



APLICAÇÃO DE FIBRAS NATURAIS EM INTERIORES DE AERONAVES VISANDO MAIOR SUSTENTABILIDADE NO SETOR AERONÁUTICO

APPLICATION OF NATURAL FIBERS IN AIRCRAFT INTERIORS AIMING FOR GREATER SUSTAINABILITY IN THE AERONAUTICAL SECTOR

SILOANA SILVEIRA OUVENERY | silohana@gmail.com | UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ /SP
IVAIR ALVES DOS SANTOS | ivair.santos@unitau.br | UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ /SP
ROQUE ANTÔNIO DE MOURA | roque.amoura@unitau.br | UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ /SP

RESUMO

A sustentabilidade consolidou-se como uma diretriz estratégica para a indústria aeronáutica contemporânea em razão da necessidade de reduzir impactos ambientais associados à fabricação, operação e descarte de componentes aeronáuticos. Nesse contexto, o emprego de materiais renováveis e de menor impacto ambiental surge como alternativa promissora para o desenvolvimento de interiores de aeronaves. Esta pesquisa analisou o potencial de aplicação de fibras naturais, especialmente fibras de abacaxi, bananeira e cactos como substitutas do couro convencional utilizado em assentos e revestimentos internos de aeronaves executivas. A pesquisa foi conduzida por meio de revisão bibliográfica de caráter qualitativo e exploratório, com análise comparativa de propriedades mecânicas, térmicas, ambientais e normativas. Os resultados indicam que as fibras naturais apresentam vantagens relevantes, tais como menor densidade, biodegradabilidade, uso de fontes renováveis e menor demanda energética no processamento. Contudo, foram identificadas limitações relacionadas à absorção de umidade, variabilidade estrutural e atendimento aos requisitos de inflamabilidade estabelecidos pelas normas FAR 25.853 e RBAC 25.853. Conclui-se que materiais de fibras possuem potencial de aplicação em componentes não estruturais do interior da cabine, se associados a tratamentos ignífugos e desenvolvimento de compósitos híbridos capazes de assegurar conformidade técnica e segurança operacional.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Fibras naturais; Materiais aeronáuticos; Aviação executiva; Inflamabilidade.

ABSTRACT

Sustainability has become a strategic guideline for the contemporary aeronautical industry due to the need to reduce environmental impacts associated with the manufacturing, operation, and disposal of aircraft components. In this context, the use of renewable and low-impact materials emerges as a promising alternative for aircraft interior development. This study analyzes the application potential of natural fibers especially pineapple, banana, and cactus fibers as substitutes for conventional leather used in executive aircraft seats and interior coverings. The research was developed through a qualitative and exploratory literature review, including a comparative analysis of mechanical, thermal, environmental, and regulatory properties. Results indicate that natural fibers present relevant advantages such as lower density, biodegradability, use of renewable resources, and lower energy demand during processing. However, limitations related to moisture absorption, structural variability, and compliance with flammability requirements established by FAR 25.853 and RBAC 25.853 were identified. It is concluded that these materials present potential for application in non-structural aircraft interior components, provided that flame-retardant treatments and hybrid composite developments are adopted to ensure technical compliance and operational safety.

Keywords: Sustainability; natural fibers; aeronautical materials; executive aviation; flammability.

RESUMEN

La sostenibilidad se ha convertido en una directriz estratégica para la industria aeronáutica contemporánea debido a la necesidad de reducir el impacto ambiental asociado a la fabricación, operación y desecho de componentes aeronáuticos. En este contexto, el uso de materiales renovables con menor impacto ambiental se presenta como una alternativa prometedora para el desarrollo de interiores de aeronaves. Esta investigación analizó la posible aplicación de fibras naturales, especialmente de piña, plátano y cactus, como sustitutos del cuero convencional utilizado en asientos y revestimientos interiores de aeronaves ejecutivas. La investigación se llevó a cabo mediante una revisión bibliográfica cualitativa y exploratoria, con un análisis comparativo de propiedades mecánicas, térmicas, ambientales y regulatorias. Los resultados indican que las fibras naturales presentan ventajas relevantes, como menor densidad, biodegradabilidad, uso de fuentes renovables y menor demanda energética en su procesamiento. Sin embargo, se identificaron limitaciones relacionadas con la absorción de humedad, la variabilidad estructural y el cumplimiento de los requisitos de inflamabilidad establecidos por las normas FAR 25.853 y RBAC 25.853. Se concluye que los materiales fibrosos tienen potencial para su aplicación en componentes no estructurales del interior de la cabina, siempre que se combinen con tratamientos ignífugos y el desarrollo de compuestos híbridos capaces de garantizar el cumplimiento técnico y la seguridad operativa.

Palabras clave: Sostenibilidad; Fibras naturales; Materiales aeronáuticos; Aviación ejecutiva; Inflamabilidad.

INTRODUÇÃO

A indústria aeronáutica caracteriza-se por elevados níveis de complexidade tecnológica, exigindo desempenho estrutural, confiabilidade operacional, segurança e eficiência energética. Paralelamente, as pressões ambientais globais relacionadas à escassez de recursos naturais, mudanças climáticas e necessidade de redução das emissões de carbono vêm impulsionando o desenvolvimento de soluções sustentáveis aplicadas ao setor (ANAC, 2019).

No ambiente aeronáutico contemporâneo, a sustentabilidade não se limita à redução do consumo de combustível em voo, abrangendo também a ecoeficiência dos processos produtivos, a redução do consumo energético industrial, a otimização logística e a adoção de materiais de menor impacto ambiental ao longo do ciclo de vida do produto.

Nesse contexto, materiais compósitos de origem natural surgem como alternativa promissora, particularmente em aplicações de componentes internos não estruturais. Entre essas alternativas, destacam-se os chamados couros vegetais produzidos a partir de fibras de abacaxi, bananeira e cactus, que apresentam atributos como origem renovável, biodegradabilidade e potencial redução de massa.

Entretanto, a introdução de novos materiais no setor aeronáutico depende do atendimento rigoroso aos requisitos de certificação, especialmente os relacionados à inflamabilidade, estabelecidos pelas normas FAR 25.853 e RBAC 25.853 (ANAC, 2014).

Diante desse cenário, este trabalho busca analisar a viabilidade técnica da utilização de fibras naturais em interiores de aeronaves, considerando seus benefícios ambientais, limitações técnicas e desafios normativos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sustentabilidade no setor aeronáutico

O conceito contemporâneo de sustentabilidade tem como referência clássica o Relatório Brundtland, segundo o qual desenvolvimento sustentável consiste em atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades. A partir dessa concepção, a sustentabilidade passou a incorporar três dimensões interdependentes: econômica, social e ambiental conforme ilustra a Figura 1.

Figure 1 | Aplicação de fibras naturais em interiores de aeronaves para maior sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

No contexto industrial, Duarte (2018) destaca que a sustentabilidade deixou de ser apenas um princípio normativo e passou a constituir um vetor estratégico de competitividade, inovação e eficiência operacional. Segundo o autor, setores industriais intensivos em tecnologia passaram

a incorporar critérios de desempenho ambiental como parte integrante de suas estratégias de desenvolvimento de produto.

No setor aeronáutico, Henkes (2017) afirma que a sustentabilidade está associada não apenas à redução do consumo de combustível e emissões atmosféricas, mas também à otimização dos processos produtivos, à racionalização do uso de recursos naturais e à incorporação de materiais de menor impacto ambiental ao longo do ciclo de vida das aeronaves.

Abreu (2017) complementa que a aviação contemporânea enfrenta crescente pressão regulatória e mercadológica para reduzir sua pegada ambiental, o que exige desenvolvimento de soluções que conciliem desempenho técnico, viabilidade econômica e responsabilidade ecológica.

De acordo com Barros (2020), a economia circular representa um dos modelos mais promissores para a indústria aeronáutica, especialmente por estimular reutilização de materiais, reciclagem de componentes e redução de resíduos industriais. Nessa perspectiva, materiais de origem renovável passam a ocupar posição estratégica no desenvolvimento de novos produtos.

2.2 Sustentabilidade aplicada aos materiais aeronáuticos

A seleção de materiais no setor aeronáutico historicamente priorizou propriedades como elevada resistência mecânica, baixa densidade, resistência térmica, estabilidade dimensional e durabilidade em condições severas de operação.

Conforme Castro (2019), a incorporação de critérios ambientais na engenharia de materiais representa uma mudança relevante de paradigma, uma vez que passa a considerar, além das propriedades funcionais, o impacto ambiental associado à extração de matéria-prima, processamento, uso e descarte.

Heinen (2012) observa que a abordagem de ciclo de vida tornou-se essencial no desenvolvimento de materiais industriais sustentáveis, permitindo avaliar impactos ambientais desde a origem da matéria-prima até a destinação final do produto.

No ambiente aeronáutico, Costa (2024) destaca que materiais renováveis podem contribuir significativamente para redução de massa, diminuição do consumo energético industrial e mitigação dos impactos ambientais associados à fabricação de componentes internos de cabine.

Segundo Dos Santos (2016), a crescente conscientização ambiental tem impulsionado o desenvolvimento de alternativas sustentáveis em interiores aeronáuticos, especialmente em componentes não estruturais, como revestimentos de assentos, painéis laterais, tampas de compartimentos e acabamentos decorativos.

2.3 Fibras naturais aplicáveis à aviação

As fibras naturais têm recebido atenção crescente em aplicações industriais em razão de sua origem renovável, biodegradabilidade, baixa densidade e menor demanda energética de processamento.

Khalil et al. (2012) destacam que fibras vegetais apresentam propriedades mecânicas específicas competitivas quando comparadas a materiais sintéticos convencionais, especialmente em aplicações de compósitos leves de baixa solicitação estrutural.

2.3.1 Fibra de abacaxi

A fibra de abacaxi, conhecida internacionalmente como PALF (*Pineapple Leaf Fiber*), é obtida a partir das folhas do abacaxizeiro. Segundo Khalil et al. (2012), trata-se de uma fibra lignocelulósica com boa resistência específica, baixa densidade e elevada disponibilidade agrícola.

Costa (2024) ressalta que sua utilização representa aproveitamento de resíduos agroindustriais e redução da dependência de matérias-primas não renováveis. Em aplicações de interiores aeronáuticos, apresenta potencial para revestimentos de assentos e painéis internos. Entretanto, os autores apontam limitações relacionadas à absorção de umidade e comportamento inflamável sem tratamentos específicos.

2.3.2 Fibra de bananeira

A fibra de bananeira é extraída do pseudocaule da planta após a colheita do fruto. Segundo Castro (2019), esse material apresenta potencial relevante de valorização de biomassa residual, com baixo custo relativo e boa disponibilidade em países de produção agrícola tropical.

Khalil et al. (2012) observam que a fibra apresenta propriedades adequadas para reforço de compósitos leves, podendo ser aplicada em componentes internos não estruturais. Contudo, sua variabilidade natural de propriedades físicas e mecânicas constitui um dos principais desafios para padronização industrial.

2.3.3 Fibra de cactos

A fibra derivada de cactos tem se destacado recentemente em aplicações de couro vegetal. De acordo com Costa (2024), sua principal vantagem ambiental está associada à baixa demanda hídrica de cultivo, aspecto relevante em cenários de restrição de recursos naturais.

Além disso, apresenta bom acabamento superficial e potencial de aplicação estética em interiores de aeronaves executivas. Contudo, ainda são necessários estudos adicionais relacionados à resistência térmica, durabilidade, envelhecimento e conformidade com requisitos de certificação aeronáutica.

2.4 Requisitos normativos de inflamabilidade

A introdução de novos materiais no setor aeronáutico está diretamente condicionada ao atendimento de requisitos regulatórios rigorosos de segurança operacional, ou seja, uma gestão de desenvolvimento de produtos em conformidade com as normas do regulamento da aviação (Rozenfeld, 2013).

De acordo com o *Code of Federal Regulations* (2025), a FAR 25.853 estabelece critérios de inflamabilidade para materiais utilizados em compartimentos ocupados por passageiros e tripulação. Esses requisitos incluem ensaios de propagação de chama, tempo de pós-chama, tempo de incandescência, densidade de fumaça e taxa de liberação de calor.

No contexto brasileiro, a Agência Nacional de Aviação Civil estabelece o RBAC 25.853, alinhado aos padrões internacionais de certificação aeronáutica.

Conforme Henkes (2017), os requisitos de inflamabilidade representam uma das principais barreiras técnicas para adoção de materiais alternativos sustentáveis no interior de aeronaves, uma vez que tais materiais devem demonstrar comportamento autoextinguível e estabilidade térmica compatível com elevados padrões de segurança.

Segundo Costa (2024), o desenvolvimento de compósitos híbridos e tratamentos ignífugos ambientalmente adequados constitui atualmente uma das principais estratégias para viabilizar a aplicação de fibras naturais no setor aeronáutico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e bibliográfica (Yin, 2018). O método adotado consistiu em levantamento documental e revisão de literatura técnica especializada sobre sustentabilidade no setor aeronáutico, requisitos normativos de inflamabilidade e propriedades técnicas de fibras naturais aplicáveis a interiores de aeronaves.

Os critérios de análise comparativa foram:

- propriedades mecânicas;
- resistência térmica;
- comportamento frente à inflamabilidade;
- biodegradabilidade;
- custo relativo;
- potencial de aplicação em componentes internos.

Em função das limitações de infraestrutura laboratorial e dos elevados requisitos de certificação (Oliveira *et al.*, 2025), não foram realizados ensaios físicos segundo os protocolos da FAR 25.853.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 1 mostra uma comparação do desenvolvimento de novos materiais, contrastando alternativas sustentáveis (fibras naturais) com o padrão atual da indústria (couro aeronáutico convencional).

4.1 | Quadro comparativo com informações técnicas

Material	Vantagens	Limitações	Aplicação potencial
Fibra de abacaxi	baixa densidade, renovável, biodegradável	absorção de umidade, inflamabilidade	revestimentos internos
Fibra de bananeira	baixo custo, reaproveitamento de biomassa	variabilidade estrutural	painéis e forrações
Fibra de cactos	baixa demanda hídrica, acabamento superficial	necessidade de validação térmica	assentos e revestimentos decorativos
Couro aeronáutico convencional	elevada durabilidade, conformidade normativa	maior impacto Ambiental	aplicação geral e consolidada

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

O Quadro mostra a fase de transição em que as fibras naturais são leves, baratas e amigas do meio ambiente, sendo ótimas para forrações internas e painéis decorativos. No entanto, o couro convencional ainda é melhor assegura a segurança e sua durabilidade é maior. Há a necessidade da ciência e engenharia de materiais para se definir o que e onde usar o material (Callister; Rethwisch, 2016; De Moura *et al.*, 2025).

4.2 Análise dos Materiais

4.2.1 Fibra de Abacaxi

Tem baixa densidade e é biodegradável, mas sofre com absorção de umidade e inflamabilidade.

É um material leve. Em qualquer veículo, especialmente aviões, menos peso significa menos combustível gasto. O problema é que ele puxa água do ar (mofa ou incha) e pega fogo com mais facilidade. Em ambientes onde a segurança contra incêndios isso é um obstáculo.

4.2.2 Fibra de Bananeira

Destaca-se pelo baixo custo e reaproveitamento de biomassa,. A desvantagem está na variabilidade estrutural, o que é um problema na hora de criar painéis de revestimento.

4.2.3 Fibra de Cactos

Exige pouca água para ser produzida e tem ótimo acabamento superficial, mas requer validação térmica. Ideal para bancos de passageiros, contudo ainda precisa ser testado se não derrete no calor extremo ou ainda se não racha no frio intenso.

4.2.4 Couro Aeronáutico Convencional (O Padrão Atual)

Possui elevada durabilidade e conformidade normativa, porém com maior impacto ambiental. Dura anos sem rasgar e passa em todos os testes rigorosos de segurança e qualidade que as agências de transporte exigem. A grande desvantagem é que fabricar esse couro gasta muita água, usa produtos químicos pesados e gera muita poluição.

4.3 Discussão

Os resultados indicam que as fibras naturais apresentam elevado potencial de contribuição para estratégias de sustentabilidade no setor aeronáutico, especialmente em aplicações não estruturais. Entre as principais vantagens observadas destacam-se redução de massa específica, uso de fontes renováveis, biodegradabilidade e menor demanda energética no processamento.

Entretanto, persistem desafios relevantes relacionados à absorção de umidade, variabilidade natural das propriedades e atendimento aos requisitos normativos de inflamabilidade.

O principal desafio técnico identificado reside na conformidade com os critérios estabelecidos pela FAR 25.853, sobretudo quanto à propagação de chama, geração de fumaça e comportamento térmico em situações de incêndio.

Os resultados sugerem que a adoção industrial desses materiais depende do desenvolvimento de compósitos híbridos, resinas de base biológica e tratamentos ignífugos ambientalmente adequados.

A análise realizada demonstra que as fibras naturais de abacaxi, bananeira e cactos constituem alternativas tecnicamente promissoras para ampliação da sustentabilidade em interiores de aeronaves, particularmente em aplicações não estruturais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou que a inserção de fibras naturais (abacaxi, banana e cactos) como alternativas ao couro convencional no interior de aeronaves executivas podem mitigar os impactos ambientais da indústria aeronáutica.

A análise demonstrou que tais materiais oferecem vantagens expressivas alinhadas aos princípios da economia circular e da sustentabilidade, tais como a redução da massa específica, o emprego de fontes renováveis, a biodegradabilidade e a menor demanda energética em seu processamento.

Contudo, a viabilidade técnica para a adoção industrial irrestrita dessas fibras esbarra em barreiras operacionais e normativas significativas, sendo o principal desafio técnico o cumprimento dos requisitos de inflamabilidade e segurança operacional estabelecidos pelas normas FAR 25.853 e RBAC 25.853, além de outras limitações intrínsecas aos materiais botânicos, como a absorção de umidade e a acentuada variabilidade estrutural.

Conclui-se que o uso das fibras vegetais é altamente promissor para a aplicação em componentes não estruturais do interior das aeronaves, porém sua consolidação mercadológica no setor aéreo está estritamente condicionada à aplicação de tratamentos ignífugos adequados e à formulação de compósitos híbridos que possibilite estabilizar as propriedades físicas da matéria-prima e certificar a segurança operacional requerida pelo setor.

TRABALHO FUTURO

Para o aprofundamento das investigações iniciadas nesta pesquisa de caráter qualitativo e exploratório, sugere-se a condução de estudos empíricos e laboratoriais voltados à formulação de compósitos poliméricos híbridos reforçados com as fibras analisadas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Y. V. **Sustentabilidade e desenvolvimento no setor aeronáutico**. São Paulo: Atlas, 2017.
- ANAC. (2019). Agência Nacional de Aviação Civil. **Comunicado 312/01 - Base RBAC 145**. Disponível em: <https://csamro.com.br/tfe731/>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- ANAC. (2014). AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. RBAC 25.853 — **Requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria transporte**. Brasília, 2014.
- BARROS, R. M. **Economia circular e sustentabilidade industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2020.
- CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- CASTRO, M. A. **Sustentabilidade aplicada ao desenvolvimento de materiais**. São Paulo: Blucher, 2019.
- CODE OF FEDERAL REGULATIONS. FAR 25.853 — **Flammability requirements for aircraft interiors**. Washington, DC, 2025.
- COSTA, A. R. **Materiais sustentáveis aplicados ao setor aeronáutico**. São José dos Campos: ITA, 2024
- DE MOURA, R. A.; BENEVIDES, M. P.; et al.; (2025). **Neuroergonomia no controle ... fly-by-wire e artificial feel e melhor feedback háptico**. ARACÊ, [S. l.], v7, n9, pe8071. DOI: [10.56238/arev7n9-139](https://doi.org/10.56238/arev7n9-139). Disponível em: <https://periodicos.news-ciencpubl.com/arace/article/view/8071>. Acesso 13set2025.
- DUARTE, A. **Conceitos contemporâneos de sustentabilidade**. São Paulo: Saraiva, 2018.
- HEINEN, J. T. **Sustainable product life cycle management**. New York: Springer, 2012.
- HENKES, J. A. **Sustentabilidade e gestão ambiental no setor aéreo**. Florianópolis: UFSC, 2017.
- KHALIL, H. P. S. A. et al. **Natural fiber reinforced polymer composites**. Amsterdam: Elsevier, 2012.
- OLIVEIRA JUNIOR, H. S.; VIAGI, A. F.; MOURA, R. A. (2025). **Aplicações dos conceitos da neuroengenharia ... manutenção e autossustentabilidade**. Revista Exatas, [S. l.], v. 31, n. 2, 2025. DOI: 10.69609/1516-2893.2025.v31.a4033. <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/4033>

ROZENFELD, H. **Gestão de desenvolvimento de Produtos**. Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo. Editora Saraiva. Reimpr. 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

