

TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA AERONAVES: uma análise bibliométrica da produção científica

Matheus Sousa Soares

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil
matheussousasf@gmail.com

Celise Villa dos Santos

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil
celisevs@gmail.com

Bráulio Salumão de Oliveira

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil
brauliosalumao@gmail.com

Daniel Rodrigo Leiva

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil
daniel.leiva@ufscar.br

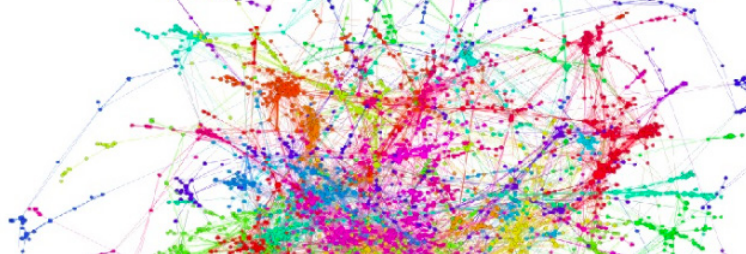
Leandro Innocentini Lopes de Faria

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil
leandro@ufscar.br

1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem estado presente na pauta dos principais fabricantes aeronáuticos nos últimos 10 anos, que publicam relatórios e inventários anuais sobre suas ações voltadas para a sustentabilidade, além de guias para o desenvolvimento dos produtos e processos (AIRBUS, 2018; AIRBUS ACADEMY, 2018; BOEING, 2018). Agências governamentais em países como Estados Unidos, Europa e Brasil também têm orientado ações e financiado pesquisas nesta temática (EUROPEAN COMMISSION, 2018; FAPESP, 2018; NASA, 2018).

As ações da indústria aeronáutica indicadas nestes relatórios e inventários são principalmente relacionadas ao desenvolvimento de aeronaves com menor consumo de combustível e para alternativas ao



combustível fóssil. Entretanto, a complexidade envolvida na produção de aeronaves pode resultar em outros impactos relacionados ao uso de recursos naturais, a produção de resíduos, e ao uso de materiais tóxicos e danosos à saúde das pessoas e ao meio ambiente.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo identificar a contribuição da comunidade científica para minimização dos impactos ambientais nas aeronaves, e seus fatores motivadores, e como está alinhada com a pauta da indústria aeronáutica. Dessa forma seria possível observar a relação entre os fabricantes e meio acadêmico no desenvolvimento de tecnologias, indicando os principais temas e atores.

2 METODOLOGIA

O procedimento para identificação das tecnologias sustentáveis para aeronaves, e para a elaboração da rede de colaboração científica, iniciou com a recuperação de 963 registros bibliográficos disponíveis na Coleção Principal da base de dados *Web of Science*, empregando-se expressão de busca desenvolvida em trabalhos anteriores (FARIAS; SANTOS, 2016). Os dados foram importados para o software de análise bibliométrica *VantagePoint*, onde os registros foram agrupados por temas tecnológicos utilizando o campo “palavras-chave do autor”. A rede de colaboração entre instituições foi construída nos programas *Ucinet* e *Netdraw*.

Expressão de busca: “**Tópico**=((sustainab* OR eco-friend*) OR (“low environment* impact”) OR (environment* near/1 (friend* OR good))) AND **Tópico**=(aircraft* or aviation* or airplane* or aeroplane* or aeronau* or helicopter* or rotorcraft* or gyroplane or gyrocopter or rotaplane)”

Data da coleta: 11 de agosto de 2017

Período: 1996 a 2016

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Publicações científicas abordando tecnologias sustentáveis para aeronaves surgem de forma moderada a partir de 1996, com, em média,

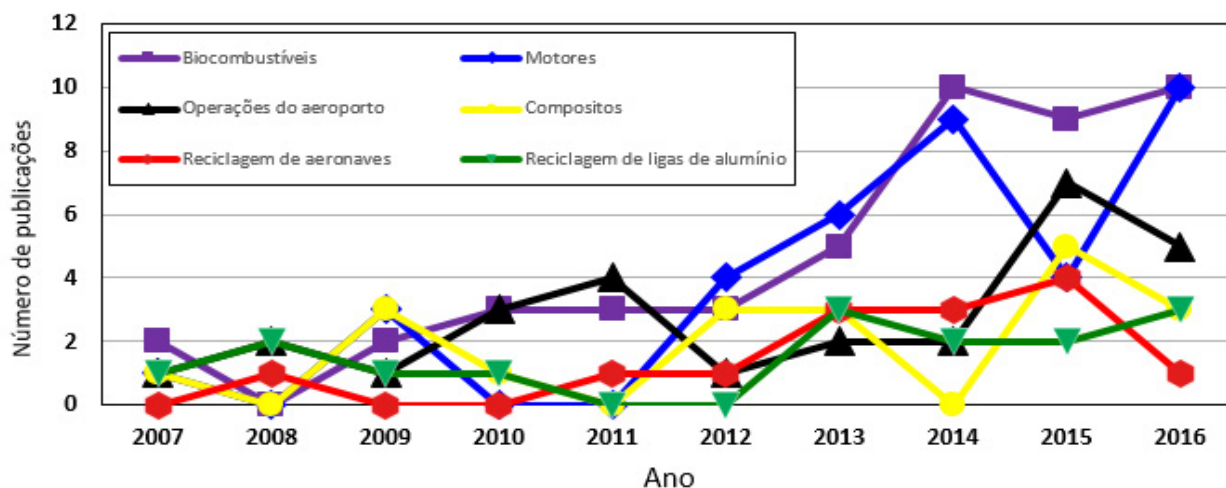


12 publicações por ano até 2006. Elas tratam principalmente de motores mais eficientes e silenciosos, de químicos alternativos aos fosfatos e cromatos em processos de tratamento de superfícies, de combustíveis alternativos como biodiesel e o hidrogênio, e do incremento no uso de materiais compostos (BRANDT; DRECHSLER; SCHMIDTKE, 2004; BUCHI; GOWERS, 2000; CORCHERO; MONTANES, 2005; PATERSON, 2000; PELLISCHEK, 1998; WARDLE, 2003).

A intensificação das pesquisas no período pós 2007 ocorre pelo investimento em sustentabilidade pelas duas maiores indústrias aeronáuticas, Boeing e Airbus, com incentivos governamentais. O objetivo é adaptar indústria em função das mudanças climáticas pela redução do consumo de combustíveis fósseis nas aeronaves (AIRBUS, 2018; BOEING, 2018; BRANDT; DRECHSLER; SCHMIDTKE, 2004; EUROPEAN COMMISSION, 2018; NASA, 2018). Destacam-se pesquisas em biocombustíveis, eficiência de motores, operações de aeroporto, e materiais compostos, como mostrado na Figura 1. Paralelamente, Boeing e Airbus também passam a financiar grupos de trabalho para estudos sobre reciclagem das aeronaves no final do ciclo de vida (AIRCRAFT FLEET RECYCLING ASSOCIATION, 2018; PAMELA, 2018), motivadas por regulamentações em diversos países, inclusive Brasil, para descarte de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).



FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA AERONAVES



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da Coleção principal da *Web of Science*.

Na colaboração científica para estudos sobre tecnologias sustentáveis para aeronaves destacam-se três redes principais, duas formadas predominantemente por instituições europeias, mostradas no centro da Figura 2, e outra formada majoritariamente por instituições norte-americanas, no canto superior esquerdo da mesma figura.

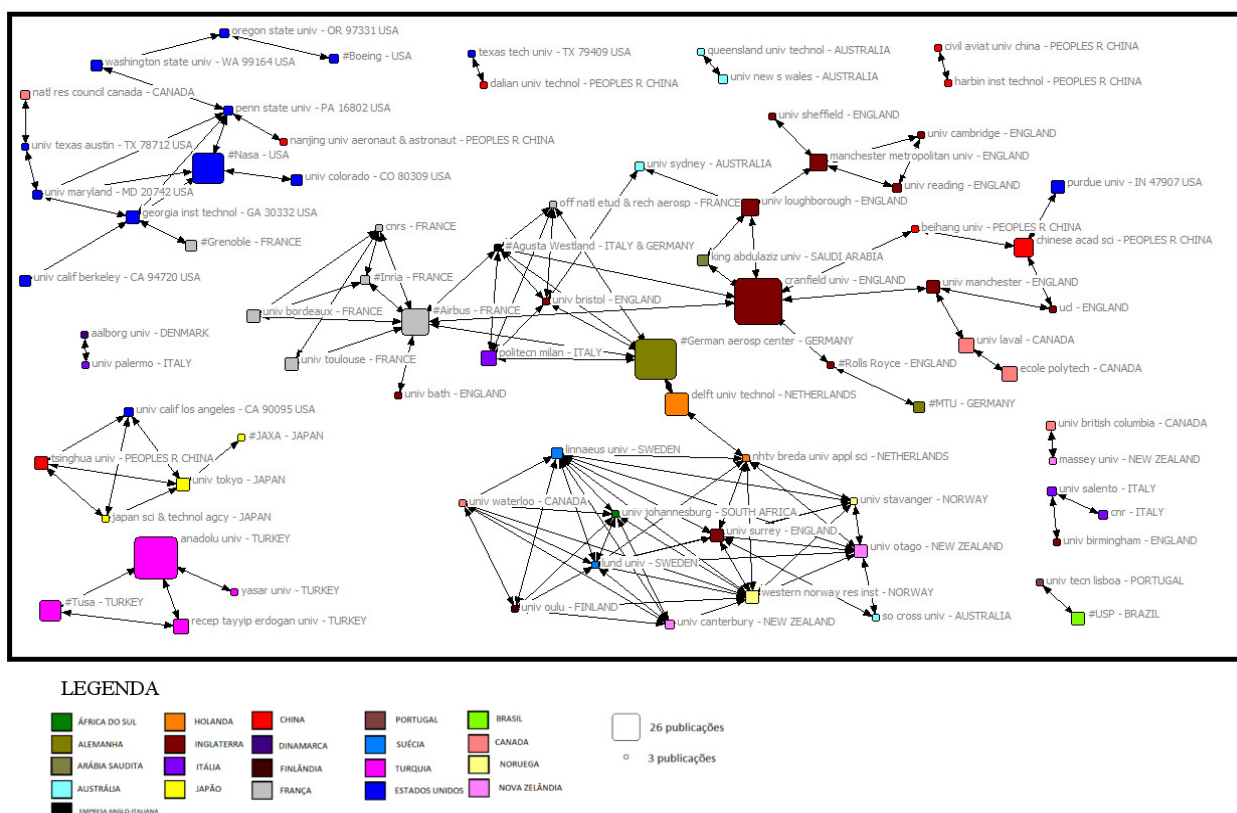
A rede europeia mais central é constituída principalmente por países do centro europeu, com destaque para a Airbus, o Centro Aeroespacial Alemão e a Universidade de Cranfield. Na rede europeia mais abaixo estão os países do norte, onde está sediada a empresa Saab. As duas redes europeias estão interligadas entre si pela Universidade Técnica de Delft, e têm enfoque de pesquisa bastante distribuído, com destaque para biocombustíveis, operações de aeroporto, eficiência de motores, materiais compostos e reciclagem de alumínio. A rede norte-americana tem a NASA como instituição de maior expressividade e presença da empresa Boeing, com pesquisas em motores, biocombustíveis e operações de aeroporto.

Logo abaixo da rede americana na Figura 2, há uma rede bastante coesa com instituições japonesas, americanas e chinesas, onde destacam-se pesquisas sobre motores e biocombustíveis. No canto inferior esquerdo, há uma rede constituída apenas por instituições turcas, com



a Universidade de Anadolu no centro. Essa rede possui grande número de publicações em motores para aeronaves.

FIGURA 2 - COLABORAÇÃO PARA PESQUISAS SOBRE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA AERONAVES

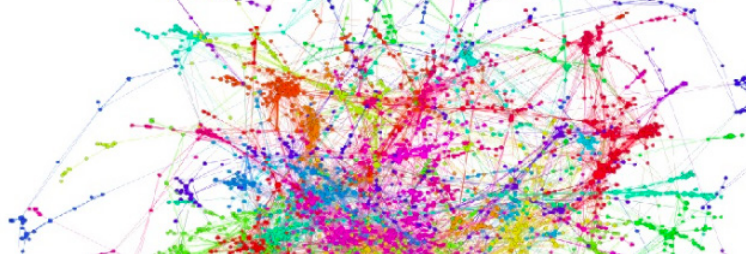


Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da Coleção principal da *Web of Science*.

As demais redes mostradas na Figura 2 são pequenas e mostram a colaboração de duas a três instituições, como a rede onde está o Brasil, com a Universidade de São Paulo colaborando com a Universidade Técnica de Portugal, com estudos sobre reciclagem de ligas de alumínio e materiais compostos.

4 CONCLUSÕES

Pesquisas sobre tecnologias sustentáveis para aeronaves estão direcionadas principalmente para uso de biocombustíveis, e para a redução no consumo de combustíveis através de melhoria no desempenho dos



motores, do uso de materiais estruturais leves como os compósitos, e melhorias na operação dos aeroportos. Também estão direcionadas para a reciclagem de aeronaves e matérias-primas, principalmente o alumínio. A motivação para estes desenvolvimentos são as convenções sobre mudanças climáticas, além de normas e regulamentações para descarte de resíduos sólidos. Nas redes de colaboração em pesquisas nestes temas identificam-se duas grandes redes, uma prioritariamente americana e outra européia, onde estão as duas maiores indústrias aeronáuticas, Boeing e Airbus, respectivamente. Outras redes menores têm como países centrais Turquia, Japão e Brasil. Estas redes não são conectadas entre si, embora possuam temas de pesquisa em comum.

REFERÊNCIAS

AIRBUS ACADEMY. **Design for environment – eco efficiency and sustainability**. Disponível em: </ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ACADEMY_DesignforEnvironment.pdf>. Acesso em: fev. 2018.

AIRBUS. **Reporting and performance data**. Disponível em: <airbus.com/company/responsibility-sustainability/csr-reporting.html>. Acesso em: 04 fev. 2018.

AFRA. Aircraft Fleet Recycling Association. Disponível em: <afraassociation.org/about-us/>. Acesso em: fev. 2018.

BOEING. **Environment Reports**. Disponível em: <boeing.com/principles/environment/report.page#/past-reports>. Acesso em: fev. 2018.

BRANDT, J.; DRECHSLER, K.; SCHMIDTKE, K. Composites for aircraft. **Kunststoffe Plast Europe**, v. 94, n. 10, p. 290-294, 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: abr. 2015.

BUCHI, R.H.; PATERSON, K. GOWERS, C. J. Elimination of chromates in paint preparation. **Plating and surface finishing**, v. 87, n. 2, p. 10-14, 2000.



CORCHERO, G.; MONTANES, J. L. An approach to the use of hydrogen for commercial aircraft engineering. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers – Part G – Journal of Aerospace Engineering**, v. 219, n. G1, p.35-44, 2005.

EUROPEAN COMMISSION. **Environment. Life Program**. Disponível em: <ec.europa.eu/environment/life/index.htm>. Acesso em: fev. 2018.

FAPESP. **Programa BIOEN FAPESP**. Disponível em: <fapesp.br/11201>. Acesso em: fev. 2018.

SANTOS, C. V.; FARIA, L. I. L. Análise de publicações científicas e documentos de patentes para prospecção e monitoramento tecnológico de materiais sustentáveis para interiores de aeronaves. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 5., 2016, São Paulo, **Anais...** São Paulo: USP, 2016.

HOWE, S.; KOLIOS, A.J.; BRENNAN, F.P. Environmental life cycle assessment of commercial passenger jet airliners. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 19, p. 34-41, 2013.

NASA. **Aeronautics. Green Aviation**. Disponível em: <nasa.gov/subject/7564/green-aviation/>. Acesso em: fev. 2018.

PAMELA. **Process for advanced management of end of life aircraft**. Disponível em: <ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2859&docType=pdf>. Acesso em: fev. 2018.

PELLISCHEK, G. Efficient and environmentally friendly aero-engine. **Nouvelle revue Aéronautique et Astronautique**, n. 2, p. 76-80, 1998.

WARDLE, D. A. Global sale of green air travel supported using biodiesel. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 7, n.1, p.1-64, 2003.