

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AERONÁUTICAS



**GESTÃO DA NOVA ESTRUTURA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS, UM PROJETO
DE INOVAÇÃO ABERTA DO BOEING 787 DREAMLINER**

BRENDA RODRIGUES ANDRADE

GOIÂNIA

2023

BRENDA RODRIGUES ANDRADE

**GESTÃO DA NOVA ESTRUTURA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS, UM PROJETO
DE INOVAÇÃO ABERTA DO BOEING 787 DREAMLINER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Politécnica e de Artes, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Orientadora:

Profª Esp. Tammyse Araújo da Silva

Banca examinadora

Prof. Me. Raul Francé Monteiro

Prof. Esp. William de Carvalho Xavier

GOIÂNIA

2023

BRENDA RODRIGUES ANDRADE

**GESTÃO DA NOVA ESTRUTURA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS, UM PROJETO
DE INOVAÇÃO ABERTA DO BOEING 787 DREAMLINER**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, em sua forma final, pela Escola Politécnica e de Artes, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas, em 15/6/2023.

Orientadora: Prof.^a Esp. Tammyse Araújo da Silva

Prof. Me. Raul Francé Monteiro

Prof. Esp. William de Carvalho Xavier

GOIÂNIA
2023

GESTÃO DA NOVA ESTRUTURA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS, UM PROJETO DE INOVAÇÃO ABERTA DO BOEING 787 DREAMLINER

MANAGEMENT OF THE NEW SUPPLY CHAIN STRUCTURE, AN OPEN INNOVATION PROJECT FOR THE BOEING 787 DREAMLINER

Brenda Rodrigues Andrade¹

Tammyse Araújo da Silva²

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo identificar e analisar a gestão de crises e de processos nas inovações integradas pela Boeing no projeto da aeronave B787 *Dreamliner*. A metodologia utilizada foi de abordagem qualitativa, de natureza básica e descritiva, baseada em procedimentos bibliográficos, documentais e estudo de caso. Buscou-se identificar como as dificuldades enfrentadas no projeto da aeronave foram superadas. A importância da inovação na indústria aeronáutica foi destacada; e o desenvolvimento do Boeing 787 *Dreamliner* apresentado como exemplo de estratégia bem-sucedida de investimento em pesquisa e desenvolvimento. Conclui-se que a inovação é fundamental para a sobrevivência e o sucesso das empresas, especialmente, em setores competitivos como a indústria aeronáutica, e que a adoção de estratégias inovadoras pode trazer desafios, mas também benefícios significativos. A análise do estudo de caso permitiu constatar que a Boeing enfrentou dificuldades no desenvolvimento do *Dreamliner*, mas conseguiu superá-las, por meio de uma abordagem estratégica e inovadora que incluiu a terceirização de partes da fabricação e a introdução de novas tecnologias e práticas de gestão. O estudo aponta para a importância de se ter uma visão clara dos objetivos a serem alcançados pelas empresas, de modo geral, e uma abordagem estratégica para inovar, considerando, cuidadosamente, os benefícios e riscos envolvidos.

Palavras-chave: Boeing 787 *Dreamliner*; Inovação; Cadeia de Suprimentos.

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze crisis and process management in Boeing's integrated innovations for the B787 Dreamliner aircraft project. A qualitative and descriptive methodology was adopted, utilizing bibliographic procedures, documentary research and a case study. The study sought to determine if the difficulties encountered in the aircraft project

¹ Graduanda em Ciências Aeronáuticas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás; Bolsista PIBIC/CNPq no projeto de iniciação científica Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação com o tema "A inovação de ruptura e a inovação incremental: os casos do Boeing 787 *Dreamliner* e do Boeing 737 MAX". Formada no Curso Básico AVSEC, com certificação de Agente de Proteção de Aviação Civil (APAC) pela ANAC. Endereço eletrônico: brendaandrade22@outlook.com.

² Especialista em Docência Universitária pela Universidade Católica de Goiás. Graduada em Ciências Aeronáuticas pela UnisulVirtual. Professora da Escola Politécnica no curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. EC-PREV pelo CENIPA. Credenciada no SGSO pela ANAC e pela Infraero. Endereço eletrônico: tammyse@hotmail.com/tammyse@pucgoias.edu.br.

were effectively resolved. The significance of innovation in the aerospace industry was emphasized with the Boeing 787 Dreamliner serving as a successful example of research and development investment strategy. It can be concluded that innovation is crucial for the survival and success of companies, particularly in competitive sectors like aerospace, and that adopting innovative strategies brings both challenges and significant benefits. The analysis of the case study revealed that Boeing faced difficulties during the Dreamliner's development, but successfully overcame them through strategic and innovative approaches, including outsourcing manufacturing processes, introducing innovative technologies, and implementing modern management practices. The study reinforces the importance of companies having a sharp vision of their objectives and adopting a strategic approach to innovation, taking into careful consideration the associated risks and advantages.

Keywords: Boeing 787 Dreamliner; Innovation; Supply Chain.

1 INTRODUÇÃO

O projeto do Boeing 787 *Dreamliner* trouxe inovações significativas no processo de fabricação de aeronaves da americana Boeing, que inclui uma nova estrutura de cadeia de suprimentos. No entanto, a implementação dessas mudanças apresentou desafios que afetaram, principalmente, os custos iniciais, a precisão e a fluidez na comunicação entre parceiros estratégicos e, conseqüentemente, o tempo de conclusão do projeto. Considerando esse fato, o objetivo deste estudo é estabelecer um panorama da gestão de crises e projetos nas inovações integradas pela Boeing no projeto do B787 *Dreamliner* com o intuito de constatar se e como as dificuldades enfrentadas no programa foram superadas.

Esta compreensão pode ser valiosa para outras empresas que desejam adotar uma estratégia de inovação aberta e melhorar sua cadeia de suprimentos, além de permitir que evitem erros semelhantes e tenham sucesso em seus projetos. Além disso, é importante destacar que a implementação bem-sucedida de uma nova cadeia de suprimentos pode trazer benefícios significativos, como: redução de custos, aumento da eficiência e melhoria na satisfação do cliente.

Optou-se pela pesquisa bibliográfica para atender aos objetivos estabelecidos, com a busca de artigos indexados acerca de inovação aberta, inovação, Boeing 787 *Dreamliner* e cadeia de suprimentos. A amostra científica selecionada para este estudo foi composta por artigos completos, disponíveis em português, inglês e espanhol, publicados entre janeiro de 2000 e abril de 2023. À vista disso, são fontes adotadas na pesquisa os periódicos CAPES, Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e documentos extraídos da Boeing. A metodologia utilizada para analisar e interpretar os resultados da pesquisa

bibliográfica se baseou em uma abordagem qualitativa e em procedimentos bibliográficos, documentais e estudo de caso. O estudo é, assim, de natureza básica e descritiva.

Estruturalmente, o texto é organizado em quatro seções. A primeira faz uma revisão teórica a respeito de inovação e cadeia de suprimentos. A segunda destaca o método de pesquisa adotado, para, em seguida, na terceira seção, discorrer-se acerca dos resultados, cujas perspectivas são as inovações relacionadas ao B787 *Dreamliner* e seus desafios de fabricação, aprendizados e potencialidades. Por fim, as conclusões são tecidas.

2 REVISÃO TEÓRICA

A palavra “inovar” tem sua origem etimológica do latim *innovare* e significa “[...] mudar ou alterar as coisas, introduzindo novidades” (SALGADO; ESPÍNDOLA, 1994, p. 5 — tradução nossa). O precursor dos conceitos referentes ao termo “inovação” foi Joseph Schumpeter que, em 1911, o apresentou em sua obra “A Teoria do Desenvolvimento Econômico”. Para esse autor, tais conceitos repercutem no campo da destruição criativa, do empreendedor inovador e dos tipos de inovação (radicais e incrementais) (COSTA, 2006).

As inovações são precedidas de invenções, entretanto, nem todas as invenções são sucedidas de uma inovação. Isso fica evidente, ao se diferenciar a concepção de ambas. Van de Ven *et al.* (1999 apud VICENTI; MACHADO, 2010) entendem a invenção como a criação de uma nova ideia, ao passo que a inovação é considerada um processo mais abrangente, que exige o desenvolvimento e a implementação dessa ideia anteriormente criada. Por volta da década de 1940, Schumpeter afirmou que os líderes de um setor estão sempre suscetíveis à constante e inevitável “tempestade da destruição criativa”. Essa tempestade revoluciona o setor, ao eliminar o que está obsoleto e implementar o que é mais inovador e cobiçado (MCGRATH, 2020).

A classificação das inovações, que compreende as inovações radicais e incrementais, faz referência ao grau de novidades decorrentes da inovação na organização (SOUZA, 2014). Entende-se por inovações radicais aquelas relacionadas à introdução de um novo bem de consumo no mercado, ao surgimento de um método inédito de produção ou transporte, à conquista da abertura de um mercado diferente, à geração de uma nova fonte de matéria-prima e/ou à mudança na organização ou em seu processo de gestão. Já as inovações incrementais consistem em pequenas mudanças e modificações em produtos e tecnologias já existentes (RITALA; HURMELINNA-LAUKKANEN, 2012).

A evolução da integração da inovação organizacional inclui o estudo de modelos e práticas de gestão voltadas para a inovação e a consideração de um universo estendido que sai do ambiente interno da firma e se organiza, de forma aberta, e formam novas redes de informação e criação. A inovação aberta, modelo desenvolvido por Henry Chesbrough, em 2006, é a interação entre empresas, academia e consumidores em dinâmicas de cocriação (SANTOS; FAZION; MEROE, 2011).

Para além disso, de acordo com Chesbrough (2006 *apud* SANTOS; FAZION; MEROE, 2011), o processo de inovação inclui não apenas o conhecimento adquirido pelas universidades e outras organizações parceiras, mas também o conhecimento de mercados obtido por meio de consumidores, fornecedores e canais de distribuição. O autor também destacou que a criatividade e a inovação são exigências constantes no ambiente empresarial.

Isso porque a adoção da estrutura de rede para troca de informações em pesquisa e desenvolvimento (P&D) se baseia no estabelecimento de parcerias e alianças estratégicas com outras organizações e agentes necessários para que a empresa possa atender e/ou antecipar as necessidades de seus clientes, de acordo com o segmento em que está inserida (SANTOS; FAZION; MEROE, 2011).

Ainda na visão de Chesbrough (2006 *apud* SANTOS; FAZION; MEROE, 2011), a economia em constante mudança, a rápida evolução da inovação e a crescente competição entre as empresas levam-nas a tomar medidas constantes para garantir sua posição no mercado, independentemente de serem líderes ou não. Esse modelo é conhecido como “inovação aberta”. Além disso, o autor introduz os termos “conexão e desenvolvimento” como uma expansão da tradicional ideia de “pesquisa e desenvolvimento”, que amplia o âmbito da inovação para além das organizações e suas tecnologias.

No âmbito da indústria aeronáutica, todo esse processo de inovar é, especialmente, complexo, uma vez que ela possui uma intrincada cadeia de fornecedores, o que propicia o aumento de riscos durante as transições entre ciclos tecnológicos, pois a fabricação de aeronaves envolve uma variedade de componentes. É necessário que os projetos, assim, englobem todos os elos da cadeia e mantenha a harmonia entre as etapas de produção. Por exemplo, ao desenvolver uma nova fuselagem, com melhor aerodinâmica, fornecida por determinado provedor, podem ser necessários materiais, componentes e sistemas complementares ajustáveis a essa mudança, desenvolvidos por outro fornecedor. Tudo isso requer tomadas de decisões estratégicas, tais como implementar uma inovação radical ou concentrar seus esforços em uma incremental (GOMES; SANTOS; SILVA, 2014).

Segundo os mesmos autores, essas empresas devem, portanto, conhecer os possíveis cenários, além de analisar as vantagens e os riscos existentes. Devido ao papel significativo da pesquisa, desenvolvimento e inovação (PDI), em termos estratégicos no âmbito da indústria aeronáutica, esta precisa comprometer parcelas cada vez maiores do seu capital com o investimento em estudos de novas tecnologias, que vão desde o desenvolvimento de motores mais eficientes até a obtenção de novos materiais, mais leves e resistentes (GOMES; SANTOS; SILVA, 2014).

Nesse sentido, a Boeing, imbuída da necessidade de promover o desenvolvimento de novas tecnologias em suas aeronaves, aderiu à implementação das inovações radical, incremental e aberta, não somente em relação à concepção do B787 *Dreamliner* (motores e materiais) mas também no que diz respeito aos seus processos logísticos, conhecidos como cadeia de suprimentos, acerca da qual se discorre a seguir.

2.1 PANORAMA GERAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

De acordo com Didonet *et al.* (2016), a origem da palavra “logística” remonta à Segunda Guerra Mundial, quando era usada para descrever a coordenação e movimentação de tropas, armas e munições para locais estratégicos. O termo vem do verbo francês *loger*, que significa alojar. Christopher (2008) define a logística como um processo estratégico que envolve a gestão, movimentação e armazenamento de materiais, peças e produtos acabados, bem como o fluxo de informações e seus canais de *marketing*. O objetivo da logística é maximizar a lucratividade presente e futura, a fim de atender aos pedidos a um custo baixo.

A logística é vista como um elemento crucial para se alcançar economias significativas e reforçar a competitividade das empresas. Didonet *et al.* (2016) afirmam que, cada vez mais, empresas têm adotado estratégias logísticas globais, com instalações de manufatura, montagem e distribuição localizadas em diferentes países. Essa tendência se deve à lógica da empresa global, que busca expandir seus mercados e reduzir custos, por meio de economias de escala nas compras e na produção, bem como de operações com enfoque em manufatura ou montagem (CHRISTOPHER, 2008).

A fase moderna da logística é caracterizada pela coordenação dos agentes da cadeia em parcerias, que buscam agregar valor ao produto entregue ao cliente. Madeira (2011) destaca que essa fase é conhecida por diversos termos, como: cadeia logística, cadeia de suprimentos, *supply chain* ou logística integrada.

Aitken (1988), citado por Christopher (2008), define a cadeia de suprimentos como uma rede de organizações interdependentes, que trabalham, conjuntamente, em cooperação mútua para controlar, gerenciar e aperfeiçoar o fluxo de matérias-primas e informações dos fornecedores até os clientes finais. Dito de outro modo, a cadeia de suprimentos é uma rede de organizações conectadas que atuam juntas para criar valor ao cliente final.

Vale ressaltar, ainda, que as empresas globais têm optado pela produção e distribuição global e pela terceirização internacional. A lógica dessas empresas é expandir mercados e reduzir custos por meio de economias de escala e operações de fabricação e/ou montagem. Entretanto, embora a globalização tenha vantagens, ela também traz desafios. O mercado global é heterogêneo, e ajustes de tradução são necessários para muitas categorias de produtos. Além disso, a logística complexa das cadeias de suprimentos globais pode levar a custos mais altos e a prazos de entrega mais longos, caso não seja altamente coordenada (CHRISTOPHER, 2008).

Cabe observar que, segundo Didonet *et al.* (2016), desafios logísticos globais, como a necessidade de ajustes locais em muitas categorias de produtos e a complexidade logística das cadeias globais, demandam alto grau de coordenação dos fluxos logísticos. A gestão das informações logísticas também é importante, pois exige uma visão ampla de toda a cadeia para evitar a dependência de estoques. Deve haver fluxo de informações suficiente para coordenar a operação de materiais, peças, subconjuntos e produtos acabados e, assim, possibilitar um serviço econômico, complementam os autores.

A logística, portanto, baseia-se na integração dos processos da cadeia de suprimentos visando à redução de custos e agregação de valor ao consumidor final. Essa abordagem pertence à teoria dos sistemas, na qual seus subsistemas, considerados como os processos que formam as atividades da cadeia de suprimentos, interagem entre si. Para a fluidez das atividades logísticas, estas são divididas em três fases: abastecimento, produção e logística. Cada uma delas envolve diversas atividades que podem ser agrupadas em módulos específicos, como subsistemas de transporte, processamento de pedidos e armazenamento. Além disso, é fundamental avaliar todo esse processo do desempenho logístico, por meio de métricas como: frequência e valor de falha, número de pedidos perfeitos e custo de mão de obra por funcionário (MADEIRA, 2011).

Considerando o desempenho logístico, vale ressaltar que, segundo Madeira (2011), os gestores das organizações devem definir a estratégia de abastecimento dos materiais que compõem o processo produtivo. De modo mais específico, o autor pontua que escolher a estratégia de abastecimento adequada para uma empresa, considerando a alternativa de produzir

internamente (verticalização) ou comprar de terceiros (horizontalização), pode representar uma vantagem competitiva significativa.

Assim, a verticalização envolve a produção interna de materiais necessários aos principais processos produtivos da empresa, enquanto a horizontalização envolve a aquisição de itens de terceiros. Certamente, a estratégia de verticalização proporciona independência de terceiros, mas exige um investimento financeiro significativo por parte da empresa. A horizontalização, por outro lado, aumenta a flexibilidade e a eficiência, mas resulta em perda de lucro, que será destinada aos fornecedores; e perda de controle técnico do processo. A decisão a respeito de qual estratégia adotar deve ser baseada nos objetivos e recursos da empresa (MADEIRA, 2011).

A esse respeito, o gerenciamento da cadeia de suprimentos é um processo estratégico, que abrange todas as atividades logísticas, desde a compra de matérias-primas até a entrega do produto acabado aos usuários finais. Para garantir boas negociações, as empresas devem, ainda, desenvolver relacionamentos próximos com seus fornecedores. Também é importante monitorar o fluxo de informações e o desempenho de cada colaborador da cadeia interna, além de avaliar, de forma abrangente, cada etapa da cadeia produtiva, desde a compra da matéria-prima até o produto finalizado (SILVA, 2013).

Desse modo, as empresas buscam construir parcerias com fornecedores para benefício mútuo, e não próprio. A presença do gestor durante as negociações é fundamental para capacitar, respeitar e fortalecer o poder de negociação, principalmente, em grandes corporações. E para que um gestor seja eficaz, é importante conhecer e gerir todo o processo logístico, desde o fornecedor até ao utilizador final, em um ambiente cada vez mais exigente e competitivo (SILVA, 2013).

3 MÉTODO

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa, de natureza básica, com objetivos descritivos, e que utiliza procedimentos bibliográficos, documentais e de estudo de caso. Prodanov e Freitas (2013) definem a pesquisa bibliográfica como aquela baseada em material publicado (livros e revistas), ao passo que a documental abrange fontes que podem ser reformuladas, conforme o objetivo da pesquisa. Além disso, os mesmos autores entendem o estudo de caso como aquele que

[...] consiste em coletar e analisar informações sobre determinado indivíduo, uma família, um grupo ou uma comunidade, a fim de estudar aspectos variados de sua vida, de acordo com o assunto da pesquisa. É um tipo de pesquisa qualitativa e/ou quantitativa, entendido como uma categoria de investigação que tem como objeto o estudo de uma unidade de forma aprofundada, podendo tratar-se de um sujeito, de um grupo de pessoas, de uma comunidade etc. (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 60).

São fontes adotadas na pesquisa: os periódicos CAPES, *Google Acadêmico*, SciELO e documentos extraídos da indústria aeronáutica, sobretudo da Boeing (objeto de estudo). Baseados no objetivo da pesquisa e nos procedimentos selecionados, os sujeitos do estudo foram definidos como: o processo de fabricação do Boeing 787 *Dreamliner*; as inovações decorrentes desse processo; e as potencialidades na cadeia de suprimentos.

4 RESULTADOS

Os achados deste estudo evidenciam as significativas inovações relacionadas ao Boeing 787 *Dreamliner*, tanto em termos tecnológicos da aeronave quanto da cadeia de suprimentos para construí-la.

4.1 B787 DREAMLINER: UM PROJETO INOVADOR DA BOEING

Nos anos 1960, a Boeing³ era líder no mercado de fabricação de aviões a jato multimotores, mas perdeu espaço para a concorrente francesa Airbus, a partir dos anos 2000. Em busca de recuperar sua posição, a Boeing deu início, em 2003, ao projeto *Yellowstone*, com vistas a substituir toda a linha de aviões da empresa e focar na eficiência, em termos de custo operacional. O projeto foi dividido em três etapas, desenvolvidas de forma independente e concomitante: a *Yellowstone* 1 (Y1), 2 (Y2) e 3 (Y3) (CHICAGO BUSINESS, 2013).

A fase Y1 do projeto tinha como objetivo substituir a família Boeing 737 *Next Generation* (NG) por aeronaves mais eficientes, em termos de consumo de combustível, com o objetivo de alcançar uma redução de 20% a 25%. No entanto, a redução foi de cerca de 10%, o que levou à suspensão do projeto, em 2008, devido ao resultado abaixo do esperado (GONELA *et al.*, 2020). A etapa Y2 resultou no modelo B787, uma aeronave altamente eficiente para o mercado de 220 a 320 passageiros. Já a terceira etapa se voltou para a série Boeing 777, para mais de 300 passageiros (ABDI, 2014).

³ Fundada em 1916, a Boeing é uma empresa americana conhecida por sua experiência na fabricação de aeronaves comerciais, militares e espaciais. A empresa possui uma ampla gama de produtos, que inclui as famílias de aeronaves comerciais 737, 747, 767, 777 e 787 e aeronaves militares, como o F-15 e o F-18 (BOEING, 2021).

O Boeing 787 *Dreamliner* (etapa Y2) é uma aeronave de passageiros de longo alcance lançada em 2011. Possui um conjunto de novas tecnologias, as quais foram usadas pela primeira vez no B787, que contou, assim, com inovações em sua construção e operação, como o uso extensivo de materiais compostos de fibra de carbono, em sua estrutura, o que a tornou mais leve e eficiente, em termos de combustível, em comparação com aeronaves anteriores (LU; WANG, 2010). Além disso, o *Dreamliner* oferece tecnologias avançadas de entretenimento a bordo, sistema de iluminação de Diodo Emissor de Luz (LED)⁴ adaptável e sistemas de ar-condicionado e filtragem de ar mais eficientes, o que proporciona mais conforto aos passageiros (BOEING, 2023).

Quanto à sua estrutura, o *Dreamliner* é formado por 23 toneladas de fibras de carbono, que corresponde a 50% de sua estrutura, material este que oferece elevada resistência mecânica, flexibilidade, leveza e durabilidade. A aeronave utiliza, ainda, uma parcela significativa de materiais compósitos (fibras de carbono, alumínio e titânio), em substituição às ligas de alumínio, titânio e aço, que compunham de 80% a 90% das estruturas das aeronaves. A utilização de compósitos resulta na ampliação do ciclo de vida das aeronaves e, como efeito, gera economia para as companhias aéreas (RÊGO *et al.*, 2020). Além disso, os custos de manutenção e de substituição da fuselagem feita desses compósitos para as companhias aéreas são mais baixos, em comparação com as fuselagens de alumínio tradicionais (DENNING, 2013).

Denning (2013) complementa, ainda, que o avião consome menos combustível, devido à economia de peso proporcionada pelos materiais compósitos, além de permitir voos sem escalas entre qualquer par de cidades. Esse fato é corroborado por Lubin (2013), Dutton, Kelly e Baker (2004), Gay e Hoa (2007) e Zhao (2003), todos citados por Alemour, Badran e Hassan (2019), ao atestarem que o uso de fibra de carbono no *Dreamliner* apresenta uma redução de cerca de 20% no peso da aeronave, em comparação a aeronaves de tamanho semelhante feitas de alumínio, que resulta em maior autonomia, em termos de combustível e de redução das emissões de carbono.

Segundo Rêgo *et al.* (2020), de fato, tratou-se de uma revolução na engenharia de materiais. Denning (2013) ainda menciona que o uso desses materiais no B787 permite a manutenção de níveis mais elevados de umidade e pressão na cabine, que proporciona uma

⁴ *Light-Emitting Diode.*

experiência de voo mais confortável e ajuda a reduzir os efeitos de *jet lag*⁵ em voos longos. A Boeing ainda projetou para o B787 um sistema elétrico avançado, com baterias leves de íon-lítio e outras inovações tecnológicas, que resultou em uma redução de 20% no consumo de combustível e um custo por milha por assento 10% menor, em comparação com outras aeronaves.

A respeito do uso das baterias de íon-lítio, cabe um apontamento em separado. As baterias são utilizadas para alimentar os sistemas da aeronave, antes mesmo do acionamento dos motores, o que proporciona suporte às cargas críticas e sistema exclusivo de frenagem por bateria, além da adoção de uma arquitetura elétrica sem sangramento⁶. Foi a primeira vez que a Boeing substituiu o sistema pneumático tradicional por esse sistema elétrico sustentado por baterias, utilizado para dar partida nos motores, descongelar as asas e manter a pressão da cabine. Além disso, o B787 possui a capacidade de usar dois tipos de motores, o GENx, da General Electric; e o Trent 1000, da Rolls Royce, o que fornece flexibilidade às companhias aéreas na escolha da opção mais adequada (BOEING, 2023).

Pandian *et al.* (2020) resumem, nesse sentido, que a aeronave utiliza motores mais eficientes, tecnologias avançadas de controle de voo e uma arquitetura de sistema elétrico mais eficiente.

Essas inovações visavam, portanto, melhorar a experiência dos passageiros e fornecer benefícios econômicos para as companhias aéreas, o que foi concretizado com sucesso. No entanto, importantes desafios relacionados ao processo de fabricação de peças e à cadeia de suprimentos da Boeing foram identificados já no início do projeto. É o que será visto adiante.

4.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO *DREAMLINER*: PRINCIPAIS DESAFIOS

Durante o processo de desenvolvimento e consolidação de uma das principais fabricantes de aeronaves no mundo, a Boeing adquiriu diversas empresas, de forma estratégica, em que a mais significativa foi a aquisição da McDonnell Douglas, em 1997. Esse movimento foi um dos maiores já praticados na indústria aeronáutica. Ao mesmo tempo em que a fusão com a McDonnell Douglas tornou a Boeing uma gigante no setor, ela também absorveu sua

⁵ *Jet Lag* é um distúrbio relacionado ao ciclo circadiano que pode ser atribuído, em parte, ao trabalho por turnos. É caracterizado por sintomas de insônia e/ou sonolência excessiva durante o dia, que são resultantes de viagens que envolvem pelo menos dois fusos horários (MENDONÇA, 2019).

⁶ O sangramento (*bleed air*) é uma pequena quantidade de ar, com temperatura relativamente baixa, que é retirada de determinados estágios do compressor e tem diversas aplicações, que inclui o uso em sistemas de ar-condicionado, resfriamento de pás rotativas e estáticas, entre outros fins (DICIONÁRIO TÉCNICO, 2023).

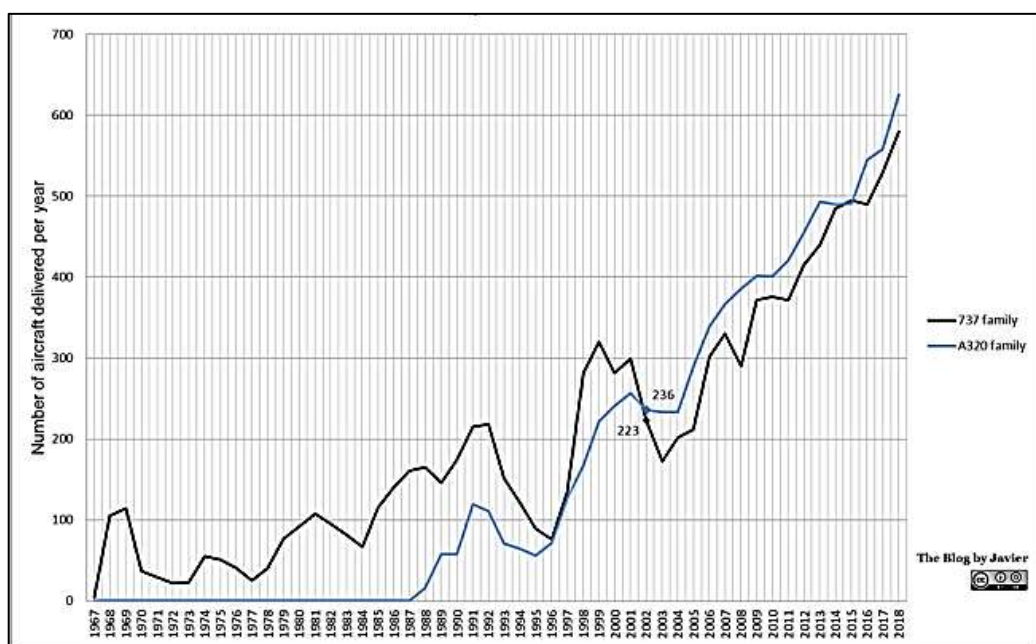
cultura e estratégia, o que pode ter impactado a empresa, de maneiras inesperadas, sobretudo, em razão das culturas corporativas diferentes (FROST, 2020).

Denning (2013) explica que, poucos anos após, em 2001, a Boeing transferiu sua sede de Seattle (estado de Washington) para Chicago (Illinois), sob a liderança do CEO Phil Condit. Segundo o autor, essa mudança pode ter contribuído para um desengajamento da alta administração, em relação a questões críticas da empresa, como o desenvolvimento de aeronaves. Ao mencionar que Condit admitiu não querer se envolver com assuntos relacionados ao projeto de aeronaves e evitar reuniões com os principais clientes da Boeing em Seattle.

Conforme o exposto, percebe-se que a mudança de sede da Boeing pode ter levado a uma desconexão entre a liderança da empresa e as decisões operacionais fundamentais e impactado, negativamente, a comunicação e a tomada de decisões eficientes dentro da Boeing. Isso pode ter afetado, potencialmente, o desempenho da empresa e seus projetos, especialmente, o B787 *Dreamliner*, que logo seria terceirizado.

Assim, novas estratégias competitivas, com vistas a superar esses desafios, tornaram-se imprescindíveis à Boeing, sobretudo, em razão da entrada da Airbus na indústria aeronáutica, em 1987. De acordo com Tang, Zimmerman e Nelson (2015), a Boeing enfrentou uma perda de participação de mercado para a Airbus, no fim dos anos 1990, até que, em 2002, fechou o ano com 223 aeronaves entregues contra 236 da concorrente, como evidenciado no Gráfico 1 (GONELA *et al.*, 2020).

Gráfico 1 – Comparação de entregas de aeronaves B737 e A320 entre 1967 e 2018



Fonte: Gonela *et al.* (2020).

Observa-se, no Gráfico 1, a cronologia comparativa das entregas das aeronaves das famílias B737 e A320, ao longo do período de 1967 a 2018. Os dados mostram que, em 2002, a Airbus superou sua concorrente em 13 aeronaves, ao entregar 236 A320s, ao passo que a Boeing forneceu 223 B737s. Como se verifica no Gráfico 1, ao longo dos anos posteriores, exceto em 2015, a Airbus continuou na liderança nas entregas de aeronaves, em relação às duas famílias (GONELA *et al.*, 2020). Cabe destacar que, segundo Shawn (2016), as entregas de aeronaves são um importante indicador de desempenho das empresas fabricantes no mercado de aviação, o que reflete sua posição competitiva.

Em resposta à perda de mercado, a Boeing decidiu desenvolver uma aeronave inovadora, que pudesse gerar receita e valor para seus consumidores. Os clientes da empresa se mostraram receptivos às promessas (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

Entretanto, de acordo com Phillips (2002 *apud* SLAYTON; SPINARDI, 2016), desde o início do projeto (em 2003), a *Vought Aircraft Industries*, empresa então parceira/fornecedora de fabricação da Boeing, identificou que seriam necessários avanços significativos em tecnologias de materiais e processos de fabricação ainda não existentes para produzir peças financeiramente acessíveis. Contudo, a equipe de gestão da Boeing não tinha, na época, experiência em gerenciamento de cadeia de suprimentos, o que só mudou em 2007, quando o responsável pelo programa, Mike Bair, foi substituído por Pat Shanahan, o qual possuía a expertise necessária para o gerenciamento dessa logística integrada.

A terceirização envolveu cerca de 70% da aeronave para empresas, ao redor de todo o mundo, que incluíram partes das asas, consideradas pela Boeing como as peças mais importantes. Anteriormente, a fabricação das asas era reservada apenas para divisões internas da empresa (NOLAN; KOTHA, 2005).

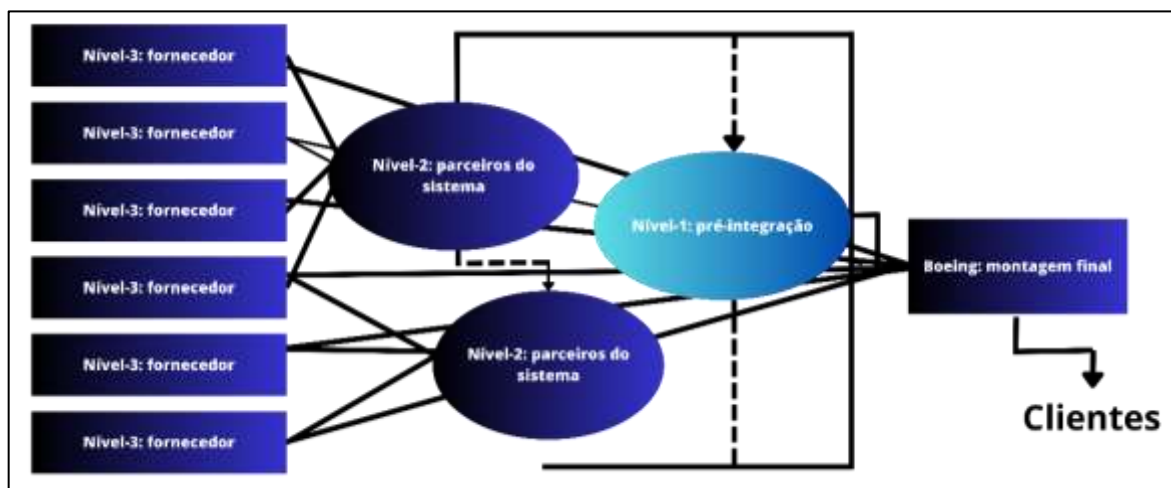
Desta forma, a Boeing adotou um novo modelo⁷ de terceirização, juntamente com a nova tecnologia, diferentemente do modelo anterior utilizado no 737, em que ela é responsável pela montagem de diversas partes entregues por centenas de fornecedores. A tática era agilizar o desenvolvimento da aeronave, reduzir custos, compartilhar os riscos com fornecedores e aproveitar o conhecimento especializado de parceiros estratégicos de Nível-1⁸, além de reduzir

⁷ Vale ressaltar que a Boeing se inspirou na cadeia de suprimentos da Toyota para sua estratégia de terceirização, na busca por reduzir custos e melhorar a eficiência na produção de aeronaves. No entanto, ao contrário da Toyota, a Boeing não conseguiu replicar, com idêntico sucesso, os elementos-chave que tornaram a montadora japonesa um modelo em terceirização (BERKE, 2008).

⁸ Parceiros responsáveis por montar seções completas da aeronave. Essas seções são, então, entregues à Boeing para a montagem final. Isso permite que a empresa se concentre na integração e nas etapas de valor agregado,

custos com fornecedores de Nível-2⁹, em todo o mundo. A cadeia de suprimentos do B787 foi baseada, assim, em uma estrutura hierárquica que permitiria à Boeing promover parcerias com cerca de 50 parceiros estratégicos de Nível-1, que serviriam como "integradores" que montam diferentes peças e subsistemas produzidos por fornecedores de Nível-2 e Nível-3¹⁰, conforme mostra a Figura 1 (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

Figura 1 – Cadeia de suprimentos redesenhada para o programa *Dreamliner*



Fonte: adaptada e traduzida de Tang, Zimmerman e Nelson (2015).

Entretanto, apesar de inovador e, ao fim, bem-sucedido (como adiante será visto), parte da estratégia não ocorreu como o esperado.

De imediato, o modelo de terceirização adotado desencadeou uma agitação trabalhista, que trouxe atrasos ao programa. De modo mais específico, à medida que a Boeing intensificou sua estratégia de terceirização, uma crescente apreensão se instalou entre os funcionários da empresa, a respeito da segurança de seus empregos. Como resultado, uma greve de mais de 25 mil funcionários da empresa foi deflagrada, em setembro de 2008, o que afetou,

enquanto os fornecedores desenvolvem partes em paralelo. Essa estratégia de cadeia de suprimentos não convencional tem como objetivo reduzir custos, espalhar os riscos financeiros do desenvolvimento para os fornecedores e alcançar eficiência no processo de fabricação do B787 *Dreamliner* (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

⁹ Refere-se aos fornecedores que produzem e fornecem peças e subsistemas específicos para os parceiros estratégicos de Nível-1, que são os integradores principais. Esses fornecedores de Nível-2 são especializados em componentes ou subsistemas específicos, e sua colaboração é essencial para o processo de montagem da aeronave (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

¹⁰ Refere-se aos fornecedores de materiais ou componentes de menor escala e menor complexidade para os fornecedores de Nível-2. Eles, geralmente, produzem itens mais específicos e especializados, que são incorporados aos componentes e subsistemas fornecidos pelos fornecedores de nível 2 (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

significativamente, a produção e estendeu seus efeitos aos parceiros estratégicos (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

A estrutura hierárquica de camadas também agravou os riscos envolvidos no projeto e, com isso, foi necessário o envio, pela Boeing, de centenas de engenheiros para os locais de vários fornecedores, em todo o mundo, para solucionar diferentes problemas técnicos, que pareciam ser a causa-raiz do atraso no desenvolvimento do B787. Concomitantemente, a empresa teve que redesenhar todo o processo de submontagem da aeronave, o que gerou grandes despesas adicionais, que deveriam ter sido planejadas e incluídas (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

Isso ocorre, pois, a fabricação da aeronave enfrentava aumentos significativos de custos e problemas relacionados às diferentes inovações tecnológicas — que a tornariam uma aeronave mais competitiva, a um custo menor —; isso exigiu, essencialmente, que a empresa se atentasse para a importância da qualidade da estrutura física local de fabricação, do gerenciamento de fornecedores e do suporte técnico para minimizar problemas. Caso essas medidas não fossem implementadas, o desempenho da aeronave poderia ficar limitado pelas capacidades dos fornecedores menos proficientes; e os custos não seriam reduzidos apenas por meio da terceirização (DENNING, 2013).

Por certo, essas inovações tecnológicas incidiam em um maior envolvimento da Boeing no desenvolvimento e fabricação da aeronave para minimizar os riscos de problemas inesperados. Apesar dessa evidente necessidade, a empresa optou por um envolvimento menor, o que redundou em problemas adicionais, que aumentaram o custo do projeto, além de contradizer o propósito de manter a fabricação e os custos de montagem baixos; e de distribuir os riscos financeiros do desenvolvimento aos fornecedores da Boeing (DENNING, 2013).

Tang, Zimmerman e Nelson (2015) ainda acrescentam que a comunicação entre os fornecedores e a Boeing também era falha. A empresa utilizava um sistema de comunicação baseado na *web Exostar*¹¹, em vez de comunicações face a face e supervisão no local. Por incapacidade ou falta de vontade dos fornecedores em munir as informações dentro do prazo

¹¹ A Boeing implementou o sistema *Exostar*, como parte de sua cadeia de suprimentos não convencional para o Boeing 787 Dreamliner. O *Exostar* é uma ferramenta baseada na web, que tem o objetivo de melhorar a coordenação e a colaboração entre a Boeing e seus fornecedores. Ele oferece visibilidade da cadeia de suprimentos, melhora o controle e a integração dos processos de negócios críticos e reduz o tempo e o custo de desenvolvimento, o que permite que a Boeing gerencie o progresso do programa de desenvolvimento do B787, de forma mais eficaz, e promova uma comunicação eficiente, além de melhor coordenação entre todos os envolvidos na cadeia de suprimentos (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015). Contudo, como visto, o uso desse sistema não se mostrou totalmente adequado, diante das especificidades dos fornecedores.

ou lidar com o ambiente de tecnologia da informação complexo da *Exostar*, essa forma de comunicação se mostrou insuficiente.

Os problemas de comunicação eram ainda causados por diferenças culturais e falta de confiança, o que dificultava ainda mais o trânsito de informações precisas e oportunas, e levou a atrasos na detecção de problemas pela Boeing e pelos fornecedores de Nível-1. A confiança da Boeing em comunicações por computador não foi, portanto, suficiente para lidar com a situação. A empresa também descobriu que alguns de seus parceiros estratégicos de Nível-1 não tinham as habilidades necessárias para lidar com diferentes seções da aeronave ou gerenciar seus fornecedores de Nível-2 (DENNING, 2013).

De acordo com Denning (2013), o *offshoring*¹² necessário pode envolver diferenças culturais, de idioma e distâncias físicas, que geram mais riscos a serem mitigados, por meio de comunicações e envolvimento no local e, conseqüentemente, custos adicionais.

Todos esses desafios demandaram a adoção de medidas, por parte da Boeing, com vistas a superá-los. É o que se passa a descrever.

4.3 SOLUÇÕES ADOTADAS PELA BOEING: BENEFÍCIOS DO MODELO DE TERCEIRIZAÇÃO EMPREGADO E O SUCESSO DO *DREAMLINER*

Como visto, vários foram os desafios postos à Boeing durante o processo de criação, desenvolvimento e fabricação do B787, a saber, a adoção de um sistema de comunicação avançado, porém insuficiente, diante das diferenças culturais e da distância física entre os numerosos fornecedores; greve trabalhista; riscos agravados pela estrutura hierárquica em camadas, que, inicialmente, apresentou aumento de custos; problemas de conhecimento técnico de fornecedores de Nível-1 relacionados às inovações tecnológicas; pouco envolvimento da Boeing, em determinadas etapas do projeto; falha no gerenciamento dos fornecedores de Nível-2, entre outros. Para superar esses obstáculos, algumas medidas foram adotadas pela empresa, ao longo do projeto.

Para minimizar os ruídos na comunicação, a Boeing mesclou o sistema *Exostar* com a comunicação face a face — colaboração e envolvimento direto com os fornecedores — e passou a monitorar, de perto, o desempenho dos fornecedores (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015).

¹² *Offshoring* é “[...] a prática de basear um negócio ou parte de um negócio em um país diferente, geralmente porque isso envolve pagar menos impostos ou outros custos” (CAMBRIDGE DICTIONARY, 2023; texto original em inglês — tradução nossa).

Para contornar alguns problemas relacionados ao conhecimento técnico de determinados fornecedores de Nível-1 e a falhas no gerenciamento dos fornecedores de Nível-2, a Boeing, de acordo com Denning (2013) e com Tang, Zimmerman e Nelson (2015), reconheceu a importância de retomar o controle do processo de desenvolvimento do B787 *Dreamliner* e adquiriu, em 2008 e em 2009, duas subsidiárias da *Vought Aircraft Industries* (em Dallas e em North Charleston), consideradas o elo mais fraco na cadeia de suprimentos do B787. Os últimos autores atestam que essas aquisições permitiram que a Boeing assumisse o controle direto dessas unidades e de seus fornecedores de Nível 2, especificamente, para o desenvolvimento da fuselagem. Essas ações foram tomadas para mitigar riscos na cadeia de suprimentos e garantir o progresso adequado do programa.

A estratégia de uma cadeia de suprimentos não convencional baseada em parcerias com fornecedores de três níveis permitiu à Boeing, após a solução dos percalços relatados, montar as seções da aeronave, de forma mais eficiente. Embora tenha exigido esforços adicionais de coordenação, essa abordagem foi considerada, segundo os mesmos autores, peça-chave para o sucesso do projeto. E embora a terceirização seja parte importante da cadeia de suprimentos do B787, a Boeing mantém o controle do processo de fabricação e assume a responsabilidade pela montagem final e entrega da aeronave aos clientes.

A Boeing ainda considerou o modelo de terceirização adotado na construção do B787 *Dreamliner* como a melhor solução para reduzir o tempo e os custos de desenvolvimento do projeto: o tempo de desenvolvimento caiu de seis para quatro anos e os custos de US\$ 10 para US\$ 6 bilhões (TANG; ZIMMERMAN; NELSON, 2015). Segundo Denning (2013, p. 37 — tradução nossa), “[...] produtos complicados como aeronaves requerem um grau necessário de terceirização, simplesmente porque a empresa não possui a expertise necessária em algumas áreas”. Para o B787, a Boeing aumentou a terceirização para 70% da aeronave, em comparação com 35-50% nos aviões anteriores.

O desenvolvimento do *Dreamliner* pela Boeing foi, assim, um marco na história da aviação, não só pela aeronave em si, mas também pelo processo evolutivo que levou à sua fabricação. Somadas a isso, as inovações empregadas melhoraram a experiência de viagem dos passageiros e criaram valor para os seus clientes, além de aumentar o valor para as companhias aéreas (DENNING, 2013), por meio da introdução de inovações de *design*, como cabines espaçosas e iluminação ajustável, janelas maiores e ar mais limpo e confortável, além de tecnologias para eficiência excepcional de combustível e baixos custos de manutenção (BOEING, 2023).

Assim, a abordagem da Boeing foi considerada bem-sucedida e o *Dreamliner* se tornou o avião de venda mais rápida da história da aviação e transformou a Boeing em uma montadora, em vez de tão somente uma fabricante (DENNING, 2013).

4.4 POTENCIALIDADES NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: APRENDIZADOS COM O B787 DREAMLINER

Segundo Tang, Zimmerman e Nelson (2015), a Boeing adotou medidas reativas para mitigar os riscos enfrentados durante o desenvolvimento do projeto B787 *Dreamliner*, tais como: abastecimento, gestão e processo. A empresa adquiriu a *Vought Aircraft Industries* e passou a gerenciar, diretamente, seus fornecedores de Nível-2 para o desenvolvimento da fuselagem, além de ter pagado seu parceiro estratégico de Nível-1, *Spirit Aerosystems*, para garantir a continuidade de suas operações. No entanto, como dito, essas medidas foram reativas e poderiam ter sido evitadas com uma abordagem mais proativa, como o desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos mais robusta e resistente a riscos.

Para Chopra e Meindl (2016), a globalização oferece oportunidades e riscos para o desenvolvimento de cadeias de suprimentos. A capacidade de incorporar a redução de risco adequada ao projeto da logística integrada tem sido a diferença entre as cadeias logísticas globais que tiveram sucesso e as que não tiveram. Com efeito, a coordenação efetiva da cadeia de suprimentos é crucial para garantir um desempenho adequado; e a sua falta pode aumentar a variabilidade e prejudicar o excedente da cadeia, isto é, minimizar as oscilações de quantidade e tipos de produtos a serem demandados, além de afetar, negativamente, o desempenho em cada estágio e impactar os relacionamentos entre diferentes estágios.

Para contornar esses obstáculos relacionados à coordenação na cadeia, Chopra e Meindl (2016) sugerem que os gestores podem alinhar metas e incentivos, melhorar a precisão e visibilidade da informação, melhorar o desempenho operacional, projetar estratégias de contingência e reduzir a incerteza. Além disso, a adoção de tecnologias de informação e comunicação pode ajudar a melhorar a eficiência e a transparência da cadeia de suprimentos. Por exemplo, a utilização de sistemas de gestão de estoques em tempo real e a comunicação por meio de plataformas on-line podem ajudar a reduzir a incerteza e melhorar a coordenação entre os membros da cadeia.

Outra estratégia, segundo os mesmos autores, que pode ser adotada para melhorar a coordenação na cadeia de suprimentos é o compartilhamento de informações e recursos. Quando os membros da cadeia compartilham informações a respeito da demanda, previsões de

vendas, capacidade produtiva, entre outros dados relevantes, é possível tomar decisões mais eficientes e eficazes, além de alinhar melhor as atividades. Além disso, o compartilhamento de recursos, como a utilização compartilhada de equipamentos e instalações, pode ajudar a reduzir os custos e melhorar a eficiência na cadeia de suprimentos.

Por fim, Chopra e Meindl (2016) dizem que a colaboração e o estabelecimento de parcerias estratégicas entre os membros da cadeia de suprimentos também podem contribuir para melhorar a coordenação e a eficiência. Quando as empresas trabalham em conjunto para atender aos objetivos da cadeia como um todo, é possível identificar sinergias e oportunidades de melhorias conjuntas, bem como reduzir conflitos e disputas entre os membros.

CONCLUSÕES

A indústria aeronáutica é um setor altamente competitivo e dinâmico, no qual a inovação é um elemento crucial para se manter na vanguarda do mercado. A Boeing, uma das principais fabricantes de aeronaves do mundo, enfrentou desafios significativos, no fim dos anos 1990, quando perdeu participação de mercado para a concorrente Airbus. Como resposta, a empresa investiu em pesquisa e desenvolvimento e adotou uma abordagem inovadora para o projeto do Boeing 787 *Dreamliner*, uma aeronave de longo alcance, que apresentou inovações radicais, incrementais e aberta em sua construção e operação. Com base nesse cenário, o objetivo deste estudo foi estabelecer um panorama da gestão de crises e projetos nas inovações integradas pela Boeing no projeto do B787 *Dreamliner*, a fim de constatar como e se as dificuldades enfrentadas no projeto foram superadas.

Entre os resultados, constatou-se que, para atingir seus objetivos, a Boeing teve que tomar decisões estratégicas complexas, como se comprometer com o investimento em pesquisa e em desenvolvimento, além de adotar práticas de gestão voltadas para a inovação. O *Dreamliner* foi desenvolvido com a intenção de reduzir custos e tempo, por meio da terceirização de partes da sua fabricação, o que resultou em uma nova cadeia de suprimentos. No entanto, a adoção dessa estratégia também apresentou desafios, como a necessidade de lidar com fornecedores externos e gerenciar o fluxo de informações e materiais entre todos.

Conclui-se que o desenvolvimento do *Dreamliner* pela Boeing foi um marco na história da aviação, não apenas pela concretização e sucesso da aeronave em si, mas também, pelo processo evolutivo que levou à sua fabricação. Por outro lado, a adoção de estratégia inovadora para melhorar a experiência de viagem dos passageiros e criar valor para as companhias aéreas exigiu uma significativa terceirização em áreas nas quais a empresa não tinha a expertise

necessária. Isso transformou a Boeing em uma montadora, o que a fez deixar de ser tão somente uma fabricante.

Em suma, inovar é fundamental para a sobrevivência e sucesso das empresas, e a indústria aeronáutica é um exemplo claro disso. No entanto, a adoção de estratégias inovadoras pode apresentar desafios, como os enfrentados pela Boeing. Portanto, é importante que as empresas tenham uma visão clara dos objetivos que desejam alcançar e adotem uma abordagem estratégica adequada no processo de inovação e logística, além de considerar, cuidadosamente, os benefícios e riscos envolvidos.

Por fim, como sugestões para futuras pesquisas, é possível explorar áreas de estudos adicionais, como a análise dos impactos da nova estratégia nas relações com os fornecedores e como isso afeta a tomada de decisões de compra e investimentos, bem como a possibilidade de implementação desse modelo de cadeia de suprimentos em outras fabricantes de aeronaves e potenciais montadoras, como a Embraer.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Plataformas demonstradoras tecnológicas aeronáuticas: experiências com programas internacionais, modelagem funcional aplicável ao Brasil e importância da sua aplicação para o País.** 2014. Disponível em: <http://homologa.oic.nap.usp.br/wp-content/uploads/2014/08/Plataformas-Demonstradoras-Tecn-Aero-Publicacao.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2023.

AIRBUS. **Our history:** Airbus history through the decades. 2023. Disponível em: <https://www.airbus.com/en/who-we-are/our-history>. Acesso em: 21 mar. 2023.

AITKEN, J. Supply Chain Integration within the Context of Supplier Association. Tese (Doutorado em Filosofia) — Cranfield University, 1988. *In:* CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

ALEMOUR, B.; BADRAN, O.; HASSAN, M. R. **A review of using conductive composite materials in solving lightning strike and ice accumulation problems in aviation.** 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jatm/a/5sKH3bjTrX3cNBgrsGGS8TJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BERKE. **Outsourcing-To America.** 2008. Forbes. Disponível em: <https://www.forbes.com/2008/05/25/foreign-labor-auto-oped> [cx_jhb_outsourcing08_0529america.html?sh=2bbf92c72e80](https://www.scielo.br/j/jatm/a/5sKH3bjTrX3cNBgrsGGS8TJ/?format=pdf&lang=en). Acesso em: 10 abr. 2023

BOEING. **Boeing:** visão geral. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jatm/a/5sKH3bjTrX3cNBgrsGGS8TJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BOEING. **787 Dreamliner by design**. 2023. Disponível em:
<https://www.boeing.com/commercial/787/by-design/#/all>. Acesso em: 8 mar. 2023.

CAMBRIDGE DICTIONARY. **Offshoring**. 2023. Disponível em:
<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/offshoring>. Acesso em: 19 abr. 2023.

CHESBROUGH, H. W. Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business Review Press, 2006. *In*: SANTOS, A. B. A. dos; FAZION, C. B.; MEROE, G. P. S. DE. Inovação: um estudo sobre a evolução do conceito de Schumpeter. **Caderno de Administração**, v. 5, n. 1, 2011. Disponível em:
<https://revistas.pucsp.br/index.php/caadm/article/view/9014>. Acesso em: 11 mar. 2023.

CHICAGO BUSINESS. **Did rush hurt the Dreamliner?** 2013. Disponível em:
<https://www.chicagobusiness.com/article/20130125/NEWS05/130129836/project-yellowstone-stemmed-from-boeing-s-dreamliner-desperation>. Acesso em: 7 abr. 2023.

CHOPRA, S.; MEINDL P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. 6. ed. São Paulo: Person Education do Brasil, 2016.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

COSTA, A. B. O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter. **Cadernos IHU ideias**, São Leopoldo, ano 4, n. 47, p. 1-22. 2006. Disponível em:
<https://www.ihu.unisinos.br/images/stories/cadernos/ideias/047cadernosihuideias.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

DENNING, S. What went wrong at Boeing, **Strategy and Leadership**, v. 41 n. 3, 36–41. 2013. Disponível em:
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/10878571311323208/full/html>. Acesso em: 20 mar. 2023.

DIDONET, S. R. *et al.* **Logística global e sua importância estratégica: o caso de uma indústria metal-mecânica**. 2016. Disponível em:
https://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0082.PDF. Acesso em: 11 mar. 2023.

DICIONÁRIO TÉCNICO. **Bleed air** — Ar de sangria. 2023. Disponível em:
<https://www.dicionariotecnico.com/traducao.php?termo=ar+de+sangria>. Acesso em: 3 maio 2023.

DUTTON, S; KELLY, D.; BAKER, A. Composite materials for aircraft structures. Reston: AIAA, 2004. *In*: ALEMOUR, B.; BADRAN, O.; HASSAN, M. R. **A review of using conductive composite materials in solving lightning strike and ice accumulation problems in aviation**. 2019. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/jatm/a/5sKH3bjTrX3cNBgrsGGS8TJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: USC, 2002.

FROST, N. **The 1997 merger that paved the way for the Boeing 737 Max crisis.** 2020. Disponível em: <https://finance.yahoo.com/news/1997-merger-paved-way-boeing-090042193.html>. Acesso em: 11 mar. 2023.

GAY, D.; HOA, S. V. **Composite materials: design and applications.** 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. In: ALEMOUR, B.; BADRAN, O.; HASSAN, M. R. **A review of using conductive composite materials in solving lightning strike and ice accumulation problems in aviation.** 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jatm/a/5sKH3bjTrX3cNBgrsGGS8TJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2023.

GOMES, B. S.; SANTOS, M. B. dos; SILVA, P. H. de A. E. Jogos tecnológicos e a inserção da Embraer perante a nova família de aeronaves para aviação comercial. **Journal of Transport Literature**, v. 8, n. 1, p. 235–264, jan. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307675848_Jogos_tecnologicos_e_a_insercao_da_Embraer_perante_a_nova_familia_de_aeronaves_para_aviacao_comercial. Acesso em: 6 abr. 2023.

GONELA, S. *et al.* Cascading Effect of Boeing's 737 Max Technology Development. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)**, v. 8, n. 5, p. 5208–5215, 30 jan. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339253553_Cascading_effect_of_Boeing_737_Max_Development. Acesso em: 3 maio 2023.

LU, B.; WANG, N. The Boeing 787 Dreamliner: Designing an Aircraft for the Future — **Journal of Young Investigators.** ago. 2010. Disponível em: <https://www.jyi.org/2010-august/2010/8/6/the-boeing-787-dreamliner-designing-an-aircraft-for-the-future>. Acesso em: 7 set. 2022.

LUBIN, G. Handbook of composites. Boston: Springer, 2013. In: ALEMOUR, B.; BADRAN, O.; HASSAN, M. R. **A review of using conductive composite materials in solving lightning strike and ice accumulation problems in aviation.** 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jatm/a/5sKH3bjTrX3cNBgrsGGS8TJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2023.

MADEIRA, P. C. S. **Fundamentos da logística empresarial e cadeia de abastecimento:** livro didático. 1. ed. rev. Palhoça: UnisulVirtual, 2011. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/21762/1/fulltext.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2023.

MCGRATH, R. **Inflexão estratégica:** como enxergar além e se antecipar a mudanças que podem alterar os rumos do seu negócio. Tradução de Maria Silva Mourão Netto. 1. ed. São Paulo: Benvirá, 2020. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/kp/embed?linkCode=kpd&asin=B086K3MTQD&tag=livrariapubli-20&reshareId=N8EE9XN1AXQME5Q21Q69&reshareChannel=system>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MENDONÇA, R. O. **Distúrbios do ciclo circadiano: um estudo sobre o Jet Lag.** Monografia Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8417/1/MONOGRAFIA%20JET%20LAG_PDF%20-%20Copia%20-%20Copia.pdf. Acesso em: 4 maio 2023.

NOLAN, R. L.; KOTHA, S. **Boeing 787: The Dreamliner**. Faculty & Research, Harvard Business School Compilation, 305 (101), Cambridge, Massachusetts, 2005. Disponível em: <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=32294>. Acesso em: 5 maio 2023.

PANDIAN, G.; PECHT, M.; ZIO, E.; HODKIEWICZ, M. Data-driven reliability analysis of Boeing 787 Dreamliner, **Chinese Journal of Aeronautics**, v. 33, n. 7, 2020, p. 1969-1979. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936120300546>. Acesso em: 10 mar. 2023.

PHILLIPS, E. H. Vought pursuing seat on sonic cruiser team. **Aviation Week and Space Technology**, v. 156, n. 14, April 08, 2002. In: SLAYTON, R.; SPINARDI, G. Radical innovation in scaling up: Boeing's Dreamliner and the challenge of socio-technical transitions, **The International Journal of Technological Innovation, Entrepreneurship and Technology Management**, v. 47, p. 47-58, 2016, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497215000619>. Acesso em: 14 maio 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. [recurso eletrônico]. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

RÊGO, F. S.; DINO, L. F. S.; MARINHO, G. S. Breve histórico da evolução do uso de materiais compósitos na indústria aeronáutica. **Mens Agitat**, v. 15, p. 35–42. 2020. Disponível em: <http://mensagitat.org/data/documents/MA-15-2020-35-42.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2023.

RITALA, P.; HURMELINNA-LAUKKANEN, P. Incremental and Radical Innovation in Coopetition-The Role of Absorptive Capacity and Appropriability. **Journal of Product Innovation Management**, v. 30, n. 1, p. 154-169. Finland, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-5885.2012.00956.x>. Acesso em: 6 maio 2023.

SALGADO, C. M.; ESPÍNDOLA, M. T. E. La innovación en las organizaciones modernas. **Revista Gestión y Estrategia**, [S.l.], n. 5, p. 54–63, 1994. Disponível em: <https://gestionyestrategia.azc.uam.mx/index.php/rge/article/view/477>. Acesso em: 25 jul. 2022.

SANTOS, A. B. A.; FAZION, C. B.; MEROE, G. P. S. Inovação: um estudo sobre a evolução do conceito de Schumpeter. **Caderno de Administração**, v. 5, n. 1, 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/caadm/article/view/9014>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SHAW, S. **Airline Marketing and Management**. 7. ed. Ashgate Publishing Limited. UK: Routledge, 2016.

SILVA, J. J. S. **Sistemas de Informação Logística**. Cuiabá: Rede e-Tec Brasil/Universidade Federal do Mato Grosso — UFMT, 2013. Disponível em:

https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1573/12%20Sistemas_de_Informacao_LOGISTICA-CEPA.pdf. Acesso em: 12 jun. 2023.

SLAYTON, R.; SPINARDI, G. Radical innovation in scaling up: Boeing's Dreamliner and the challenge of socio-technical transitions, **The International Journal of Technological Innovation, Entrepreneurship and Technology Management**, v. 47, p. 47-58, 2016, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497215000619>. Acesso em: 14 maio 2023.

SOUZA, D. M. O. **Sistemas de medição de desempenho para projetos de PD&I no Setor de Petróleo e Gás Natural**. 2014. Tese (Doutorado em Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Engenharia de Petróleo) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/13031>. Acesso em: 17 abr. 2023.

TANG, C.; ZIMMERMAN, J.; NELSON, J. Managing New Product Development and Supply Chain Risks: The Boeing 787 Case. **Supply Chain Forum: an International Journal**, v. 2, n. 10, 2015, p. 74-84. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263499532_Managing_New_Product_Development_and_Supply_Chain_Risks_The_Boeing_787_Case. Acesso em: 20 abr. 2023.

VAN DE VEN, A. H. *et al.* The innovation journey. New York: Oxford University Press. 1999. In: VICENTI, T.; Del Prá Netto, MACHADO, D. Ambiente de inovação em empresas de software: estudo das diferenças entre empresa-mãe e seus *spin offs*. **Revista Eletrônica de Administração**, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 38–69, 2013. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/read/article/view/38967>. Acesso em: 22 abr. 2023.

WILLIARD, N. *et al.* Lessons Learned from the 787 Dreamliner Issue on Lithium-Ion Battery Reliability. **Energies**, v. 6, n. 9, p. 4682–4695, 9 set. 2013. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/6/9/4682>. Acesso em: 23 abr. 2023.

ZHAO, J. X. Application of carbon composite materials for civil aviation. **Hi-tech Fiber & Application**, v. 3, 2003. In: ALEMOUR, B.; BADRAN, O.; HASSAN, M. R. **A review of using conductive composite materials in solving lightning strike and ice accumulation problems in aviation**. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jatm/a/5sKH3bjTrX3cNBgrsGGS8TJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2023.

E-mail: brendaandrade22@outlook.com