróleo bruto, quatro galões são utilizados para produção de combustível de aviação. No total, a indústria aeronáutica utiliza de 47,25 a 53,55 bilhões de galões de combustível de aviação convencional anualmente (ATAG, 2009; STRATTON, WONG, HILEMAN, 2010).

Apenas 1,2% dos combustíveis utilizados no setor aéreo não provêm de querosene de aviação – QAV (BEN, 2018). Segundo a ATAG, os voos comerciais geraram 859 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2017. O bioquerosene de aviação é uma excelente alternativa, sendo um biocombustível produzido a partir de biomassa com o intuito de ser tão eficiente quanto o QVA sem necessitar modificar estruturalmente os motores, substituindo assim, parcialmente ou totalmente os combustíveis convencionais (ANP, 2011). É de grande interesse criar e aprimorar processos eficientes e sustentáveis para produção de combustível de aviação renovável (GUTIÉRREZ-ANTONIO *et al.*, 2017).

## 2. METODOLOGIA

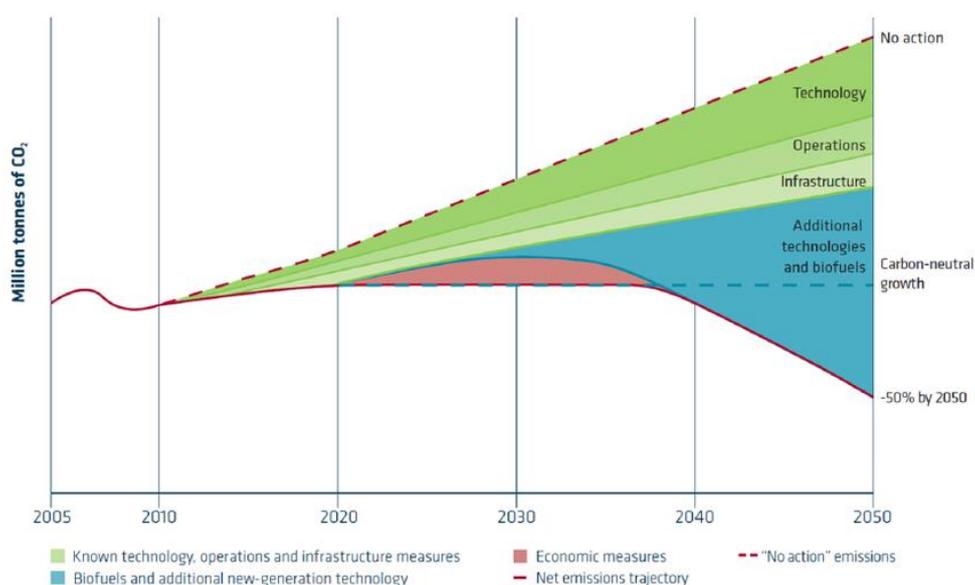
Tendo como objetivo da pesquisa investigar a emissão de CO<sub>2</sub> no transporte aéreo, foi realizado um levantamento de dados através de artigos e estudos com o intuito de desenvolver uma investigação e análise futura do panorama.



### 3. RESULTADOS E DISCURSÃO

O rápido crescimento da aviação representará uma maior participação nos meios de transportes futuramente. Emissões advindas de altitudes próximas ou na própria estratosfera, região essa que normalmente os aviões voam, tem impactos mais bruscos sobre mudanças climáticas se comparado as emissões no nível do solo (PENNER, 1999). A *International Air Transport Association* em 2009 anunciou um compromisso em três etapas, em uma dessas etapas tem como meta uma redução de 50% das emissões de carbono em comparação com 2005 (IATA, 2019). Na Figura 2 é apresentada justamente essa diminuição e faz uma comparação com as emissões caso nenhuma ação seja realizada.

**Figura 2:** Redução esquemática das emissões de CO<sub>2</sub>



Fonte: Hassan, 2015

Segundo a UBRABIO (União Brasileiro do Biodiesel e Bioquerosene), através do estudo “Emissões de GEE devido ao QAV”, no ano de 2030 a emissão proveniente de querosene de aviação será por volta de 32,1 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Algumas ações



podem facilitar o desenvolvimento do setor aeronáutico verde e sustentável tais como: pesquisa, linhas de créditos, certificação de qualidade e uma tributação diferenciada sobre a cadeia produtiva. Tecnologias de conversão e refino podem ser utilizadas desde gaseificação, pirólise até a fermentação de açúcares e dejetos. O Brasil tem condições de até 2030 produzir mais de 5,5 milhões de toneladas de bioquerosene.

#### 4. CONCLUSÕES

Uma abordagem sobre o tema proporciona um maior conhecimento das emissões de dióxido de carbono coligado ao sistema. Embora o setor contribua de forma relativamente baixa para emissões de CO<sub>2</sub> (cerca de 2%), a atividade de aviação comercial cresce 5% ao ano, logo, as tecnologias alternativas de combustíveis de aviação acumularam interesses para reduzir tais emissões. Na última década os governos, em conjunto com a indústria aeronáutica, têm investido na exploração de diversos tipos de combustíveis alternativos que possam ser utilizados em motores de avião. A utilização de transformar em um setor verde e sustentável é necessário e inadiável, necessário e as metas sendo alcançadas, serão de grande contribuição para o futuro.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANP- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. (2016). **Biocombustíveis de Aviação**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/produtos-biocombustiveis/3129-biocombustiveis-de-aviacao>. Acesso em: 1 de Maio de 2019.
- BEN-**Balço Energético Nacional 2018**: Ano base 2017. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Rio de Janeiro, EPE: 2018.
- BILGEN, S. et al. A perspective for potential and technology of bioenergy in Turkey: Present case and future view. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 48, , p. 228–239, 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.096>
- CHÈZE, B.; GASTINEAU, P.; CHEVALLIER, J. Forecasting world and regional aviation jet fuel demands to the mid-term (2025). **Energy Policy**, v. 39, n. 9, p. 5147–5158, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.049>
- DE SOUZA, L. M.; MENDES, P.; ARANDA, D. Assessing the current scenario of the Brazilian biojet market. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 98, n. Setembro, p. 426–438, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.039>
- GUTIÉRREZ-ANTONIO, C.; DOMEZ CASTRO F.I; DE LIRA FLORESJ.A.; HERNANDEZ A.. A review on the production processes of renewable jet fuel. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 79, n. Maio, p. 709–729, 2017.
- HASSAN M.; PAYAN A.; PFAENDER H.; GARCIA E.; SCHUTTE J.; MAVRIS D.. Framework Development for Performance Evaluation of the Future National Airspace System. **American Institute of Aeronautics and Astronautics** , p.4-8, 2015.
- HILEMAN, J. I.; DE LA ROSA BLANCO, E., BONNEFOY, P. A., CARTER, N. A.. The carbon dioxide challenge facing aviation. **Progress in Aerospace Sciences**, v. 63, p. 84–95, 2013.
- HOEVEN M. CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion IEA statistics. International Energy Agency: highlights França: **International Energy Agency**; 2013.
- IATA (2019). **Reducing aviation’s carbon footprint**. Disponível em: <https://www.iata.org/publications/tracker/june-2018/Pages/corsia.aspx>. Acesso em 20 de Maio de 2019.
- KARIMI ALAVIJEH, M.; YAGHMAEI, S. Biochemical production of bioenergy from agricultural crops and residue in Iran. **Waste Management**, v. 52, p. 375–394, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.025>
- MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. **Bioresource Technology**, v.83, p.47-54,2002.
- MOBIL, E. The Outlook for Energy: A View to 2040 2014. p. 58, 2014.
- PATEL M., ZHANG X., KUMAR A. Techno-economic and life cycle assessment of wood pellet production with bio-oil: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58; p. 1293-1307, 2016.
- PENNER J.; LISTER D; GRIGGS D; DOKKEN D, MCFARLAND M. Aviation and the global atmosphere—a special report of IPCC working groups I and III. **Intergovernmental panel on climate change**. Cambridge University Press; 1999.



SANSANIWAL, S. K.; ROSEN, M. A.; TYAGI, S. K. Global challenges in the sustainable development of biomass gasification: An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 80, n. March 2016, p. 23–43, 2017. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117308456?via%3Dihub>

TAKAGI, Y.; OIKAWA M.; SATO R.; KOJIYA Y.; MIHARA Y. Near-zero emissions with high thermal efficiency realized by optimizing jet plume location relative to combustion chamber wall, jet geometry and injection timing in a direct-injection hydrogen engine. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, n. 18, p. 9456–9465, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.058>