



**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
LOGÍSTICA AEROPORTUÁRIA**

**RAFAEL RIBEIRO GOMES**

**AVANÇOS ESTRUTURAIS COM MATERIAIS COMPÓSITOS E A LOGÍSTICA  
ESPECIALIZADA DOS SUPER TRANSPORTADORES**

**Guarulhos**

**2025**

**RAFAEL RIBEIRO GOMES**

**AVANÇOS ESTRUTURAIS COM MATERIAIS COMPÓSITOS E A LOGÍSTICA  
ESPECIALIZADA DOS SUPER TRANSPORTADORES**

Trabalho de Graduação  
apresentado ao Curso Superior  
de Tecnologia em Logística  
Aeroportuária como requisito  
parcial para obtenção do Título  
de Tecnólogo em Logística  
Aeroportuária.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup> Andreza  
Santos Feitoza

**Guarulhos**

**2025**

### **Agradecimentos**

Eu agradeço a minha mãe por toda a assistência durante esses três anos, foram muitos altos e baixos nessa saga maluca e ela sempre esteve presente comemorando nos altos e me confortando nos baixos, foi meu alicerce e sempre me socorreu quando eu pendia a cair. Não posso esquecer da minha tia que me ajudou nas partes mais técnicas, revisando trabalhos e compartilhando experiências, devo muito do meu trabalho acadêmico as duas <3.

### **Dedicatória**

Dedico meu trabalho a Rosiléia, minha mãe, que me deu todo suporte durante o desenvolvimento deste trabalho.

**Guarulhos, 12/12/2025**



## AVANÇOS ESTRUTURAIS COM MATERIAIS COMPÓSITOS E A LOGÍSTICA ESPECIALIZADA DOS SUPER TRANSPORTADORES

RAFAEL RIBEIRO GOMES (Fatec Guarulhos)

e-mail: rribeirogomes46@gmail.com

ANDREZA SANTOS FEITOZA (Fatec Guarulhos)

e-mail: andreza.feitoza@fatec.sp.gov.br

### RESUMO

Este trabalho aborda o papel das aeronaves *Airbus Beluga* e *Boeing Dreamlifter* na logística de produção de aeronaves, enfatizando o desenvolvimento e a aplicação de materiais compósitos. O problema investigado é a solução logística eficiente para o transporte de grandes componentes aeronáuticos, fabricados em diferentes localidades, até as linhas de montagem finais. O objetivo geral é analisar como essas aeronaves especializadas otimizam a cadeia de suprimentos e contribuem para a fabricação de aeronaves modernas. A metodologia incluiu uma revisão bibliográfica sobre a evolução dos materiais compósitos e a análise das especificações técnicas e operacionais do *Beluga* e do *Dreamlifter*. Os resultados mostram que a adoção de materiais compósitos, como a fibra de carbono, resultou em aeronaves mais leves e eficientes, enquanto as aeronaves de carga especializadas aumentaram a eficiência logística, reduzindo tempo e custos. Conclui-se que a combinação de materiais compósitos avançados e soluções logísticas inovadoras, como o *Beluga* e o *Dreamlifter*, são essenciais para atender às demandas da indústria aeroespacial, garantindo segurança, eficiência e sustentabilidade na produção de aeronaves.

**Palavras-Chave:** Airbus Beluga XL; Boeing Dreamlifter; logística aeroportuária; Materiais compósitos; Fuselagens de carbono.

## **ABSTRACT**

*This paper addresses the crucial role of Airbus Beluga and Boeing Dreamlifter aircraft in the logistics of aircraft production, emphasizing the development and application of composite materials. The problem investigated is the solution for transporting large aircraft components, manufactured in different locations, to the final assembly lines. The general objective is to analyze how these specialized aircraft optimize the supply chain and contribute to the production of modern aircraft. The methodology included a literature review on the evolution of composite materials and an analysis of the technical specifications and operations of the Beluga and Dreamlifter. The results show that the adoption of composite materials, such as carbon fiber, resulted in lighter and more efficient aircraft, while specialized cargo aircraft increased logistical efficiency, reducing time and costs. It is concluded that the combination of advanced composite materials and innovative logistical solutions, such as the Beluga and Dreamlifter, are essential to meet the demands of the aerospace industry, ensuring safety, efficiency, and sustainability in aircraft production.*

**Keywords:** *Airbus Beluga XL; Boeing Dreamlifter; Airport logistics; Aircraft composite materials; carbon fuselages.*

## **1 INTRODUÇÃO**

O constante crescimento da indústria aeronáutica tem provocado avanços técnicos significativos sobre o quão eficiente uma aeronave pode ser, em todos os sentidos, os materiais compósitos são um desses avanços, eles proporcionam uma redução de peso, custo e prolongam a vida útil dos componentes estruturais da aeronave, conforme Philbert (2022) os principais motivos para o uso de materiais compósitos são a diminuição do peso estrutural enquanto se mantém a capacidade de carga que seja viável economicamente e ambientalmente, além de maiores vantagens nos projetos que visam melhorar a eficiência aerodinâmica, estruturas compósitas também apresentam uma boa estabilidade térmica e são isentas de corrosão (por serem, em parte, plástico) e apresentam maior resistência a fadiga do material. Essas características são essenciais para atender à demanda por aeronaves mais eficientes, tanto em termos de operação quanto de impacto ambiental. A fabricação de materiais compósitos envolve a aquisição de matérias-primas especializadas e a coordenação de processos de produção avançados. Em vista disso, no projeto das novas aeronaves que utilizam os materiais compósitos, *Boeing 787 Dreamliner* e *Airbus A-350*, as empresas sabiam que os transportes por terra ou água não seriam viáveis pois houve a descentralização nas linhas de produção, para suprir essa demanda, foram criadas as aeronaves *Airbus Beluga* e *Boeing Dreamlifter*, aeronaves modificadas especialmente para o transporte de peças estruturais entre unidades das empresas. O *Airbus Beluga* e o *Boeing Dreamlifter* foram projetados especificamente para o transporte de componentes aeronáuticos de grandes dimensões, desempenhando um papel crucial no transporte de peças das aeronaves. Este artigo examina a logística envolvida no

desenvolvimento e uso de materiais compósitos em partes estruturais de aeronaves e a importância das aeronaves *Beluga* e *Dreamlifter* no processo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A logística no desenvolvimento de materiais compósitos para a indústria aeronáutica é um campo em constante evolução, Gebrehiwet (2023) define materiais compósitos como uma fusão de materiais diversos com o objetivo de atingir uma propriedade específica maior que a dos materiais usados na fusão, tendo 5 subdivisões: matriz de polímeros compósitos, matriz metálica compósita, matriz cerâmica compósita, matriz carbono-carbono e matriz híbrida compósita.

Já Philbert (2022) explica que materiais compósitos, como fibra de carbono, têm se tornado mais comuns na fabricação de elementos estruturais em aeronaves devido às suas propriedades superiores de resistência, leveza e durabilidade. Segundo Hiken (2018) o processo para atingir tais propriedades de maneira viável teve seu início em 1960 com pesquisas dirigidas pela *NASA* seguido por projetos militares, porém para atingir a sofisticação das aeronaves de hoje, houve, extensas pesquisas, desenvolvimento de técnicas refinadas, criação de maquinário específico e descentralização das linhas de produção.

Segundo Parveez (2022) como resultado o *787 Dreamliner* tem em seu volume total cerca de 80% de materiais compósitos, o que trouxe mais leveza a aeronave e, por consequência, um modelo mais econômico ao mercado.

A descentralização tornou inviável os transportes de componentes por modais convencionais, devido às linhas de fabricação serem movidas para outros países, com isso as empresas criaram as aeronaves *Airbus Beluga* e o *Boeing Dreamlifter*. O *Airbus Beluga* e o *Boeing Dreamlifter* são aeronaves de transporte de carga especializadas, projetadas para mover componentes aeronáuticos de grandes dimensões entre fábricas e locais de montagem ao redor do mundo. A criação e manutenção dessas aeronaves demandam uma logística avançada, desde a aquisição de matérias-primas até a entrega final dos produtos.

Embora produtos de diferentes empresas, os dois cargueiros seguem o mesmo conceito, uma aeronave super modificada que apresenta uma protuberância oca que é utilizada como porão de cargas.

Este artigo se compõe por meio de uma pesquisa bibliográfica exploratória com o objetivo de identificar a utilização de compósitos na estrutura de aeronaves para diminuir o seu

peso a incluir o aumento da capacidade de voo e seus processos logísticos. As informações obtidas foram complementadas com a utilização de fontes secundárias compostas exclusivamente por autores estrangeiros.

### **3 DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA**

#### **3.1 O Desenvolvimento dos Materiais Compósitos em Aeronaves.**

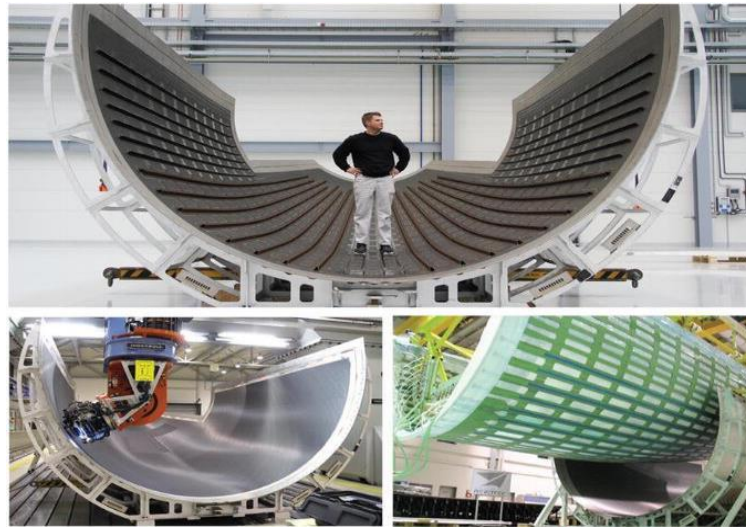
Os pioneiros no desenvolvimento de materiais compósitos de alta performance para aplicações aeroespaciais foram os Estados Unidos, que começaram seus estudos em 1940 com esforços direcionados inicialmente para a aviação militar, contudo apenas pequenas partes como superfícies de comando eram feitas desses materiais. De acordo com Hiken (2018), a *NASA* começou suas pesquisas dedicadas ao desenvolvimento de materiais compósitos para aplicação civil e para projetos espaciais em 1960, e por anos trabalhou junto a acadêmicos e com a indústria aeronáutica para aumentar a segurança e a eficiência de aeronaves e foguetes.

Apenas após os programas *Large Aircraft Composite Fuselage (LACF)*, um projeto militar iniciado em 1980 e *Advanced Composites Technology (ACT)* iniciado em 1990 que as aeronaves começaram a possuir partes da fuselagem feitas de materiais compósitos.

No programa militar *LACF* o bombardeiro furtivo B-2 serviu de grande aprendizado na fabricação de grandes partes da fuselagem feitas de materiais compósitos, onde sua sobrevivência em campo de batalha era essencial, o programa fez grande avanço sobre o entendimento da usabilidade e redução de custo das resinas e fibras.

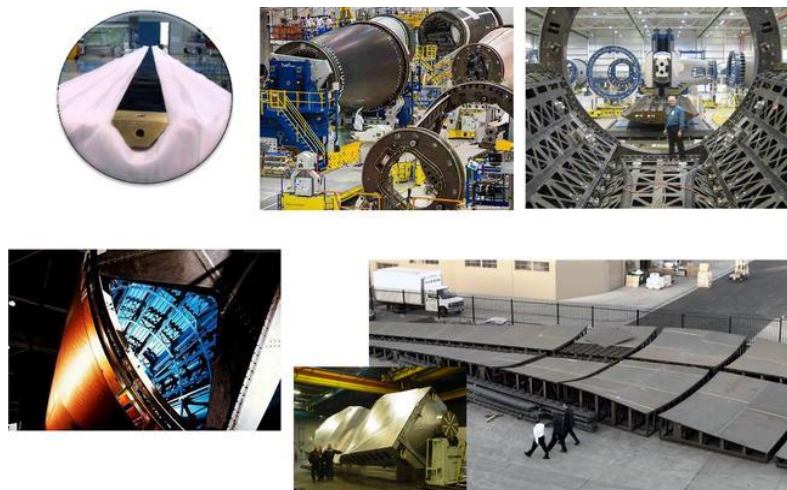
O programa *ACT*, por sua vez, visava reduzir de 30-50% do peso estrutural de aeronaves comerciais utilizando os materiais compósitos ao mesmo passo que reduziria de 20-25% o preço de fabricação, a *Boeing* apoiada pelo projeto *ACT* da *NASA* desenvolveu o programa *Advanced Technology Composite Aircraft Structure (ATCAS)* que visava a produção de aeronaves com fuselagem feita de materiais compósitos (figuras 1 e 2).

Figura 1: Produção da fuselagem do A350



Fonte: (Hiken, 2018)

Figura 2: Fabricação do Boeing 787



Fonte: (Hiken, 2018)

Os materiais compósitos trouxeram aeronaves mais eficientes e leves que consomem menos combustível e tornam a operação expressivamente mais segura ao público geral, além de prolongar a vida útil da aeronave. Com isso, uma nova geração de aeronaves chega ao mercado entre os anos de 2013 e 2015, sendo estes os modelos *Airbus A-350* e *Boeing 787 Dreamliner*, aeronaves *wide body* que são feitas, em sua maioria, de materiais compósitos trazendo novos conhecimentos sobre a utilização de materiais compósitos em fuselagens e outras partes estruturais de aeronaves.

O autor Hiken (2018) reafirma que, atualmente existem diversas aeronaves comerciais mais recentes que incorporaram parte da arquitetura estrutural dos 787 e A350 como os jatinhos da família *Bombardier C Series*, *Mitsubishi's MRJ* e *Comac's C919*, contudo nenhuma dessas aeronaves incorporou uma fuselagem completamente feita de compósitos, ainda sim, existem

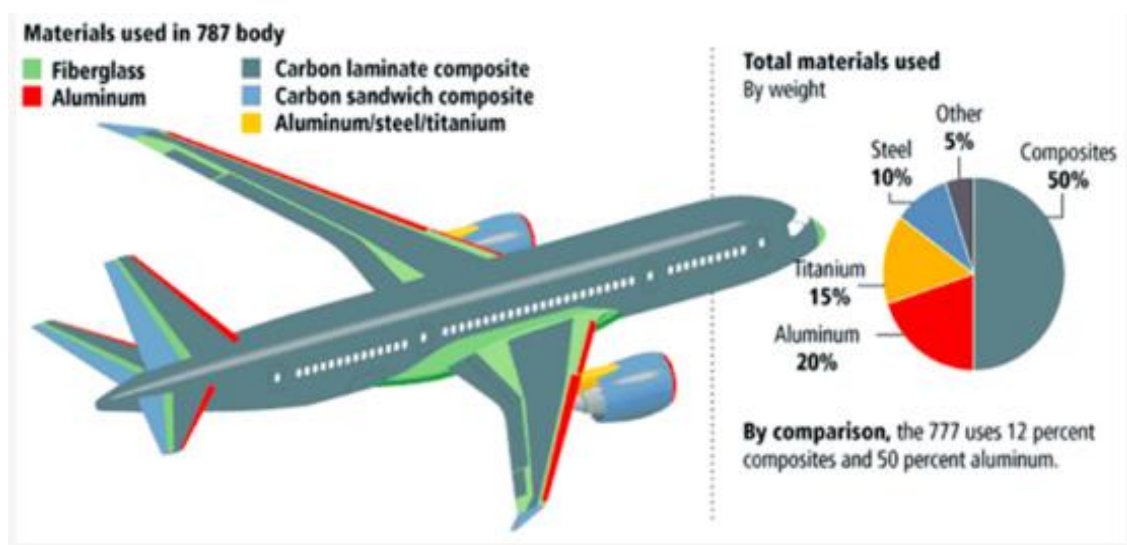
debates sobre como trazer para as próximas gerações de aeronaves a mesma eficiência dos grandes jatos para os aviões de menor porte.

### 3.2 A Composição Técnica dos Aviões

Segundo Parveez (2022) o *Boeing 787 Dreamliner* usa em sua estrutura principal materiais como Carbono laminado, alumínio, titânio e fibra de vidro que em distribuição apresenta: 50% de materiais compósitos, 20% alumínio, 15% titânio, 10% aço e 5% materiais aeronáuticos diversos, alguns dos componentes citados fazem parte das matrizes compósitas tornando a porcentagem real de compósitos consideravelmente maior. Ao todo o *787 Dreamliner* soma em seu volume total cerca de 80% de materiais compósitos.

Uma classe muito sofisticada de compósitos é o Alumínio, especificamente o alumínio de ligas Al ou Al/A, pois estas ligas recebem um sofisticado processo de reforço, esse processo que pode envolver a utilização de certos tipos de cerâmicas e fibras de carbono para aumentar sua rigidez, essa liga é muito versátil já que ela pode ter uma variação de resistência, rigidez e densidade que irá variar conforme as especificações de performance exigidas. A liga de alumínio, que apresenta maior resistência e rigidez, pode operar sob altas temperaturas, tem uma resistência grande a danos e fácil reparabilidade além da vantagem de ser facilmente reciclada em comparação a outros materiais não tão bem reforçados. Os aviões mais modernos como o *787 Dreamliner* e o *A350* utilizam uma boa quantidade dessa liga em certos pontos da estrutura destacados em vermelho na figura 3.

Figura 3: Distribuição Geral de Componentes do *Boeing 787*



Fonte: Parveez (2022)

A liga de titânio é outro material estrutural utilizado, principalmente, por sua habilidade

excepcional de resistência a temperaturas extremas sendo amplamente usado na aviação, marinha e até na indústria automobilística. Esse material é utilizado na indústria aeronáutica em partes onde as temperaturas são superiores como nos escapamentos de gases, principalmente em caças de combate que possuem *afterburner*, ação que injeta combustível extra diretamente na saída de gás comprimido, em alta pressão e extremo calor gerado pela combustão no motor da aeronave, fazendo assim com que haja uma pós-combustão criando uma segunda expansão do ar que gera mais propulsão à aeronave. Apesar de ser um material consideravelmente pesado para uma operação aérea, existiu uma aeronave que era feita com esse material, o *SR-71 Blackbird* (figura 4) foi um avião militar de reconhecimento que atingia velocidades superiores aos dos mísseis, que não conseguiam alcançá-lo, segundo dados da *Lockheed Martin*, a fabricante do modelo, a velocidade de cruzeiro chegava a *Mach 3.2*, velocidade superior à do som, que corresponde a aproximadamente 3.540 km/h, e com teto operacional de 25.900 metros do solo, essa velocidade aquecia a superfície da fuselagem que ocorria devido ao atrito com o ar e atingia temperaturas de aproximadamente 537,7 °C.

Figura 4: *Blackbird* avião supersônico



Fonte: Lockheed Martin, 2020

### 3.3 Maquinário de Produção de Materiais Compósitos

Hiken (2018) afirma que com os processos de desenvolvimento de fuselagens compósitas em avanço, ficou evidente que um novo tipo de conjunto de ferramentas e novos maquinários deveriam ser desenvolvidos para dar o suporte adequado aos novos processos de fabricação. A fabricação de fuselagens largas requeria um processo logístico mais robusto e

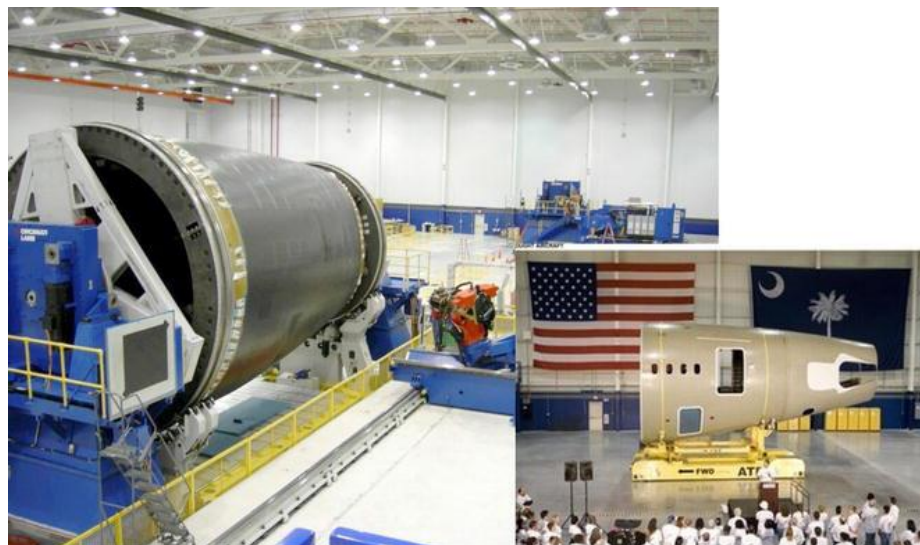
especializado, as aeronaves eram grandes e necessitavam de máquinas de proporções equivalentes, além de processos a lasers refinados, processos que tornaram a capacidade de fabricação de fuselagens compósitas de hoje em dia possível. As figuras 5 e 6 mostram os conjuntos de maquinários feitos para auxiliar no desenvolvimento dos materiais compósitos.

Figura 5: Maquinário usado pela *Boeing*



Fonte: (Hiken, 2018)

Figura 6: Maquinário de fabricação da *Boeing*



Fonte: (Hiken, 2018)

### 3.4 Controle de Qualidade e Avaliação não Destrutiva em Estruturas Compósitas

O uso de materiais compósitos em aplicações de alto desempenho exige a capacidade de identificar e, em última análise, eliminar defeitos estruturais que ocorrem durante a

fabricação, montagem, serviço ou manutenção. O campo da avaliação não destrutiva (*Nondestructive Evaluation* - NDE) se desenvolveu e evoluiu em paralelo ao crescimento das aplicações de estruturas compósitas. Esta tecnologia é impulsionada pela demanda do mercado e pela necessidade de garantir a integridade das estruturas.

A NDE de compósitos é uma tecnologia consolidada que tem sido utilizada com sucesso por muitos anos, contudo, as estruturas compósitas cresceram em escala e complexidade. Métodos e tecnologias de testes não destrutivos novos e aprimorados foram necessários para melhorar as capacidades de detecção, atender às crescentes necessidades de inspeção e abordar os requisitos futuros de inspeção não destrutiva. Os métodos de NDE atualmente usados em aplicações aeroespaciais abrangem uma ampla gama de tecnologias, desde o simples teste de toque até sistemas totalmente automatizados e computadorizados que podem inspecionar peças de grande dimensão. Projetos como os das aeronaves A-350 e *Boeing 787* necessitam de um rigoroso controle de qualidade que assegure o mínimo de defeitos possíveis na fabricação, manutenção e operação, garantindo a segurança e eficiência das estruturas compósitas utilizadas.

### **3.5 Necessidade de Transportadores Especializados**

Existe uma peculiar e complexa logística envolvendo essas cargas especiais, elas extrapolam os limites de uma carga convencional, um exemplo foi a operação “*Itinéraire à Grand Gabarit*” ou “Itinerário de Grande Gabarito” uma operação especialmente desenvolvida para o transporte na linha de montagem do atual maior avião de passageiros do mundo, o *Airbus A380*, nessa operação as peças chegavam a medir 14 metros de altura, 8 de largura e 50 de comprimento tornando a operação aérea inviável, a operação envolvia diversos comboios de caminhões e barcos que levavam as empenagens, seções de fuselagem e asas por rotas intra-europeias. Por conta da complexidade da operação, além de permissões especiais para a operação do comboio, mudanças nas estradas também tiveram que ser feitas para comportar melhor as cargas especiais, e um dos pontos-chaves dessa operação foi sua natureza noturna que diminuía os impactos no trânsito das regiões onde a carga passava CNET (2017).

No projeto das novas aeronaves, as empresas sabiam que os transportes por terra ou água não seriam viáveis, para suprir essa demanda foram utilizadas as aeronaves *Airbus Beluga* e *Boeing Dreamlifter*, aeronaves modificadas especialmente para o transporte de peças estruturais entre unidades das empresas.

A *Airbus*, em 1970, utilizava o modal rodoviário para fazer o transporte, porém com o

crescimento da empresa em 1972 a fabricante adquiriu os direitos de modificação dos *Boeing Stratocruisers* e super modificou quatro das aeronaves para suprir a demanda na produção de suas novas aeronaves A300, apelidado de “*Super Guppy*” a variante carregava partes de aeronaves *Airbus* para as linhas de montagens finais, devido ao fato dos “*Super Guppies*” serem aeronaves *Boeing* era comum as brincadeiras dizerem que todo *Airbus* tinha seu primeiro voo em um *Boeing* (figura 7).

Figura 7: *Super Guppy*



Fonte: *Simple Flying*, 2022

Conforme dito por Hiken (2018) atualmente quem voa entre as unidades da empresa é outra aeronave modificada pela *Airbus*, porém, dessa vez essa aeronave trata-se de um A330-200F da própria fabricante que recebeu o nome *Airbus Beluga XL*, essa aeronave foi desenvolvida para o transporte mais eficiente das partes do A350. O *Beluga XL* é uma variante maior do *Beluga* original que era baseado no *Airbus A300-600ST*, sendo o *ST* uma designação para *Super Transporter* porém o apelido *Beluga*, uma espécie de baleia, ficou mais conhecido que o nome original e acabou sendo adotado pela empresa como nome oficial. A modificação acabou por ser necessária por conta da capacidade de carga do primeiro *Beluga*, que conseguia carregar apenas uma asa do A350, enquanto o *Beluga XL* pode carregar até duas asas de maneira simultânea (figura 8).

Figura 8: *Beluga XL* carregando duas asas do A350.



Fonte: *Daily Post*, 2019

Quando a *Boeing* deu início na produção do 787 acabou por descentralizar suas linhas de produção que eram próximas entre si, podendo ser feita a movimentação dos materiais de produção por trem ou rodovia, e com a descentralização a distância entre suas fábricas acabou por inviabilizar os transportes por terra e, obviamente, água. Para dar suporte a essa produção a *Boeing* modificou quatro de seus 747-400 *Freighter* para o transporte das seções das fuselagens do 787, a aeronave foi apelidada de *Dreamlifter* em homenagem ao 787 *Dreamliner* e suas modificações seguiram o mesmo conceito do *Beluga*, uma protuberância superior oca que serviria como porão de cargas (figura 9). Por conta da distância entre as fábricas, o *Dreamlifter* tem uma autonomia maior que o *Beluga*.

Figura 9: *Dreamlifter* com sua porta de carga operante.



Fonte: *The Mainichi*, 2022

Essas aeronaves desempenham um papel vital na cadeia de suprimentos das fabricantes que ganham tempo no transporte, carregam grandes volumes e fazem o porta-a-porta entre as instalações das empresas, também são aeronaves de uso exclusivo e sempre estão disponíveis para atender as demandas de voos das fabricantes. Com essas aeronaves os transportes se tornam menos custosos, perigosos, complicados e mais seguros, que são qualidades essenciais para suprir a demanda global que exige o mercado aeronáutico.

A *Airbus* com o *Beluga XL* ganhou uma capacidade de carga de 30% além de ter uma autonomia de 4.000 km podendo viajar em rotas intra-europeias, conectando centros de produção em países como França, Alemanha, Reino Unido e Espanha. Sua carga paga máxima, sendo 51 toneladas, permite a movimentação de materiais volumosos como as asas do A350, aeronave na qual a *Beluga XL* é especializada na movimentação. Essas aeronaves possibilitam aproximadamente 400 voos mensais levando seções de fuselagens, empenagens, painéis eletrônicos, asas e estabilizadores verticais.

A *Boeing* se viu obrigada a superar as barreiras físicas de distância entre suas fábricas e, analisando a solução da *Airbus*, decidiu fazer sua própria versão de um super transportador. A empresa adquiriu quatro 747-400 aposentados das empresas aéreas, sendo um da *Air China*, dois da *China Airlines*, e um da *Malaysia Airlines*, e começou suas modificações em 2005 e em 2007 recebeu a autorização da *FAA* (órgão estadunidense responsável pela administração aeronáutica) para poder voar os 747 novamente, afirma Park (2021). Essa aeronave pode carregar cerca de 113 toneladas com uma autonomia suficiente para cruzar o oceano.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os materiais compósitos utilizados na estrutura das aeronaves, como fibra de carbono e ligas de alumínio e titânio, são selecionados por suas propriedades específicas de resistência e leveza. A liga de alumínio, reforçada com cerâmicas e fibras de carbono, proporciona alta rigidez e resistência, enquanto o titânio é essencial para partes sujeitas a altas temperaturas.

Os materiais compósitos oferecem vantagens como maior resistência, menor peso e maior eficiência de combustível. Aeronaves modernas, como o *Boeing 787 Dreamliner*, são compostas por 50% de materiais compósitos, resultando em operações mais seguras e econômicas. A introdução de aeronaves como o *Airbus A350* e o *Dreamliner* marcou o início de uma nova era na aviação, com uma maior utilização de compósitos que prolongam a vida útil das aeronaves e reduzem o consumo de combustível.

A produção de aeronaves exige uma logística sofisticada, com partes fabricadas em diferentes países e transportadas para unidades de montagem final. As aeronaves *Airbus Beluga* e *Boeing Dreamlifter* foram desenvolvidas para otimizar essa logística, transportando grandes componentes de forma eficiente entre as unidades de produção. Essas aeronaves especializadas desempenham um papel importante na cadeia de suprimentos das fabricantes de aeronaves, oferecendo transporte rápido e seguro de componentes críticos. O *Airbus Beluga XL* pode realizar cerca de 400 voos mensais, enquanto o *Boeing Dreamlifter* suporta a produção descentralizada do *787 Dreamliner*. A facilidade trazida por essas aeronaves resultou em ganhos significativos de tempo e custo, tornando o processo de produção de aeronaves mais eficiente e integrado.

O transporte da *Airbus*, originalmente, era uma modificação dos *Boeings Stratocruisers*, mas a necessidade de maior eficiência levou ao desenvolvimento do *Airbus Beluga*, uma aeronave derivada do *Airbus A300-600*. O *Beluga XL*, a versão mais recente, pode transportar até 51 toneladas e tem uma autonomia de 4.000 km, permitindo o transporte de componentes volumosos como as asas do A350 entre centros de produção na Europa.

O *Boeing Dreamlifter* suporta a produção do *787 Dreamliner*, com quatro *747-400 Freighters*, fazendo parte da equipe *Dreamlifter*, que pode transportar até 113 toneladas com autonomia suficiente para voos intercontinentais. Este super transportador permite a entrega eficiente de seções de fuselagens e outros componentes entre fábricas localizadas na Coreia, Itália, Japão e Estados Unidos.

A introdução e o desenvolvimento de aeronaves como o *Airbus Beluga* e o *Boeing Dreamlifter* vem tornando o processo de produção de aeronaves mais eficiente e integrado, permitindo a fabricação de modelos mais eficientes e seguros. A logística aprimorada e o controle de qualidade rigoroso garantem que as novas gerações de aeronaves atendam às demandas do mercado global, mantendo altos padrões de desempenho e sustentabilidade.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa amplia o conhecimento sobre o uso de materiais compósitos e o desenvolvimento de aeronaves especializadas como o *Airbus Beluga* e o *Boeing Dreamlifter* têm feito mudanças na indústria aeroespacial, trazendo avanços em eficiência, segurança e sustentabilidade. A transição para materiais compósitos como a fibra de carbono permitiu a criação de aeronaves mais leves, com melhor desempenho de combustível e uma vida útil prolongada. A introdução de modelos como o *Boeing 787 Dreamliner* e o *Airbus A350*

exemplifica esses benefícios, estabelecendo novos padrões na aviação comercial.

A necessidade de uma logística eficiente para o transporte de grandes componentes aeronáuticos entre fábricas espalhadas globalmente levou à criação das aeronaves de carga especializadas, como o *Beluga* e o *Dreamlifter*. Estas aeronaves desempenham um papel essencial na cadeia de suprimentos das maiores fabricantes de aeronaves do mundo, assegurando a entrega rápida e segura de componentes críticos. A capacidade do *Beluga XL* de transportar duas asas do A350 simultaneamente e a autonomia do *Dreamlifter* para voos intercontinentais são exemplos de como essas soluções atendem às complexas demandas logísticas da indústria.

Esta pesquisa se limitou a autores estrangeiros por conta da natureza operacional dos super transportadores, que se encontram espalhados pelo mundo, impossibilitando identificar autores nacionais que expunham o caso com riqueza de detalhes, com isso, o autor recomenda um estudo de caso ou desenvolvimento de um projeto com base em operações de empresas nacionais no ramo aeronáutico.

## 6 REFERÊNCIAS

- AIRBUS. **BelugaXL New Generation Outsized Cargo Transport**. Disponível em: <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/freighters/belugaxl>. Acesso em: 21 maio 2024.
- CNET. **Following an A380 through rural France**. Disponível em: <https://www.cnet.com/pictures/following-an-a380-through-rural-france/>. Acesso em: 28 abr 2025.
- DAILY POST, **Watch Beluga XL 'whale in the sky' swallow an A350 plane wing**. Disponível em: <https://www.dailypost.co.uk/business/business-news/watch-beluga-xl-whale-sky-15849721>. Acesso em: 18 out 2024.
- GEBREHIWET, Abate, et al. **Application of Composite Materials in Aerospace & Automotive Industry:Review**. Disponível em:[https://www.researchgate.net/profile/Lijalem-Gebrehiwet/publication/369201797\\_Application\\_Of\\_Composite\\_Materials\\_In\\_Aerospace\\_Automotive\\_IndustryReview/links/64100c3292cfd54f84fb4197/Application-Of-Composite-Materials-In-Aerospace-Automotive-IndustryReview.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lijalem-Gebrehiwet/publication/369201797_Application_Of_Composite_Materials_In_Aerospace_Automotive_IndustryReview/links/64100c3292cfd54f84fb4197/Application-Of-Composite-Materials-In-Aerospace-Automotive-IndustryReview.pdf). Acesso em: 10 maio 2025.
- HIKEN, Alan. **The evolution of the composite fuselage: A manufacturing perspective**. *Aerospace Engineering*, pp. 1-30, 2018. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/64957>. Acesso em: 8 maio 2024.
- LOCKHEED MARTIN. **Creating the Blackbird**. Disponível em: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/features/history/blackbird.html>. Acesso em: 20 maio 2024.
- PARVEEZ, Bisma et al. **Scientific advancements in composite materials for aircraft applications: a review**. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/22/5007>. Acesso em: 8 maio 2024.
- PARK, So Young Michelle. **Reliability Analysis of Boeing's Dreamlifter Large Cargo Freighter**. 2021. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/139405/park-mpark15-mba-mgt-2021-thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 22 Maio. 2024.
- PHILIBERT, Marilyne, et al. **Lamb waves-based technologies for structural health monitoring of composite structures for aircraft applications**. 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26889277.2022.2094839>. Acesso em: 21 out 2024.
- SIMPLE FLYING. **The Beluga's Predecessor: Own Part of an Airbus Super Guppy**. 2022. Disponível em: <https://simpleflying.com/own-airbus-super-guppy/> Acesso em: 18 out. 2024.
- THE MAINICHI. **In Photos: Boeing's massive Dreamlifter cargo plane, inside and out**. 2020. Disponível em: <https://mainichi.jp/english/graphs/20200213/hpe/00m/0na/001000g/20200213hpe00m0na005000q>. Acesso em: 18 out. 2024.
- ZHANG, Yanjun et al. **Study on health monitoring and fatigue life prediction of aircraft structures**. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/23/8606>. Acesso em: 8 Maio. 2024.

