

**MATERIAIS COMPÓSITOS NA AERONÁUTICA: UMA ANÁLISE DA TENDÊNCIA
NA FUSELAGEM DAS AERONAVES**
**COMPOSITE MATERIALS IN AERONAUTICS: AN ANALYSIS OF TRENDS IN THE
FUSELATION OF AIRCRAFT**

Alexander Henrique dos Santos Souza¹; Gustavo Afonso Batista²; Leonardo Figueiredo³;
Paulo Vítor Cunha de Castilho Martins Valvazori⁴; Yumi Mihara⁵; Mayara dos Santos
Amarante⁶.

Resumo: Propõe-se neste artigo a mostrar o quanto é importante os materiais compósitos na indústria aeronáutica, especificamente as fibras de carbono. Espera-se obter as melhores propriedades dos materiais que formam os compósitos. Sendo assim, estudamos a aplicação da fibra de carbono na fuselagem das aeronaves nos dias atuais, e uma tendência de materiais compósitos para o futuro dessa indústria, obtivemos resultados satisfatórios que aumentam a lucratividade e o desempenho dos aviões. Este artigo está dividido em três partes: a primeira é apresentada o conceito de materiais compósitos e a fibra de carbono. Na segunda, tem-se a aplicação do material nas aeronaves, e a terceira é um novo conceito de materiais compósitos para a aeronáutica. Objetivo Principal: expor os dois tipos de fuselagem: a que é feito atualmente e de que forma é possível se transformar futuramente. Objetivos Específicos: conceituar materiais compósitos com ênfase na fibra de carbono; expor sobre a fibra de carbono na fuselagem; identificar a aplicabilidade da fibra de carbono na fuselagem e pesquisar sobre a tendência da fibra de carbono na indústria aeronáutica. Métodos: neste artigo adotou-se a pesquisa bibliográfica para obtenção dos resultados. Considerações Finais: Em um tempo onde peso é dinheiro, tornou-se necessário rever os estudos da engenharia na fabricação das fuselagens na indústria aeronáutica para que tenham menos custos, mais lucros e, além disso tudo, oferecer conforto para os passageiros durante um voo. A aplicabilidade da fibra de carbono na fuselagem tende a aumentar cada vez mais na maneira moderna indústria aeronáutica, pois além de proporcionar mais leveza, rapidez e resistência, trazem resultados satisfatórios em relação ao desempenho e à lucratividade.

Palavras-chave: Materiais Compósitos, Fibras de Carbono, Indústria Aeronáutica, Fuselagem.

Abstract: In this article will be propose to show how the composite materials is importante in the aeronautical industry, specifically carbon fibers. It's expectation to obtain the best properties of materials that form the composites. Therefore, we've studied the application of carbon fiber in the fuselage of aircraft today, and composite materials tendency for the future of this industry. We've obtained satisfactory results that increase the profitability and the performance of the airplanes. This paper have divided into three parts: the first presents the concept of composite materials and carbon fiber. In the second, the application of the material in aircraft and the third a new concept of composite materials for aeronautics. Main objective: to expose two types of fuselage: what is currently done and how it can be transformed in the future. Specific Objectives: to conceptualize composite materials with an emphasis on carbon fiber; expose over the carbon fiber in the fuselage; identify the applicability of carbon fiber in the fuselage and research the tendency of carbon fiber in the aircraft industry. Methods: in this article the bibliographic research will be adopted to obtain the results. Final Considerations: In a time where weight is money, it has become necessary to review engineering studies in the fabrication of airframes in the aviation industry so that they have less costs, more profits and, moreover, provide passengers comfort during a flight. The applicability of carbon fiber in the fuselage tends to increase more and more in the modern aeronautical industry way, due to besides providing more lightness, speed and resistance, they bring satisfactory results in relation to the performance and the profitability.

Key words: Composite Materials, Carbon Fibers, Aeronautical Industry, Fuselage.

¹ Acadêmico do Centro Universitário Braz Cubas. E-mail: alexander321@hotmail.com.

² Acadêmico do Centro Universitário Braz Cubas. E-mail: guuh.batista@gmail.com.

³ Acadêmico do Centro Universitário Braz Cubas. E-mail: leu_figueiredo@hotmail.com.

⁴ Acadêmico do Centro Universitário Braz Cubas. E-mail: paulo_pv16@hotmail.com.

⁵ Acadêmica do Centro Universitário Braz Cubas. E-mail: yumi.mihara@outlook.com.

⁶ Docente do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Braz Cubas. E-mail: mayara.amarante@brazcubas.br

Introdução

Na indústria aeronáutica quando se fala em aviões, “peso é dinheiro”. Isto é, quanto mais pesado um avião é, mais combustível ele gasta. Sendo assim, as suas operações ficam onerosas, refletindo em passagens mais caras para o público e diminuindo as possibilidades de lucro para as companhias [1].

Baseando-se em aumentar a lucratividade e o desempenho dos materiais utilizados em fuselagens das aeronaves, surgiram os materiais compósitos em meados do século 20 [2]. Os

materiais compósitos têm, por sua definição, serem formados por dois ou mais materiais que possuem excelente afinidade química entre si e são processados sinteticamente com o objetivo de atingir propriedades mecânicas diferentes e com menor massa possível daqueles se analisados separadamente [3].

Os materiais compósitos de alto desempenho nos aviões foram introduzidos na Segunda Guerra Mundial, quando a fibra de vidro foi usada na fuselagem do *B-29*. Ao passar dos anos, já em 2005, mais de 35% dos novos aviões fabricados nos Estados Unidos eram fabricados com materiais compósitos [4].

Atualmente, o *787 Dreamliner* da Boeing usa compósitos em metade da sua fuselagem, enquanto a *Airbus A350 XWB* tem sua fuselagem e asas feitas de materiais compósitos [1].

O motivo para a escolha do tema foi o fato dos materiais compósitos possuir amplitude significativa ao ponto de vista do grupo. É um tipo de material descoberto há um tempo, porém, continua interessante para o estudo pois com o desenvolvimento da tecnologia na aeronáutica, faz-se necessária mudanças nas fabricações das aeronaves para diminuir a massa e, conseqüentemente, economizar combustível para alcançar lucratividade.

O artigo “Materiais Compósitos na Aeronáutica: uma análise da tendência na fuselagem das aeronaves” tem como seu objetivo principal expor os dois tipos de fuselagem: a que é feita atualmente e de que forma é possível se transformar futuramente. Os objetivos específicos são: conceituar materiais compósitos com ênfase na fibra de carbono; expor sobre a fibra de carbono na fuselagem; identificar a aplicabilidade da fibra de carbono na fuselagem e pesquisar sobre a tendência da fibra de carbono na indústria aeronáutica.

Conceito dos materiais compósitos

Os materiais compósitos são, por sua definição, dois ou mais componentes que juntos formam um material resultante diferente. É a combinação entre duas ou mais propriedades químicas e físicas (matriz e reforço). A matriz é o material principal, que reúne a maior parte dos componentes químicos e tem a melhor concentração para poder absorver outro tipo de material, já o reforço é um material que completa a matriz, suas propriedades são suportar o esforço mecânico e aliviar a tensão sofrida pela matriz, trabalhando em conjunto para que os dois materiais consigam expelir as melhores qualidades que tem para oferecer.

Os materiais compostos são utilizados desde as civilizações mais antigas, quando eram feitas misturas de barro e palha para criar os tijolos [5]. Alguns exemplos de combinações de compósitos: metais, polímeros e cerâmica (metal + polímero, metal + cerâmica e polímero +

cerâmica). Exemplo de aplicação de materiais compósitos atuais: colete à prova e balas, pás do helicóptero, raquete de tênis, estruturas do avião, entre outros.

Fibra de carbono

Fibra de carbono é um material sintético que contém átomos de carbono em sua grande maioria e sua matéria prima é o poliacrilonitrilo, espécie de acrílico.

Durante seu processamento o material é esquentado em várias etapas e as fibras são expandidas e colocadas paralelamente, tomando uma liga resistente e rígida. Para formar uma fibra de carbono é preciso ter ao menos 90% de carbono em sua composição, se houver 99% de carbono é chamado de fibra de grafite (criado a partir da oxidação e elevação de temperatura do carbono 2500°C).

Fibra de carbono na fuselagem

A fuselagem na aeronave corresponde a estrutura que tem como finalidade acomodar passageiros, sistemas de voo e servir para fixar as asas e trem de pouso.

Podemos analisar, que existem alguns tipos de formato na fuselagem dois deles são: Monocoque e Semi - Monocoque. A mais utilizada é a semi-monocoque é empregada atualmente em aeronaves comerciais e militares, tem como benefício boa resistência estrutural, baixo peso etc..

Para o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) os materiais empregados na fuselagem das aeronaves são as ligas de alumínio, madeiras, materiais compósitos, fibra de vidro e carbono [6].

Segundo o pesquisador Wellington Lombardo de Nunes Mello a fibra de carbono é utilizada em aeronaves comerciais modernas, civis e militares os componentes principais na fuselagem é nas asas as longarinas e nervuras.

Além disso, a fibra de carbono na fuselagem traz mais resistência na estrutura, o peso do avião fica reduzido 25 a 30% e tem uma alta resistência a temperaturas frias e diminui o consumo de combustível. Uma desvantagem que os engenheiros, pesquisadores e cientistas estão tentando solucionar é a questão da rigidez, pois tendo um impacto muito forte, a fuselagem será trincada, mas estão testando novos procedimentos [7].

Aplicação da fibra de carbono na fuselagem do avião

A fibra de carbono é um material sintético, composta por vários filamentos, construídos principalmente de carbono, mas não apenas desse elemento, há outros materiais utilizados para a produção dos filamentos e também para a sustentação das fibras [8].

A Fibra de Carbono é um material leve e forte, sendo uma excelente opção para o ferro. Podendo assim substituir outras ligas e se tornar fundamental nos anos vindouros, como já é na indústria aeronáutica [8].

Ligas baseadas em fibras de carbono são levadas para diversos mercados, pois garantem leveza e resistência aos produtos na qual estão aplicadas. O (PRFC) Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono, utilizado em aviões são vitais para que as aeronaves fiquem mais leves e economizem combustíveis, além de sofrer menos com a ação do tempo – o que aumenta a durabilidade [8].

A fibra de carbono era utilizada essencialmente na indústria aeroespacial, nos cones dianteiros das aeronaves, pois ao entrar no ambiente terrestre, devido ao atrito, a nave atingia altas temperaturas por volta de 1093°C, por isso, ele era revestido com fibra de carbono, devido a sua resistência a elevadas temperaturas, assim como, o cone de saída de escape das naves.

Com o passar do tempo, houve a necessidade da indústria aeronáutica buscar por materiais que conformassem características de leveza, rigidez, e resistência mecânica, e o material que melhor atende a essas precisões são os compostos de carbono. Para exemplificar, vistamos a mudança do alumínio por compósitos de carbono: o peso fica reduzido por 25 a 30%, e a resistência praticamente não é comprometida.

Devido a sua ampla resistência à tração e a altas temperaturas, as portas dos trens de pouso de aviões são constantemente produzidas em fibra de carbono, assim como o *flap* das asas, que por serem os elementos responsáveis pela decolagem e pouso das aeronaves, que ganham uma grande força devido ao atrito do ar.

O avião F-22 é a prova de que os compostos de fibra de carbono são extremamente resistentes, este avião supersônico chega à velocidade de 1,5 Mach, e é feito 40% de fibras compostas, incluindo as de carbono, que por possuir características térmicas excepcionais não necessita de tratamento antichama para compor a fuselagem do avião [9].

Os novos aviões comerciais tendem cada vez mais a utilizar fibra de carbono em sua composição por este ser mais leve comparado a outras matérias, fazendo com que o avião tenha um menor consumo de combustível; segundo a *Boeing*, o modelo 787 utiliza 50% de sua composição de fibra de carbono e com isso conseguiu fazer com que seu custo por milha caísse 12% comparado a aviões do mesmo porte, seu consumo caiu em 20%, e sua resistência também melhorou muito comparado ao seu modelo antecessor, o 767, que necessitava de uma

manutenção completa a cada seis anos, enquanto a do modelo 787, com fuselagem de compostos de carbono, é feita apenas após 12 anos [9].

Um exemplo nacional, é o avião Tucano, que apresenta compósitos de carbono na fuselagem, nas asas, no tanque e nas hélices e outras peças. A aplicação da fibra de carbono em aeronaves está se tornando algo essencial, pois cada vez mais tentamos diminuir o consumo e aumentar a resistência das mesmas, e para tal fim a fibra de carbono é uma saída acessível. Sua rigidez elevada a torna excelente para a fuselagem, borda de ataque, lemes, trem de pouso, rodas, e itens internos como painéis e assentos [9].

Boeing 787

Depois de quase dez anos de desenvolvimento, pesquisas e atrasos, a resposta da Boeing a esta tendência finalmente veio, com o *787 Dreamliner*.

As asas, fuselagem e muitas outras partes do avião foram construídas com fibra de carbono reforçado em vez do tradicional ferro e aço, fazendo com que a aeronave fique muito mais “magra”, sem perder sua resistência.

Apesar de já estar em uso há muito tempo na aviação militar e em outros campos, a fibra de carbono tem sido pouco adotada na aviação comercial por não deixar transparecer o desgaste sofrido ao longo do tempo. Sem a ferrugem e as rachaduras, fica mais difícil fazer a inspeção periódica que, até hoje, é quase que totalmente visual.

A *Boeing* respondeu a este anseio pelo novo material realizando um extensivo programa de testes. Entre eles, está a queda ensaiada de uma seção da fuselagem montada a uma altura de 4,6 m. Outro teste submeteu o corpo do avião a uma pressão 150% maior do que a esperada em condições normais de voo, mostrando que o material era resistente e confiável o suficiente para o 787 [10].

Tendência dos materiais compósitos na indústria aeronáutica

Foi realizado um estudo na NASA para tentar visualizar como seriam os aviões do futuro. Nesse estudo, observou-se que em relação à aparência externa não seria difícil reconhecer um avião quando encontrarmos no ano de 2050 em algum aeroporto, porém, tecnicamente, os aviões das próximas décadas serão muito superiores e muito diferentes dos aviões de hoje [11].

O próximo passo da NASA para projetar os aviões, que entrarão em operação a partir de 2030, é uma segunda fase de estudos para começar a desenvolver as novas tecnologias [12].

Após a NASA ter apresentado o estudo sobre os aviões do futuro, a Airbus mostrou seus próprios projetos que prevê para o ano de 2050, um novo conceito de avião e da aviação.

Nesse projeto, mostra como materiais avançados poderão contribuir para criar aeronaves de alto desempenho com visual bem tradicional [12].

A *Airbus* pretende implantar em suas aeronaves do futuro uma estrutura biônica que imita a estrutura óssea das aves. Além dessa estrutura ser leve e forte ao mesmo tempo, ela reduz o peso do avião e aumenta a área útil [12].

A estrutura biônica da cabine será revestida com uma membrana de biopolímero, que controla a entrada de luz natural, a umidade e a temperatura, proporcionando opacidade ou transparência ajustáveis pelos usuários, eliminando a necessidade das janelas tradicionais. Além de deixar o avião mais leve e diminuir o consumo de combustível, permite aos passageiros uma vista 360° do céu deixando a viagem mais atrativa [12].

O sistema elétrico do interior do avião estará embutido nos materiais estruturais. Conhecido como material inteligente, esses materiais estruturais além de serem comparados ao cérebro humano, permitirão executar diversas funções, por exemplo, reconhecendo o passageiro, de modo que ele esteja, de certa forma, conectado ao avião. Além disso, a *Airbus* espera adotar soluções inteligentes de energia; serão utilizados materiais termoelétricos nos bancos, capazes de captar o calor do corpo da pessoa e transformar em energia, carregando seu celular ou tablete quando conectado [12].

A *Airbus* planeja utilizar também, materiais que mudam de forma. Esses materiais flexíveis e deformáveis podem ser metais ou polímeros que têm uma "memória" ou podem ser cobertos com uma "pele" que induza a mudança de forma. A memória é criada usando sensores e atuadores que dão aos materiais certo nível de inteligência artificial, permitindo a sua adaptação às necessidades dos passageiros [12].

Segundo a *Airbus*, os materiais usados no avião do futuro serão autolimpantes. Esses materiais se inspiram na planta lótus, onde a água escorre em gotículas, sem molhar a folha e carregando consigo a sujeira que está sobre as folhas. Os revestimentos utilizados nas superfícies dos banheiros dos aviões já utilizam esse “efeito lótus”. Esses materiais inteligentes poderão também ser capazes de se auto consertar e as tintas poderão selar sozinhos qualquer risco que surja, assim como a pele humana se cicatriza [12].

Considerações Finais

No artigo foram abordados conceitos dos materiais compósitos com ênfase na fibra de carbono, a aplicabilidade da fibra de carbono na fuselagem e a tendência dos materiais compósitos na indústria aeronáutica.

Em um tempo onde peso é dinheiro, tornou-se necessário rever os estudos da engenharia na fabricação das fuselagens na indústria aeronáutica para que tenham menos custos, mais lucros e, além disso tudo, oferecer conforto para os passageiros durante um voo.

O desenvolvimento dos materiais compósitos trouxe resultados satisfatórios, trazendo leveza, resistência e maior qualidade às fuselagens e, segundo às análises realizadas no artigo, a indústria aeronáutica tende cada vez mais a utilizar materiais compósitos em sua composição por serem mais leves comparados às outras matérias, fazendo com que o avião tenha menos consumo de combustível, melhorando o desempenho sem perder a resistência.

Referências

- [1] BBC. **Carbono dá mais fibra aos aviões.** Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=avioes-fibra-de-carbono#.WrkNYYjwbIV>>. Acesso em 24/04/2018.
- [2] PUC-RIO. **Materiais Compósitos.** Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/15391/15391_3.PDF>. Acesso em 24/04/2018.
- [3] MILATIAS, Guilherme. **Introdução aos Materiais Compósitos.** Disponível em: <<http://www.omundodausinagem.com.br/?p=5418>>. Acesso em 08/05/2018.
- [4] Hangar 33. **A era dos Compósitos na Fabricação das Aeronaves.** Disponível em: <<http://blog.hangar33.com.br/a-era-dos-compositos-na-fabricacao-das-aeronaves/>>. Acesso em 24/04/2018.
- [5] SILVA, André Luis. **Compósito.** Disponível em: <<https://www.infoescola.com/materiais/composito/>>. Acesso em 07/05/2018.
- [6] IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **IPT Participa de Feira sobre Compósitos com Fuselagem de Avião Produzida com Fibra de Carbono.** Disponível em: <http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=1162>. Acesso em 22/04/2018.
- [7] VENSON, Giuliano Gardolinski. **Fuselagem da Aeronave:** estrutura geral, cabine de pilotos, cabine de passageiros, compartimento de carga. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/259311551/09-Fuselagem-da-Aeronave>>. Acesso em 22/04/2018.
- [8] LOHAN, Abid. **Fibra de Carbono:** como é feito e como funciona este material incrível. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/quimica/76017-fibra-carbono-feito-funciona-material-incrivel.htm>>. Acesso em 01/05/2018.
- [9] Engenharia FEG. **Aplicação de Fibra de Carbono na Indústria Aeronáutica.** Disponível em: <<http://engenhariafeg.com.br/2011/seminarios/a2/a2.pdf>>. Acesso em 05/05/2018.
- [10] MACHADO, Jonathan. **Boeing 787:** o avião mais moderno produzido pelo homem. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/aviao/14491-boeing-787-o-aviao-mais-moderno-ja-produzido-pelo-homem.htm>>. Acesso em 05/05/2018.
- [11] Inovação Tecnológica. **NASA apresenta conceitos dos aviões do futuro.** Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=avioes-futuro&id=010170101213>>. Acesso em 09/05/2018.
- [12] Inovação Tecnológica. **Airbus apresenta conceito futurista de avião.** Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=airbus-conceito-futurista-aviao&id=010170110615#.WtYbbYjwbIU>>. Acesso em 09/05/2018.