

# ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS E DOCUMENTOS DE PATENTES PARA PROSPECÇÃO E MONITORAMENTO TECNOLÓGICO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS PARA INTERIORES DE AERONAVES

Celise Villa Santos<sup>1</sup>; Leandro Innocentini Lopes de Faria<sup>2</sup>

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. p. A79

<sup>1,2</sup> UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

# **ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS E DOCUMENTOS DE PATENTES PARA PROSPECÇÃO E MONITORAMENTO TECNOLÓGICO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS PARA INTERIORES DE AERONAVES**

**EIXO TEMÁTICO:** Métodos, Técnicas e Ferramentas  
para Estudos Bibliométricos e Cientométricos  
**MODALIDADE:** Apresentação oral

## **1 INTRODUÇÃO**

A indústria aeronáutica brasileira situa-se entre as quatro maiores do mundo e é uma das quarenta maiores exportadoras do país. Está inserida em um segmento de mercado bastante competitivo no qual se observam pressões sociais, governamentais e de legislação para redução dos impactos ambientais (BÉDIER, 2015). A importância econômica deste setor face aos seus desafios fez com que, em 2014, o governo brasileiro definisse que o “avião verde” seria uma das temáticas da Política Nacional de Ciência e Tecnologia (ANPEI, 2014).

Os materiais utilizados para a fabricação de interiores aeronáuticos, além de propiciarem oportunidades de diferenciação do produto (COSTA, 2009), são grandes responsáveis pelo impacto ambiental não só destes componentes, mas também da aeronave durante o uso (SANTOS et al., 2016). Estes materiais tem sido alvo de regulamentações em diversos países, que tem restringido o uso de produtos químicos nocivos ao ser humano e ao meio ambiente, e definido critérios para descarte dos materiais no final do ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2015b).

Atualmente 80 a 90% dos materiais utilizados na fabricação de itens de mobiliário para o interior de aeronaves (portas, divisórias, mesas, gabinetes, armários de banheiro e cozinha) são painéis de função estrutural, fabricados tipicamente em estruturas tipo sanduíche com um núcleo tipo colméia de aramida, e faces de resina fenólica reforçada com fibra de vidro (AIRBUS, 2010).

Paineis fabricados com essas matérias-primas, embora permitam a obtenção das propriedades necessárias para uso no produto, que são resistência mecânica, baixo peso e baixa inflamabilidade (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1995), possuem problemas ambientais. Estes problemas são relativos a presença de substâncias tóxicas como o fenol, fibras de vidro e de aramida. Adicionalmente, ao fato dos paines serem produzidos a partir de materiais de fontes não renováveis, e de serem quase impossíveis de se reciclar ou reutilizar (AIRBUS, 2010; SANTOS et al., 2016).

A identificação e monitoramento de alternativas para estes paineis, que combinem desempenho técnico com ambiental, mostra-se necessária frente aos desafios econômicos e ambientais para a sustentabilidade do produto aeronáutico. O monitoramento de mudanças na tecnologia destes paineis também é importante porque estas afetam diretamente a escolha e uso de outros materiais construtivos do mobiliário, como aqueles com com função de junção estrutural ou de acabamento.

O presente trabalho tem como objetivo contribuir com uma estratégia de análise bibliométrica para identificar tendências e oportunidades de uso de materiais sustentáveis para estruturas de mobiliário do interior de aeronaves, além de identificar categorias de indicadores para monitoramento tecnológico. A estratégia é baseada em análise de patentes e publicações científicas.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo envolveu a definição e a aplicação de uma estratégia para recuperação e análise de informações baseada na definição de termos de busca e tipos de documentos em bases de dados. Os termos de busca consideraram as propriedades necessárias aos materiais, sua aplicação em estruturas de interior de aeronaves, e o apelo para a sustentabilidade. As propriedades consideradas foram resistência mecânica, inflamabilidade e baixo peso. Os termos mostrados no Quadro 1 foram utilizados para filtrar publicações científicas e documentos de patentes nas bases de dados *Coleção Principal do Web of Science* e *Derwent Innovation Index*, respectivamente. Textos integrais de patentes foram acessados na base de dados *Espacenet*.

Os termos de busca foram combinados para identificar gargalos entre os requisitos e melhores estratégias de análise.

Quadro 1: Termos de busca para recuperação de documentos nas bases de dados.

Descrição/ Filtro		Expressão
Propriedades dos materiais para aplicação em estruturas do interior de aeronaves	Resistência mecânica	#1 TS=((high* OR good OR efficien* OR maximis* OR maximiz* OR Increas* OR improve OR performance OR "advantage* in" OR structur*) NEAR/3 (strength OR stiffness OR mechanical) OR (high* NEAR/3 (rigid* OR modulus)) OR (structur* NEAR/0 (propert* OR rigid*)))
	Resistência mecânica e baixo peso	#2 TS=(("strength to weigh" OR "stiffness to weigh") OR ((strength OR stiffness) NEAR/3 "low weight") OR (structure* NEAR/3 "light weight"))
	Baixo peso	#3 TS=(((reduc* OR light OR saving* OR low OR minimum) NEAR/3 Weight*) OR ((low OR reduce*) NEAR/3 density) OR (light* NEAR/3 (structure* OR panel*)) OR (lightweight)) OR ("low mass" NEAR/3 structure*)) <sup>(1)</sup>
	Inflamabilidade	#4 TS=(((Flammabil* AND (low OR requirement*)) OR ((fire OR smoke OR flame) AND (requirement* OR resistan* or retard*)))) <sup>(2)</sup>
Sustentabilidade	#5 TS=((sustainab* OR eco-friend*) OR (low SAME environment* SAME impact) OR (environment* SAME (friend* OR good))) <sup>(3)</sup>	
Aplicação em interior aeronáutico	#6 TS=(aircraft SAME (furnish* OR furniture OR cabin OR interior OR toilet* OR galley* OR "stowage bin" OR lavatory OR trolley* OR divider* OR bulkhead* OR floor*))	

(1) **Refinado pelas áreas de pesquisa:** (Engineering OR Physics OR Materials Science OR Chemistry OR Mechanics OR Polymer Science OR Science Technology Other Topics OR Construction Building Technology OR Transportation OR Metallurgy Metallurgical Engineering).

(2) **Na base Derwent, excluídos os a códigos internacionais de patentes** IP=(A\* OR H\*), **e acrescidos** IP=(A62C-003/08 OR C09K-021/00 OR C09K-021/02 OR C09K-021/00 OR C09K-021/04 OR C09K-021/06 OR C09K-021/08 OR C09K-021/10 OR C09K-021/12 OR C09K-021/14 OR D01F-001/07).

(3) **Na base Derwent, acrescidos os a códigos internacionais de patentes** IP= (B09B OR A62D-003/00 OR B01D-053/34 OR B08B-015/00 OR B24B-055/12 OR B29B-017/00 OR B62D-067/00 OR C10B-053/00 OR C10B-057/00 OR D01B OR D01G-011/00 OR D01H-011/00 OR B09B-001/00 OR B09B-003/00 OR B09B-005/00 OR A62D-003/00 OR A62D-101/00 OR B03B-009/06 OR F23G-005/00 OR F23G-007/00 OR C08J-11/00 OR D01F-013/00 OR B09-017/00 OR B62D-067/00 OR A62D-101/08 OR A62D-101/20 OR A62D-101/22 OR A62D-101/26 OR A62D-101/28 OR A62D-101/140 OR A62D-101/145 OR A62D-101/149), **e os códigos manuais** MAN= (A09-A07 OR N07-K01 OR E11-K03 OR E11-W OR N07-L01A OR N07-L02 OR N07-L02A OR A12-W11 OR A11-C07 OR E11-Q01 OR N07-L01 OR H09-F02 OR A11-C07 OR A11-C03 OR F03-E02 OR J09-C01A). Fonte: (THOMSON REUTERS, 2016; WIPO, 2016).

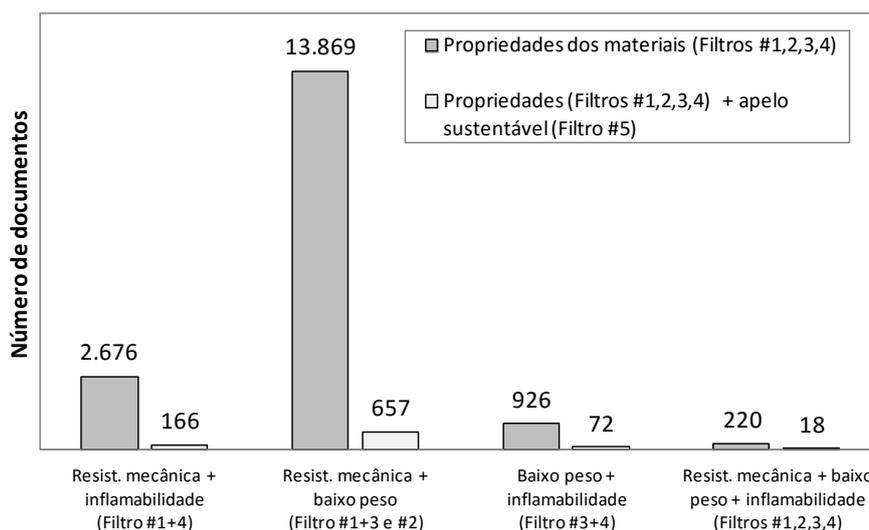
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Registros de publicações científicas ou patentes, nos quais todas as propriedades necessárias aos materiais para interiores de aeronaves são mencionadas, são muito restritos. Quando as propriedades são combinadas uma a uma, verifica-se que a maior restrição é do requisito inflamabilidade, como mostrado no gráfico de publicações científicas na Figura 1. Entretanto, inflamabilidade provavelmente seja a propriedade de mais fácil adequação pela adição de aditivos ou combinação de materiais com características antichama.

Neste contexto, a análise dos documentos considerando as propriedades resistência mecânica com baixo peso tende a ser estratégica para identificação de oportunidades de uso de materiais potencialmente mais sustentáveis para interiores de aeronaves, que possam vir a ser quimicamente modificados para atender ao requisito de inflamabilidade.

Publicações científicas e documentos de patentes relacionados às aplicações de materiais para interiores de aeronaves com apelo sustentável retornaram em número relativamente pequeno, e, nestes documentos, as propriedades dos materiais parecem estar subentendidas, sendo pouco mencionadas.

Figura 1: Publicações científicas relacionando as propriedades dos materiais e o apelo para a sustentabilidade. Período de abrangência: todos os anos até maio/2016.

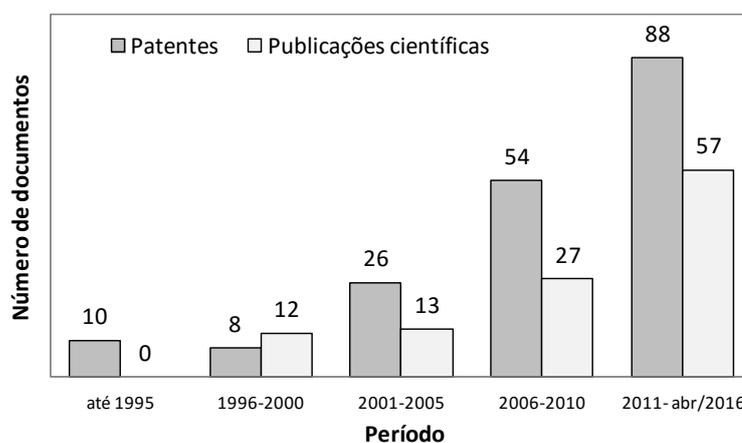


Fonte: Principal coleção do Web of Science

As publicações científicas sobre sustentabilidade em interiores aeronáuticos aparecem moderadamente a partir de 1996, com taxa de crescimento positiva, como mostrado no gráfico da Figura 2. Quase dois terços dos registros de todo o período foram relacionados a soluções em materiais para melhoria no conforto da cabine da aeronave, com ações para redução de ruídos, de vibração, e de emissão de vapores tóxicos pelos materiais utilizados. Estas soluções possivelmente foram motivadas por um projeto para melhoria do conforto das cabines, financiado pela Comunidade Europeia a partir de 2002 (EUROPEAN COMMISSION, 2015a), e que repercutiu em outros envolvendo, inclusive, a indústria aeronáutica brasileira (CONSÓRCIO ACIS, 2016). No último quinquênio, entretanto, metade das publicações faz referência a materiais aplicáveis à fabricação de estruturas para interior aeronáutico, como resinas fenólicas com baixo fenol ou formaldeído livre, resinas fenólicas formuladas a partir de compostos vegetais, e uso de fibras naturais como sisal para reforço de polímeros (BOETTCHER; PILATO, 2015; DOBAH et al., 2013; DWORAKOWSKA et al., 2015).

Os registros de patentes apresentaram um comportamento similar ao de publicações científicas tanto em termos de número de documentos como evolução ao longo do período avaliado, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Evolução das publicações científicas e documentos de patentes sobre sustentabilidade em interiores aeronáuticos (Filtros #5+6).



Fonte: Principal coleção do Web of Science e Derwent Innovation Index.

Nestas patentes as soluções aparentemente foram motivadas por regulamentações ambientais e legislações emitidas por diversos países para eliminação de substâncias tóxicas, como eliminação de compostos halogênicos em retardantes de chama utilizados em materiais plásticos (HUIZHOU CHANGYI NEW MATERIALS CO LTD, 2014). Nos últimos dez anos, patentes relacionadas à redução de emissões residuais de compostos voláteis orgânicos em laminados decorativos para melhorar a qualidade do ar das cabines (MITSUBISHI CHEM ET al., 2006), ou à redução do uso de solventes orgânicos na fabricação de couros sintéticos e espumas (INT PARK CREATIVITY; CUERO; MELO, 2014), podem também ter sido motivadas pelo financiamento de projetos como o para melhoria do conforto das cabines (EUROPEAN COMMISSION, 2015a). Similarmente à tendência das publicações científicas, a partir de 2006, e principalmente no último quinquênio, surgem patentes relacionadas a materiais para aplicação estrutural, com as duas maiores empresas aeronáuticas, Boeing e Arbus, marcando sua posição com soluções em painéis compósitos de faces a base de resinas bio-poliméricas reforçadas com fibras naturais, e núcleos sólidos ou tipo colméia de materiais como madeira tipo balsa, espumas termoplásticas, papel celulósico e bioplásticos (AIRBUS, 2010; BOEING CO, 2014).

O surgimento recente de soluções direcionadas a materiais para aplicação estrutural em interiores de aeronaves, identificadas tanto nas publicações científicas como nos documentos de patentes, reforça a necessidade atual de desenvolvimento materiais substitutos para esta aplicação. Estes materiais, utilizados em quantidade expressiva nos interiores, devem atender a atual tendência de seleção de materiais para os produtos, onde são priorizados os materiais de fontes renováveis, atóxicos e com maior potencial de reuso ou reciclagem (ASHBY, 2015).

#### **4 CONCLUSÃO**

Na estratégia de análise bibliométrica utilizada, tanto para publicações científicas como para patentes, o uso de filtros considerando a questão da sustentabilidade para interior aeronáutico retornou documentos que indicaram historicamente a próxima geração de materiais a serem utilizados. Os desenvolvimentos em materiais aparentemente foram motivados por normas e regulamentações ambientais, além de demandas de cliente convertidas em grandes projetos. Estes fatores podem ser utilizados como categorias de indicadores para monitoramento tecnológico neste segmento industrial.

O uso de filtros considerando apenas os requisitos necessários para os materiais com aplicação em interiores, como a combinação resistência mecânica e baixo peso, podem ser utilizados para identificar oportunidades em materiais para atendimento a atual necessidade de redução dos impactos ambientais.

#### **REFERÊNCIAS**

AIRBUS OPERATIONS LTD. Heitzmann, M.; Lindenberger, B.; Ng, C. **Composite material**. WO2010142774 (A1), 2010.

ANPEI. **Governo define algumas áreas contempladas pelas Plataformas do Conhecimento**. Disponível em: <http://www.anpei.org.br/web/anpei/noticias/-/anpei/view/news?id=3061>. Acesso em: abr. 2014.

ASHBY, M. Green design in a resource constrained world – a materials perspective. In: **Webseminar**, 2015.

BÉDIER, C. et al. **The growing role of emerging markets in aerospace**. Disponível em: [http://www.mckinsey.com/insights/travel\\_transportation/the\\_growing\\_role\\_of\\_emerging\\_markets\\_in\\_aerospace](http://www.mckinsey.com/insights/travel_transportation/the_growing_role_of_emerging_markets_in_aerospace). Acesso em: out. 2015.

- BOEING CO. Gonzalez-Garcia, A. et al. **Fire resistant sustainable aircraft interior panels.** US2015190987 (A1), 2014.
- BOETTCHER, A.; PILATO, L. The value of phenolic resins for advanced fiber reinforced systems: a short review. **Sampe Journal**, v. 51, n. 2, p. 38-40, 2015.
- BRASIL. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br). Acesso em: abr. 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Fire and Smoke Resistant Materials for Commercial Aircraft Interiors. **Fire and smoke resistant interior materials for commercial transport aircraft.** Washington D.C.: National Academies Press, 1995. 82 p.
- CONSÓRCIO ACIS: AMORIN/ COURO AZUL /INEGI/ SET. **Life - lighter, integrated, friendly, eco-efficient aircraft cabin.** Disponível em: <http://life.inegi.up.pt/> . Acesso em: mar. 2016.
- COSTA, F. R. **Situação atual e perspectivas de utilização de materiais no interior de aeronaves executivas.** 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- DOBAH, Y. et al. Static and fatigue strength characterization of sisal fiber reinforced polyester composite material. **Composite Science and Technology**, 2013.
- DWORAKOWSKA, S. et al. Formulation of bio-based epoxy foams from epoxidized cardanol and vegetable oil amine. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 11, p. 1893-1902, 2015.
- EUROPEAN COMMISSION. **Friendly aircraft cabin environment (FACE).** Disponível em: [http://researchprojects.kth.se/index.php/kb\\_1/io\\_8679/io.html](http://researchprojects.kth.se/index.php/kb_1/io_8679/io.html). Acesso em: out. 2015a.
- \_\_\_\_\_. **Reach - Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals.** Disponível em: [http://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/reach/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/reach/index_en.htm) . Acesso em: out. 2015b.
- HUIZHOU CHANGYI NEW MATERIALS CO LTD. Du, C.; Lin, H. **Halogen-free flame retardant for PA66 and environment-friendly flame-retardant PA66 material prepared thereby.** CN104119676 (A), 2014.
- INT PARK CREATIVITY; CUERO RENGIFO, R.; MELO RODRIGUEZ, G. Cuero, R. R.; Melo, R. G. **Polyurethane biofoams derived from natural products and methods of making and using thereof.** WO2015017847 (A1), 2014.
- MITSUBISHI CHEM. et al. Soejima, Y. et al. **Decorative sheet, water base resin for coloring decorative sheet, and water base coating liquid for coloring decorative sheet.** JP2008023752 (A), 2006.
- SANTOS, C. V. et al. Materials selection for sustainable executive aircraft interiors. **Materials Research**, v. 19, n. 2, p. 339-352, 2016.
- THOMSON REUTERS. **Green technology manual codes.** Disponível em: [http://ip.thomsonreuters.com/dwpi\\_greencodes](http://ip.thomsonreuters.com/dwpi_greencodes). Acesso em: mai. 2016.
- WIPO -World Intellectual Property Organization. **IPG green inventory.** Disponível em: <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/est/>. Acesso em: mai. 2016.