

Recebido: 13/08/2023
Aprovado: 14/09/2023

A INFLUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO E DA PRODUÇÃO DA AERONAVE KC- 390 NO APRIMORAMENTO DA BASE INDUSTRIAL DE DEFESA

*THE INFLUENCE OF THE DEVELOPMENT AND
PRODUCTION OF THE KC-390 AIRCRAFT ON THE
IMPROVEMENT OF THE DEFENSE INDUSTRIAL BASE*

Eduardo de Araújo Silva¹

SUMÁRIO: Introdução. 1 Legislações e manuais. 2 Inovação, tecnologia e desenvolvimento: a produção de aeronaves como fator estratégico. 3 Principais fornecedores nacionais. 3.1 Eleb. 3.2 LHColus. 3.3 Aerotron. 3.4 AEL Sistemas. 3.5 Akaer. 4 Ganhos tecnológicos obtidos pela Embraer. 4.1 Sistema *Fly-by-Wire*. 4.2 Trem de pouso. 4.3 Industrialização. 4.4 Sistemas embarcados. 4.5 Sistemas gerais. 5 Análise dos entregáveis dos Acordos de Compensação (*Offset*). 5.1 *Thales Avionics S.A.S.* 5.2 Rockwell Collins Inc. 5.3 *BAE Systems Controls Inc.* 5.4 *Robde & Schwarz*. 5.5 *International Aero Engines AG (IAE)*. Conclusão. Referências.

1 Tenente Coronel Aviador da Força Aérea Brasileira (FAB). Trabalhou de 2020 a 2022 como Adjunto à Gerência dos Projetos KC-X e KC-390, na Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC). Realizando atualmente o Curso de Comando e Estado-Maior (CCEM), pela Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR).

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo identificar os impactos que os projetos de desenvolvimento e de produção da aeronave KC-390 têm causado na Base Industrial de Defesa (BID) brasileira. O estudo foi desenvolvido explorando-se os conceitos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), Acordo de Compensação (*Offset*), independência tecnológica, indústria de defesa, entre outros, assim como profunda análise das legislações, portarias e manuais emitidos pelo Ministério da Defesa e pela Força Aérea Brasileira. Posteriormente, o estudo voltou-se para a análise das empresas envolvidas nos projetos, assim como para suas inovações tecnológicas e suas atuações na indústria local, trazendo também conceitos importantes sobre inovação e *spin off*. A relação estabelecida entre a oportunidade de aquisição de novas tecnologias e inovações pela indústria nacional, através do desenvolvimento e execução dos projetos, além das compensações decorrentes de importações, bem como a capacidade de absorção dos conhecimentos, foi abordada sob a Teoria da Inovação de Schumpeter, apresentando a indústria de defesa como um ente capaz de inovar e de se transformar. A influência positiva dos projetos para o desenvolvimento da BID foi, enfim, comprovada, considerando a participação ativa de mais de cinquenta empresas nacionais e mais diretamente a Embraer, ratificando o entendimento de Correa et al. (2023), quando afirma que os desafios tecnológicos colocados pelo projeto KC-390 levaram à acumulação de capacidades de inovação avançadas em desenvolvimento e integração de sistemas, pela Embraer, em níveis de complexidade condizentes com a fronteira tecnológica.

PALAVRAS-CHAVE: KC-390. Base Industrial de Defesa. Embraer. Tecnologia Militar. Acordos de Compensação.

ABSTRACT: This present study aimed to identify the impacts that the development and production projects of the KC-390 aircraft have caused in the Brazilian Defense Industrial Base. The study was developed exploring the concepts of Science, Technology and Innovation (STI), *Offset Agreement*, technological independence, defense industry, among others, as well as an in-depth analysis of legislation, ordinances and manuals issued by the Ministry of Defense and the Brazilian Air Force. Subsequently, the study turned to the analysis of the companies involved in the Projects, as well as their technological innovations and their actions in the local industry, also bringing important concepts about innovation and spin off. The relationship established between the opportunity to acquire new technologies and innovations by the national industry, through the development and execution of the projects, in addition to the compensation resulting from imports, as well as the absorption capacity of knowledge, was addressed under Schumpeter's

Theory of Innovation, presenting the defense industry as an entity capable of innovating and transforming itself. The positive influence of the projects for the development of the Defense Industrial Base was, finally, proven, considering the active participation of more than fifty national companies and more directly Embraer, confirming the understanding of Correa et al. (2023), when he states that the technological challenges posed by the KC-390 project led to the accumulation of advanced innovation capabilities in the development and integration of systems, by Embraer, at levels of complexity consistent with the technological frontier.

KEYWORDS: KC-390; Defense Industrial Base. Embraer. Military Technology. Offset Agreement.

INTRODUÇÃO

A invenção do aeroplano por Alberto Santos Dumont, no ano de 1906, comprovada quando provou ao mundo que uma máquina mais pesada do que o ar poderia decolar e se deslocar por meios próprios, afastada da superfície, entregou à humanidade novas possibilidades de entretenimento, revolucionou o comércio global, impulsionou o avanço da tecnologia e da engenharia, trouxe aos exploradores novas formas de alcançar lugares inexplorados e culturalmente apresentou um novo meio de aproximar povos, tornando o voo e a aviação símbolos de liberdade, progresso e conquista humana (BARROS, 2000).

No entanto, poucos anos após o lendário voo, o mundo já presenciou o vetor aéreo sendo empregado como arma de guerra, destacando-se as atuações no conflito Ítalo-turco (1911-1912) e na 1ª Guerra Mundial (1914-1918). E, assim, o uso da arma aérea trouxe aos estrategistas e pensadores militares novas perspectivas (VINHOLES, 2020).

Após esses conflitos, já na década de 1920, teóricos da guerra voltaram a atenção para essa recente tecnologia, para novas doutrinas e para possíveis táticas de emprego do meio aéreo. Um bom exemplo, foi o General do Exército dos Estados Unidos Willian “Billy” Mitchel que, em 1925, defendia a criação de uma força aérea americana independente e eficiente, apontando dois fatores necessários: o país ter uma alta capacidade industrial e possuir as matérias primas voltadas para a criação de equipamentos aeronáuticos, motores e aeronaves (MITCHEL, 2010).

Já no final do século XX, o Coronel da Força Aérea Americana Philip S. Meilinger lançou um artigo-manual intitulado “Dez proposições referentes ao poder aéreo”, citando, como a décima proposição, a afirmação de que o Poder Aéreo compreende, não somente meios militares, mas a indústria aeroespacial e a aviação comercial (MEILINGER, 1996).

Entrando no século XXI, em um mundo considerado VUCA², no qual a busca por tecnologia e conhecimento tornou-se prioridade para governos e empresas, Melo (2015) aponta que um país que abre mão do desenvolvimento científico e tecnológico está arriscando o futuro de suas gerações, pois dependerá de entes externos e da vontade política de outras nações para sobreviver.

Para que uma nação tenha destaque no ambiente internacional já foi comprovado, ao longo das décadas, que investir em produtos de defesa é algo extremamente benéfico, pois, além de serem produtos com alto valor no mercado mundial e com tecnologias dominadas por poucos países, em geral, trata-se de tecnologia pioneira para muitas utilizações no meio civil (MELO, 2015).

Nesse contexto, Longo (2007, p. 122) acrescenta que “inúmeras tecnologias de produtos, de processos ou de serviços desenvolvidas especificamente para atender necessidades militares de defesa acabam sendo utilizadas na produção de bens e serviços de largo e bem-sucedido uso civil”.

No Brasil, com o objetivo de criar independência tecnológica e produtiva, em meados de 2008, a Força Aérea Brasileira (FAB) decidiu pelo desenvolvimento nacional de uma aeronave de transporte e reabastecimento em voo, visando à substituição das aeronaves C-130 Hércules, que já demonstravam obsolescência em seus sistemas, além de alto custo de manutenção (RIBEIRO, 2017).

O projeto teve, então, a Embraer como parceira. Empresa essa que, apesar de ser a terceira maior produtora de aeronaves no mundo, teve nesta missão um grande desafio, uma vez que a complexidade para se desenvolver e fabricar produtos de defesa é bem maior do que produzir aeronaves voltadas somente para o uso civil (RIBEIRO, 2017). Para a empresa, o desenvolvimento e a produção da aeronave foram denominados como Programa C-390.

Neste íterim foi assinado, em 2009, o primeiro contrato entre as partes, União e Embraer, visando ao desenvolvimento do novo vetor, criando-se, então, o Projeto KC-X (desenvolvimento), que foi complementado por um segundo contrato, de aquisição de produtos importados, assinado em 2011.

Já em 2014 foram assinados dois contratos de produção de 28 aeronaves surgindo, assim, o Projeto KC-390 (produção). Após acordo bilateral com a Embraer em 2022, o número de aeronaves dos contratos de produção foi reduzido para dezenove.

No Comando da Aeronáutica (COMAER), os quatro contratos são gerenciados pela Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC).

2 VUCA é uma sigla em inglês, formada pela primeira letra das palavras: Volatility (volatilidade), Uncertainty (incerteza), Complexity (complexidade) e Ambiguity (ambiguidade) (JOHANSEN, 2012).

Frente aos inúmeros desafios, principalmente quanto aos custos e incertezas de se desenvolver algo novo, sendo que no mercado internacional havia a oferta de aeronaves similares, prontas e disponíveis, a preocupação em trazer para o país a capacidade de produzir um importante vetor estratégico superou todos os receios (RIBEIRO, 2017).

Tais fatos e afirmações corroboram com a Política Nacional de Defesa (PND) e com a Estratégia Nacional de Defesa (END), de 2016, que têm como um de seus Objetivos Nacionais de Defesa (OND) “Promover a autonomia produtiva e tecnológica na área de defesa”. (BRASIL, 2016, p. 67).

Atualmente existem pontos de conflito armado no mundo, como o que ocorre entre os governos de Rússia e Ucrânia, e a necessidade de produtos de defesa pode se tornar algo urgente para uma nação, em um curto espaço de tempo, como ocorreu com os países envolvidos.

Produtos dessa natureza, como aviões, embarcações e blindados, levam anos para serem desenvolvidos e produzidos. Ou seja, um país que não os produz, corre o risco de entrar na fila de espera para aquisição, quando necessário, além de ficar vulnerável a alterações drásticas de valor devido à escassez de recursos e/ou devido à alta demanda de um bem (MELO, 2015).

O conflito entre Rússia e Ucrânia levou vários países ao incremento de seus orçamentos militares, assim como à valorização de suas indústrias bélicas, conforme enfatizado por Almeida:

O conflito russo-ucraniano demonstrou a importância de uma BID diversificada e independente da cadeia logística global. Produtos de defesa devem ser tratados como questão de Estado e merecem um apoio governamental diferente das demais cadeias produtivas de um país. (ALMEIDA, 2022, p. 2).

No referido conflito armado, a elevada demanda por determinados armamentos, adicionada à complexa produção, pois demanda conhecimento especializado e matérias-primas escassas, estão preocupando o governo norte americano, que teme pela escassez de alguns destes itens, conforme foi apontado por Lipton (2023). Um dos fatores apresentados pelo autor foi a redução das indústrias bélicas nacionais após o término da Guerra Fria, causando, atualmente, complicações para os Estados Unidos reporem com rapidez seu estoque bélico.

Nesse sentido, o presente estudo revela-se de grande importância à medida que o mundo se depara com uma escalada de tensões e conflitos armados. A imprensa e os governos noticiam e demonstram a complexidade dos novos equipamentos bélicos, com alta tecnologia embarcada, tendo seus detentores intelectuais e produtivos grande poder no mercado internacional de produtos de defesa, adentrando ao nível político das decisões.

Identificar pontos importantes sobre Ciência, Tecnologia e Inovação no país e aferir a capacidade gerada à indústria de defesa nacional, através do desenvolvimento e da produção da aeronave KC-390, trarão clareza às questões atuais sobre a BID e sobre sua capacidade e maturidade diante dos desafios advindos do desenvolvimento e da produção do novo vetor.

Por fim, o assunto tratado neste estudo está intrinsecamente ligado à Mobilidade Aeroespacial, que, conforme a NSCA³ 410-1/2020, identifica-se como um conjunto de atividades que visa capacitar o Poder Aeroespacial a fazer frente a uma situação de emergência. Tal capacidade dependerá da disponibilidade de recursos, da prontidão para reparar um item e do potencial em promover sua contínua modernização (BRASIL, 2020a).

Diante das considerações apresentadas, a vislumbrou-se que o desenvolvimento (Projeto KC-X) e a produção da aeronave KC-390 (Projeto KC-390) apresentam-se como fatores positivos para o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar quais foram os impactos na Base Industrial de Defesa oriundos dos dois Projetos, KC-X e KC-390, norteado por determinar quais são as empresas brasileiras que participam, com maior relevância, do ciclo de desenvolvimento e produção da aeronave e quais os produtos que elas fornecem, pela verificação de quais foram os ganhos tecnológicos obtidos pela Embraer, advindos do desenvolvimento e da produção do KC-390, e pela identificação dos entregáveis previstos nos Acordos de Compensação (*Offset*) e seus principais efeitos na BID.

1. LEGISLAÇÕES E MANUAIS

O Manual de Mobilização Militar – MD41-M-02 (2ª Edição/2022), traz as conceituações básicas dos termos Base Industrial de Defesa, Produto de Defesa (PRODE), Produto Estratégico de Defesa (PED), situação em que se enquadra a aeronave KC-390, e Empresa Estratégica de Defesa (EED), posição que ocupa a Embraer:

Base Industrial de Defesa (BID) - é conjunto integrado por empresas públicas e privadas, bem como organizações civis e militares, que realizem ou conduzam pesquisa, projeto, desenvolvimento, industrialização, produção, reparo, conservação, revisão, conversão, modernização ou manutenção de produtos de defesa no País. (BRASIL, 2022, p. 9).

3.2.1 Produto de Defesa (PRODE)

3 NSCA: Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica

Todo bem, serviço, obra ou informação, inclusive armamentos, munições, meios de transporte e de comunicações, fardamentos e materiais de uso individual e coletivo utilizados nas atividades finalísticas de defesa, com exceção daqueles de uso administrativo. (BRASIL, 2022, p. 9).

3.2.2 Produto Estratégico de Defesa (PED)

Todo PRODE que, pelo conteúdo tecnológico, pela dificuldade de obtenção ou pela imprescindibilidade, seja de interesse estratégico para a defesa nacional [...] (BRASIL, 2022, p. 9).

3.2.4 Empresa Estratégica de Defesa (EED)

Toda pessoa jurídica credenciada pelo Ministério da Defesa mediante o atendimento cumulativo das condições previstas no inciso IV do art. 2º da Lei nº 12.598, de 2012. As EED são essenciais para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro e fundamentais para preservação da segurança e defesa nacional contra ameaças externas. (BRASIL, 2022, p. 9).

O MD41-M-02 traz também importante consideração quanto à importância do desenvolvimento tecnológico para a mobilização militar:

3.1.2. Nesse contexto considera-se que a real capacidade de mobilização militar depende de uma indústria nacional forte e capacitada a manufaturar Produtos de Defesa (PRODE) essenciais, permitindo assim ao Estado brasileiro um efetivo poder dissuasório. Para tal, há necessidade de investimentos em projetos de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) em áreas estratégicas e o respectivo fomento à Base Industrial de Defesa (BID). (BRASIL, 2022, p. 8).

No Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER) 2018 – 2027 (PCA⁴ 11-47) são estabelecidas as Diretrizes para os Macroprocessos de Gestão e Suporte, com especial destaque para a área de Ciência, Tecnologia e Inovação. O documento ressalta que o país tem como meta:

6.3.7.6. Priorizar a contratação de novos projetos, de fornecimentos de produtos aeroespaciais e de sua manutenção em empresas brasileiras, de modo a desenvolver a capacidade da Base Industrial de Defesa (BID), mantendo o parque industrial ativo, estimulando seu crescimento e buscando sua inserção no mercado internacional. (BRASIL, 2018, p. 33).

4 PCA: Plano do Comando da Aeronáutica.

Ratificando as considerações já apresentadas, o COMAER publicou seu planejamento estratégico contendo as diretrizes necessárias para traçar o futuro da FAB, chamado de Concepção Estratégica “Força Aérea 100”. Esse documento apresenta, como sendo uma de suas atribuições subsidiárias particulares, a missão de contribuir para a formulação e a condução da Política Aeroespacial Nacional, afirmando que “[...] a Força Aérea contribui para a formulação da Política Nacional de Defesa, de responsabilidade do Ministério da Defesa (MD), que incluiu a valorização da Base Industrial de Defesa (BID) [...]”. (BRASIL, 2018, p. 18).

Nesse sentido, torna-se também de grande valia ressaltar a importância, para o desenvolvimento da indústria nacional de defesa, da Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa (PComTIC Defesa), estabelecida pelo Ministério da Defesa. Ela rege as premissas para a negociação, a elaboração e a assinatura de Acordos de Compensação (*Offset*), ferramenta de grande importância para o fomento das empresas nacionais e, principalmente, para o aprimoramento de nossas universidades, consideradas fonte de inovação, de tecnologia, de empreendedorismo e geradoras da força produtiva para as indústrias de defesa.

A Compensação, ou *Offset*, é uma estratégia adotada por governos e empresas na área de defesa para promover a transferência de tecnologia e estimular a indústria nacional por meio de acordos comerciais. Essa política visa fortalecer a capacidade de defesa de um país ao mesmo tempo em que fomenta o desenvolvimento econômico e industrial (BRASIL, 2020c).

Quando um país adquire equipamentos de defesa, como sistemas de armas, aeronaves ou navios, ele pode estabelecer contratos que incluam cláusulas de compensação tecnológica e industrial. Essas cláusulas geralmente exigem que o fornecedor estrangeiro do equipamento realize transferências de tecnologia e promova parcerias com a indústria local, de modo a fortalecer suas capacidades de produção e desenvolvimento (BRASIL, 2020c).

Passados catorze anos da assinatura do primeiro contrato, o projeto demonstra ter atingido considerável maturidade e confiabilidade internacional. Foram já entregues cinco aeronaves à Força Aérea Brasileira, além de efetivadas as vendas de cinco aeronaves para o governo de Portugal e duas para o governo da Hungria. Soma-se a esses fatos a recente declaração do atingimento da certificação *Full Operational Capability*⁵ (FOC), que confirma que o KC-390 consegue realizar todas as missões para as quais foi projetado (BRASIL, 2023a).

Próximo ao atingimento da certificação FOC, mencionada anteriormente, o Comandante da Aeronáutica, Tenente Brigadeiro do Ar Marcelo Kanitz Damasceno, vislumbrando o potencial global da aeronave,

5 *Full Operational Capability*: Capacidade Operacional Completa.

expressou, por meio da Diretriz do Comandante da Aeronáutica 2023, que “[...] o Projeto KC-390 finalizará o seu desenvolvimento como a plataforma mais avançada do mundo na sua categoria, com respectivo potencial de vendas para outros países”. (BRASIL, 2023b, p. 22).

2. INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO: A PRODUÇÃO DE AERONAVES COMO FATOR ESTRATÉGICO

Diante do desafio de criar a maior aeronave já produzida por seus engenheiros, a Embraer adentrou em um novo patamar tecnológico, alavancada pela perspectiva positiva de ingressar em um amplo mercado internacional de aeronaves de transporte de médio porte, que procurava por um vetor como o KC-390 (RIBEIRO, 2017).

A importância de investir em tecnologia e inovação é um conceito apresentado por Schumpeter (1997). Em sua obra são explanados fatores que levam ao desenvolvimento econômico de uma empresa. Conhecida como “Teoria da Inovação”, seus conceitos evidenciam a importância das inovações tecnológicas, uma vez que resultam em novos e inéditos produtos, e assim uma empresa consegue se manter competitiva e tornar-se sustentável no mercado.

De acordo com Longo (2017, p. 118) “a inovação significa a solução de um problema tecnológico, utilizada pela primeira vez, compreendendo a introdução de um novo produto ou processo no mercado em escala comercial tendo, em geral, positivas repercussões socioeconômicas”.

A atitude ousada da Embraer de assumir esse desafio corrobora com os preceitos de Schumpeter (1997), que descreve a figura do empresário inovador, audaz e intuitivo como figura central para o desenvolvimento econômico de uma empresa. Em um mercado tão específico e limitado como o de artigos militares, torna-se mister que a inovação seja a busca constante de seus empresários, e que se estenda também aos governantes, a seus militares e a seu povo.

Nesse viés, sendo a Embraer uma empresa voltada tanto para o mercado militar quanto para o mercado civil, investir no aprimoramento e nas inovações militares reflete direta e positivamente no próprio mercado de aviação civil. Tal conceituação encontra respaldo nos estudos de Dagnino (2008), que aborda o conceito e o efeito de *spin off* como um transbordamento ou “espirramento” dos avanços econômicos e tecnológicos do meio militar para o setor civil.

O conceito de *spin off*, prosseguindo com a abordagem de Dagnino (2008), evoluiu com o passar dos anos para a percepção de tecnologias de uso dual, onde a evolução nos ramos militares e civis se convergem, não

havendo, segundo o autor, a transferência de tecnologia entre eles, mas uma evolução conjunta.

Como exemplo do efeito de *spin off*, no início dos anos 90, a Embraer utilizou os conhecimentos adquiridos nas atividades de fabricação e engenharia do Programa AMX, no projeto do vetor ERJ-145, segundo Bonotto e Callado Júnior (2014).

Por parte do governo, ter independência tecnológica, desenvolvendo internamente PRODE inovadores e modernos, é essencial para garantir a defesa de sua soberania e para manter suas Forças Armadas (FA) bem preparadas, visando o cumprimento de suas missões constitucionais, além de promover o desenvolvimento e o crescimento econômico. Nesse ínterim, Brick faz a seguinte consideração:

Modernos produtos de defesa (PRODE) sofrem severas restrições para aquisição no mercado internacional e, quando disponíveis, nunca correspondem ao que existe de mais atual e/ou eficaz para enfrentar as ameaças contemporâneas. Assim, para garantir a sua soberania e os seus interesses, nenhum país, que pretenda ser um ator relevante no sistema internacional, poderá prescindir de um complexo tecnológico-científico-industrial capaz de suprir as suas Forças Armadas com os produtos de defesa necessários para enfrentar ameaças que possam vir a ser apresentadas por quaisquer outros países. (BRICK, 2014, p. 12).

Desenvolver internamente tecnologia militar traz autonomia a seu detentor e liberdade de ação quando há a necessidade de desenvolvimento de um armamento, compra ou modernização. O Brasil, em sua história, sofreu alguns embargos na fabricação e comercialização de aviões militares, conforme Longo (2017) cita, por exemplo, o veto do governo americano no fornecimento para os AMX brasileiros do canhão GE M-61 AI Vulcan de 20 milímetros com seis canos giratórios, que equipavam as aeronaves italianas.

Uma das formas para que isso ocorra é a política de *Offset*, prática de compensação tecnológica, industrial e comercial que, conforme definição conceitual de Mello (2022 p. 54), apresenta-se como “acordos em que o comprador requer investimentos do fornecedor para que uma parte do contrato de compra volte como investimento ao país comprador, como uma condição para a compra de artigos ou serviços de defesa”.

Para o desenvolvimento e produção da aeronave KC-390, os acordos de *Offset* firmados entre o Brasil e as empresas estrangeiras que fornecem equipamentos tornam-se uma oportunidade ímpar de trazer para o país tecnologia e conhecimento inéditos, que não se encontram disponíveis para aquisição no mercado internacional.

3. PRINCIPAIS FORNECEDORES NACIONAIS

Conforme apontado por Ribeiro (2017), há uma base pouco expressiva de fornecedores nacionais de equipamentos aeronáuticos, o que levou a Embraer a depender consideravelmente de empresas estrangeiras.

Para o KC-390, dentre os principais fornecedores de equipamentos e sistemas, apresentam-se apenas quatro empresas nacionais, de acordo com o quadro 1. São elas a Eleb, a LHColus, a Aerotron e a AEL Sistemas. Outras cinquenta empresas brasileiras também participam do projeto, porém, apenas para o fornecimento de peças primárias, ferramentais, plataformas, dentre outros equipamentos menos complexos ou com baixa tecnologia envolvida em sua produção (RIBEIRO, 2017).

Quadro 1 - Fornecedores principais do Projeto KC-390.

| Empresa | País de origem | Componente |
|------------------------|-------------------------------|--|
| Selex Galileo | Itália | Radar táctico; |
| Rockwell Collins | Estados Unidos | Aviônica básica; |
| Esterline | Inglaterra | Manete de potência |
| Ael Sistemas/Elbit | Brasil/Israel | Computador de missão HUD (<i>head-up display</i>) |
| Elbit | Israel | EVS |
| ELOP | Israel | Sistema de autoproteção e contramedidas |
| IAE | Estados Unidos/Alemanha/Japão | Sistema integrado de propulsão |
| Liebeherr | Alemanha | Sistema de ar-condicionado Sistema de controle de pressurização da cabine |
| DRS Defense Solutions | Estados Unidos | Sistema de manejo e lançamento de carga |
| LHColus | Brasil | Assentos de tropas e macas |
| Safran (Hispano-Suiza) | França | Sistema elétrico de emergência |
| Survitec GR | Irlanda | Botes salvavidas e Eit |
| Bae Systems | Inglaterra | Sistema de comando de voo FBW |
| Goodrich | Estados Unidos | Atuadores eletrônicos e controles elétricos para o sistema primário de comandos de voo |
| Cobham | Inglaterra | <i>Pod</i> de reabastecimento aéreo |
| Eleb | Brasil | Trem de pouso |
| Messier-Bugatti-Dowty | França | Conjunto de roda e freio; Componentes hidráulicos do trem de pouso; Sistema de controle do freio |
| Aerotron | Brasil | Blindagem |

Fonte: Ribeiro (2017, p. 267).

Para Sousa (2023), no entanto, uma quinta empresa também se desponta como relevante fornecedora na cadeia produtiva da aeronave e apresentou considerável avanço operacional e tecnológico, a Akaer.

3.1. Eleb

A Eleb, empresa sediada em São José dos Campos - SP, pertence ao grupo Embraer e nasceu com a finalidade de fabricar o trem de pouso das aeronaves AMX, na década de 80. Segundo Ribeiro (2017), com a experiência adquirida, a empresa foi capaz de desenvolver projetos de engenharia para os programas ALX (Super Tucano), ERJ-145, 170/190, Phenom 100 e Phenom 300.

Ainda de acordo com Ribeiro (2017), para o desenvolvimento do trem de pouso da aeronave KC-390 o desafio foi considerável, pois as exigências contratuais continham condições de operações específicas, como em pistas não pavimentadas e de gelo, que não são requisitos normalmente empregados nos trens de pouso de aeronaves civis. As exigências levaram a empresa a desenvolver um trem de pouso com três amortecedores, diferente dos trens de pouso construídos até então pela Eleb, com somente um amortecedor. Também foi necessário uso de câmara dupla, para a operação em pistas semipreparadas, e que o vetor fosse capaz de subir elevações de até vinte centímetros.

Nas considerações de Sousa (2023), a empresa teve que investir consideravelmente na melhoria dos testes, investindo em simulações computacionais dos testes de vibração e carga sobre as peças, além de produzir um equipamento de dezessete metros de altura para reproduzir as características de pouso da aeronave.

Conforme apresentado por Francelino (2016), participar do Projeto KC-390 propiciou à Eleb adquirir o conhecimento para trabalhar com metais de alta dureza, como o aço e o titânio, que possuem processo de usinagem diferente do alumínio, material comumente usado pela empresa. O aprendizado nas áreas de engenharia de projeto e fabricação foi amplamente usado na família de aeronaves E2 (175/190/195), jatos comerciais da Embraer, sendo um exemplo claro de *spin off* na indústria nacional.

3.2. LHColus

Criada em 2008 por um ex-funcionário da Embraer e do IFI, a LHColus Tecnologia Ltda. é uma empresa totalmente nacional, localizada em São José dos Campos - SP, com 100% do capital privado e atua na consecução de projetos de engenharia aeronáutica.

A empresa foi selecionada para fornecer o pacote de assentos de tropas e as macas, incluindo toda a estrutura utilizada para a montagem

do assento na aeronave, como fitas e vigas. Todo o pacote, por avião, é composto por dezesseis mil itens e pesa cerca de 1.120kg. (RIBEIRO, 2017).

Segundo Sousa (2023), em complemento ao já mencionado pacote fornecido ao KC-390, a LHColus foi selecionada para entregar, também, os assentos de revezamento da tripulação, além de realizar análises de estruturas e revisão do projeto das fixações de painéis balísticos, como subcontratada da Aerotron.

3.3. Aerotron

A Aerotron é uma empresa localizada em Itajubá - MG, criada em 2009 por ex-funcionários da Helibras. Ela atua nos segmentos de aeronáutica e segurança pública, realizando os projetos, o desenvolvimento, a fabricação e o suporte de sistemas eletrônicos, eletromecânicos e mecânicos para aeronaves, sistemas de armamentos embarcados e soluções de proteção balística para aeronaves e veículos especiais.

Para a aeronave KC-390, conforme apresentado por Ribeiro (2017), após rigoroso processo de seleção e alta concorrência, a empresa foi selecionada e hoje fornece o pacote de proteção balística, com elevado nível tecnológico. Dentre as dificuldades apresentadas para esse serviço está a forte burocracia na importação de insumos.

3.4. AEL Sistemas

A AEL Sistemas é uma empresa sediada em Porto Alegre - RS, especializada em projetar, desenvolver, produzir, realizar a manutenção e dar o suporte logístico a sistemas eletrônicos militares e espaciais (AEL, 2023). Hoje ela tem 75% de seu capital pertencente a *Elbit Systems*, importante companhia israelense do ramo de defesa, e 25% da Embraer (SOUSA, 2023).

Segundo Ribeiro (2017), no Programa C-390 a AEL Sistemas participa do fornecimento do computador de missão, tendo ficado responsável pelo desenvolvimento do módulo X-86 e do *software* que faz a interface do computador com a aviãoica a bordo, e do *Head-Up Display* (HUD), ficando encarregada da confecção do *software*.

3.5. Akaer

A Akaer é uma empresa sediada em São José dos Campos - SP, fundada em 1992, especializada no desenvolvimento de produtos de alta tecnologia para os mercados aeroespacial e de defesa.

Conforme apresentado por Sousa (2023), para a aeronave KC-390 a Akaer projetou os *spoilers*, a fuselagem dianteira, o cone de cauda e a empenagem vertical. A companhia, hoje pertencente ao Grupo Akaer, é apontada como ator de sucesso nos programas estratégicos da FAB, participando também do avançado Projeto F-X, desenvolvimento e produção do Gripen E/F.

4. GANHOS TECNOLÓGICOS OBTIDOS PELA EMBRAER

4.1. Sistema *Fly-by-Wire*

Em relação às capacidades inovadoras desenvolvidas, a Embraer é responsável por todo o desenvolvimento do sistema *Fly-by-Wire* para a aeronave KC-390, o que ainda não havia ocorrido em programas anteriores (RIBEIRO, 2017). Esse sistema consiste no uso de sinais elétricos, transmitidos por fios, que permitem que o comando do piloto atue nas superfícies móveis, ou comandos de voo de uma aeronave, em substituição aos pesados cabos de aço (VINHOLES, 2021).

Pela primeira vez em sua história, a Embraer uniu as capacidades técnicas e organizacionais para todo o desenvolvimento do sistema *Fly-by-Wire*. O aprendizado dessa conquista teve início com o primeiro contato da Embraer com um sistema *Fly-by-Wire*, ocorrido no Programa AMX. Posteriormente, nos programas civis das aeronaves EMB 170/190/175/195, a Embraer decidiu desenvolver sistemas *Fly-by-Wire* com uma arriscada parceria com a *Honeywell*, pois não tinha domínio total sobre a tecnologia (CHAGAS JR et al., 2017).

Posteriormente, o salto de capacidades tecnológicas, proporcionado pelo desenvolvimento do KC-390, permitiu à Embraer lançar a segunda geração de jatos da família E2, com todo o *software* do sistema *Fly-by-Wire* desenvolvido com recursos internos da empresa (FRANCELINO, 2016). Fica aqui evidenciado mais um efeito de *spin off* na indústria aeronáutica brasileira.

Conforme informações adquiridas por meio de entrevista realizada com três engenheiros da Embraer, Sr. Fernando Antônio Fialho Pinto, Sr. Carlos Eduardo Tancredo Mussi e Sr. Marco Antônio Starter Stoco, diretamente ligados ao Programa C-390, eles enfatizaram que, considerando as características militares da aeronave KC-390, a gama de missões que ela pode cumprir, como lançamento de carga e reabastecimento em voo, e o padrão de certificação adotado para o *software*, militar e civil, o desenvolvimento do sistema *Fly-by-Wire* foi considerado um grande desafio e que sua formulação e integração representaram um salto tecnológico para a empresa e fonte de aprendizado para diversos engenheiros.

4.2. Trem de Pouso

A Eleb, empresa de trens de pouso da Embraer, desenvolveu um trem de pouso que suporta 84 toneladas. O processo envolvendo o projeto, o desenvolvimento, os testes e a fabricação do conjunto de trem de pouso principal e auxiliar do KC-390 levou cinco anos, dentro da fase de desenvolvimento da aeronave. Tal conquista constituiu um salto tecnológico expressivo para o segmento, principalmente quando se sabe que o trem de pouso da família ERJ 145 suporta 24 toneladas (FRANCELINO, 2016).

O desenvolvimento do KC-390 também mudou o paradigma de testes na Embraer. Destaca-se que o trem de pouso do KC-390 é muito alto, o que facilitou muito o desenvolvimento e a fabricação do trem de pouso do jato E2 (190) em tempo recorde (FRANCELINO, 2016).

4.3 Industrialização

As soluções de fabricação para construir o KC-390 foram diferentes das soluções usuais, e também geraram capacidades específicas na Embraer e em seus subcontratados brasileiros. O grau de automação é maior para a produção de aeronaves de grande porte. (FRANCELINO, 2016).

O desafio traçado pela Embraer envolveu desenvolver uma aeronave que abarcaria o envelope de voo da aeronave C-130 Hércules, mas em uma classe superior quanto a velocidade, altitude e peso. Para a empresa, foi inovadora a decisão de usar dois motores *turbofan* em um projeto de asa alta e o uso de um novo conceito de junção da asa à fuselagem (CORREA et al. 2023).

Conforme relatado pelos engenheiros, na mesma entrevista, o KC-390 é a aeronave com o maior peso máximo de decolagem e com o maior diâmetro de fuselagem já produzida pela Embraer.

A empresa desenvolveu um sistema automático para testes da aeronave, sendo realizados com o vetor ainda na linha produção, reduzindo problemas no avião já pronto, acarretando na diminuição de retrabalhos e ganhos no ciclo de produção do produto final. Esse processo foi, a partir de então, largamente utilizado pela companhia nas demais aeronaves da família E2.

Para a fabricação das asas foi utilizado, pela primeira vez pela Embraer, o alumínio-lítio, que é um tipo de liga de alumínio. Ele apresenta capacidades mecânicas aeronáuticas, assim como outros materiais, porém é mais leve.

Para a medição da aeronave, no fim da linha de produção, foi utilizada pela primeira vez a fotogrametria, que se trata de uma técnica capaz de fornecer as medidas reais da aeronave de forma ágil e precisa.

Por fim, devido às dimensões do KC-390, foi necessário que a empresa evoluísse no sistema de pesagem da aeronave, passando das balanças hidráulicas para o uso de plataformas eletrônicas.

4.4. Sistemas Embarcados

Com relação a sistemas embarcados, a Embraer acumulou muitas capacidades a partir da evolução da arquitetura do sistema de aviônicos do KC-390, além de trazer melhoria no processo de desenvolvimento de *software* embarcado (CORREA et al., 2023).

Segundo Ribeiro (2017), as soluções tecnológicas efetivadas pela Embraer no KC-390, como o sistema aviônico integrado, reduzem a carga de trabalho do piloto e aumentam a eficiência da aeronave no cumprimento de inúmeras missões.

4.5. Sistema Gerais

A Embraer enfrentou vários desafios no desenvolvimento de sistemas gerais para suas aeronaves, como a criação de um sistema de manuseio de carga altamente exigente, que atualmente é considerado um dos mais avançados do mundo. O sistema de combustível é igualmente complexo, com asa alta e tanque central, incorporando funções de recebimento e abastecimento, inclusive para reabastecimento de helicópteros em baixas velocidades (CORREA et al., 2023).

5. ANÁLISE DOS ENTREGÁVEIS DOS ACORDOS DE COMPENSAÇÃO (OFFSET)

A PComTIC Defesa envolve a transferência de conhecimentos técnicos, treinamento de pessoal, estabelecimento de *joint ventures* ou parcerias estratégicas, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, entre outras formas de colaboração. A ideia é permitir que a indústria nacional adquira conhecimento, tecnologia e capacidade produtiva para não apenas produzir e manter o equipamento adquirido, mas também para desenvolver produtos e serviços próprios na área de defesa (BRASIL, 2020c).

Essa política é vantajosa para o país comprador, pois contribui para o desenvolvimento tecnológico e industrial, gera empregos, estimula a inovação e fortalece a capacidade de defesa. Por outro lado, também beneficia o fornecedor estrangeiro, pois expande seu mercado, promove sua imagem institucional e estabelece parcerias estratégicas.

É importante ressaltar que a PComTIC Defesa envolve acordos comerciais complexos e requer a análise criteriosa dos benefícios mútuos, a proteção de segredos industriais e a consideração dos interesses estratégicos de ambos os países envolvidos.

O Ministério da Defesa, através da Portaria GM-MD N° 3.662, de 2 de setembro de 2021, estabeleceu as regras para a PComTIC Defesa, devendo ser aplicado em compras e contratações que gerem importação, realizadas pelas Forças Singulares ou órgãos que integram ou estão vinculados a ele (BRASIL, 2021).

Para as ações internas ao COMAER, foram aprovadas, em 2020, a reedição da Instrução que dispõe sobre os Preceitos para a Negociação de Acordos de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial na Aeronáutica (ICA⁶ 360-1) e a edição da Instrução que dispõe sobre a gestão dos acordos de compensação tecnológica, industrial e comercial no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (ICA 360-2).

Como os contratos para o desenvolvimento e a produção da aeronave KC-390 foram assinados com uma empresa nacional, a Embraer, a política de *Offset* segue o preconizado no Art. 2° da Portaria GM-MD N° 3.662 e no item 4 da ICA 360-1, que estabelece que as importações vinculadas a compras realizadas por empresas brasileiras contratadas devem ser seguidas de Acordos de Compensação entre a empresa estrangeira e o contratante.

Desta forma, após a escolha dos fornecedores estrangeiros pela FAB e pela Embraer, negociações foram e estão sendo feitas junto às empresas para que cumpram com as regras de compensação preconizadas nos referidos documentos.

Por se tratar de desenvolvimento de uma nova aeronave, sendo possível a necessidade de troca de fornecedores, inclusão ou diminuição dos itens de compra, assim como o insucesso no desenvolvimento, os Acordos foram sendo negociados paulatinamente, à medida que os processos de aquisição se tornavam mais robustos e fiéis ao planejamento inicial.

Por consequência, até hoje, cinco Acordos foram assinados com as seguintes empresas: *Thales Avionics SAS*, *Rockwell Collins Inc*, *BAE Systems Controls Inc*, *Robde & Schwarz* e *International Aero Engines AG* (IAE). Outras empresas se enquadram nas regras previstas para a celebração de um Acordo de Compensação, conforme preconiza o MD, porém as negociações ainda estão em andamento, como com a *Rafael Advanced Defense Systems Ltd* e a *Selex Galileo Inc*.

A seguir serão apresentadas informações colhidas dos Acordos de Compensação e de seus respectivos Termos Aditivos.

6 ICA: Instrução do Comando da Aeronáutica

5.1. *Thales Avionics SAS*

A *Thales Avionics SAS* é uma empresa francesa, líder global em tecnologia e fornecedora de soluções, serviços e produtos para a área de segurança de defesa.

Para os projetos de desenvolvimento e produção da aeronave KC-390, ela foi escolhida para fornecer o Sistema de Navegação Inercial e, para compensar a compra feita pelo Brasil, foi negociado e assinado, em 2014, o Acordo de Compensação entre a União e a empresa.

Em 2018 o Acordo foi considerado encerrado, após o inteiro cumprimento das obrigações contratuais pela *Thales*.

Como Projeto de Compensação⁷ executado, foram fornecidos à empresa brasileira TAP-ME, beneficiária⁸ do Acordo, a capacidade e o conhecimento para prover os serviços de suporte relacionados ao Sistema de Navegação Inercial (*High Performance Inertial Reference System* - HPIRS).

A transferência de tecnologia consistiu na entrega de equipamentos e *software*, em treinamentos no país e no exterior e na habilitação final para a TAP-ME realizar assistência técnica às oficinas nas fases de desenvolvimento, produção e operação da aeronave KC-390.

Porém, em 2021, a TAP-ME, filial de manutenção e engenharia da TAP Air Portugal (TAP), teve suas atividades encerradas devido às dificuldades financeiras que atingiram a companhia portuguesa, advindas principalmente da pandemia de COVID-19 (SOUSA, 2023).

5.2. *Rockwell Collins Inc*

A *Rockwell Collins Inc*, hoje *Collins Aerospace*, é uma empresa subsidiária da *United Technologies Corporation*, um dos maiores fornecedores mundiais de produtos aeroespaciais de defesa.

Para a aeronave KC-390, a *Rockwell Collins Inc* está fornecendo toda o sistema de aviônicos, ou seja, toda a parte eletrônica a bordo. Seguindo as determinações previstas na política de *Offset*, foi assinado, em 2013, o Acordo de Compensação, tendo ainda, em 2019, ocorrida a celebração de um Termo Aditivo.

7 Projeto de Compensação: Documento obrigatório, integrante do Plano de Aplicação de Compensação, que descreve detalhadamente as tarefas a serem executadas pelas partes envolvidas e que especifica a contrapartida pactuada como obrigação da Contratada/Ofertante em favor do beneficiário, a qual poderá ser constituída por uma ou mais Transações de Compensação (BRASIL, 2020c).

8 Beneficiário (a): Órgão ou Entidade da administração pública, direta e indireta, ou pessoa jurídica de direito privado que se beneficiará da Compensação, comprometida com um Projeto ou Transação de Compensação (BRASIL, 2020c).

Até o momento, parte dos Projetos de Compensação já foram executados, tendo as empresas Rockwell Collins do Brasil e AEL Sistemas S.A. como beneficiárias.

Para a Rockwell Collins do Brasil, a execução dos projetos proporcionou à empresa a capacidade de desenvolver sistemas e o *software* da aviãoica que equipa a aeronave KC-390, através da transferência de tecnologia (equipamentos, manuais e ferramentas), treinamento e suporte técnico.

Quanto à empresa AEL Sistemas S.A, a ela foi fornecido o conhecimento para a integração do equipamento AFDV (*Avionics Full Duplex Ethernet*) em equipamentos de empresas brasileiras. Foram disponibilizados treinamentos e acesso às documentações necessárias.

O Acordo ainda está em andamento, com projetos a serem executados pela empresa, que não serão analisados neste trabalho.

5.3. BAE Systems Controls Inc

A *BAE Systems Inc* é uma empresa internacional de defesa, aeroespacial e segurança que fornece uma gama completa de produtos e serviços para forças aéreas, terrestres e navais, bem como eletrônica avançada, segurança, soluções de tecnologia da informação e serviços de suporte ao cliente.

Para o projeto KC-390 a companhia está fornecendo os sistemas de comandos de voo. Como forma de compensar as compras foi assinado, em 2013, o Acordo de Compensação e, em 2019, feita a assinatura de um Termo Aditivo.

Até hoje, somente um Projeto de Compensação foi totalmente executado e teve a Embraer como beneficiária, sendo ela capacitada a desenvolver *softwares*. O projeto baseou-se no fornecimento de acesso a sistemas e treinamento.

O Acordo ainda está em andamento, tendo Projetos que serão ainda realizados pela empresa e que não serão analisados neste estudo.

5.4. Rohde & Schwarz

A *Rohde & Schwarz* é uma empresa alemã que desenvolve, produz e comercializa uma ampla variedade de produtos eletrônicos, incluindo sistemas de comunicações, reconhecimento e segurança para forças armadas.

A empresa fornece ao KC-390 os rádios de comunicação U/VHF. O valor referente à essa compensação foi transferido para o Acordo de Compensação vinculado ao projeto de modernização das aeronaves E-99, também executado pela Embraer e gerenciado pela COPAC, pois nele também há a compra de equipamentos da *Rohde & Schwarz*.

O Acordo ainda está em andamento, tendo a Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL), empresa estatal brasileira fabricante de armas e munições, como beneficiária. O projeto consiste na transferência de tecnologia, a fim de capacitar a indústria nacional a atuar no ambiente de desenvolvimento de forma de onda.

Até o momento, foi realizada a capacitação da beneficiária, envolvendo módulos de treinamento online e presencial, bem como o fornecimento dos manuais de operação do ambiente. Entretanto, devido à situação geopolítica na Europa, a exportação dos equipamentos, que são de uso restrito, ainda não foi autorizada pelo governo alemão.

5.5. *International Aero Engines AG (IAE)*

A *International Aero Engines* é um consórcio formado por cinco fabricantes de motores aeronáuticos: *Pratt & Whitney (P&W)*, *Rolls-Royce*, *Japanese Aero Engine Corporation*, *MTU Aero Engines* e *Fiat*, e tem como foco entregar a mais avançada tecnologia em soluções de motores para a indústria.

Para a aeronave KC-390, a IAE fornece os motores V2500 e o Auxiliary Power Unity (APU), fabricados pela Pratt & Whitney (P&W). O Acordo de Compensação (*Offset*) foi assinado em 2019.

Devido ao alto custo dos motores, o Acordo contempla um alto valor a ser compensado. Apesar de nenhum dos Projetos de Compensação ter sido completamente realizado, um deles está com sua execução bem avançada, e consiste na instalação de uma oficina de reparos para os motores PT6 e PW200 em São José da Lapa - MG, município localizado próximo à Belo Horizonte - MG, tendo a *Pratt & Whitney Canada* do Brasil e a Indústria de Aviação e Serviços (IAS) como beneficiárias.

Para as informações sobre os objetivos e resultados parciais destes Projetos, o Sr. Renato Rafael, Gerente Geral da *Pratt & Whitney Canada* do Brasil (P&W do Brasil) e responsável direto pela implementação e operacionalização das capacidades recebidas, forneceu informações importantes sobre os efeitos parciais do *Offset*, por meio de uma Carta destinada a este pesquisador.

O Sr. Renato Rafael expressou a importância do Acordo de Compensação para a P&W do Brasil, pois tem sido de extrema relevância para a empresa, trazendo benefícios significativos para a indústria aeroespacial brasileira.

Foi relatado ainda que, o Acordo proporcionou à P&W do Brasil a oportunidade de estabelecer uma oficina própria para realização de reparos especializados e revisão geral (*overhaul*) nas famílias dos motores PT6A e PW200. Essa capacidade local de manutenção tem sido fundamental para atender às crescentes demandas dos clientes brasileiros e fortalecer a indústria aeroespacial nacional. A presença de uma oficina própria no Brasil

permite uma resposta rápida e eficiente aos clientes, reduzindo o custo logístico, diminuindo o tempo de inatividade das aeronaves e otimizando a disponibilidade dos motores.

Além disso, Sr. Renato Rafael ressaltou que a implementação da oficina criou oportunidades para o desenvolvimento da capacidade e aumento de tecnologia de empresas nacionais como fornecedores de serviços especializados, que atendam os mais altos padrões de qualidade exigidos por fabricante de artigos aeronáuticos internacionais. Tanto a implementação da P&W do Brasil, quanto a capacitação dessas empresas tem gerado dezenas de empregos diretos e indiretos, incluindo a formação e especialização de técnicos e engenheiros em manutenção, reparos e revisão geral em motores aeronáuticos, cabendo salientar que são gerados empregos de qualidade na sua maioria, onde o nível de formação acadêmica, especializações técnicas é bastante exigido e obviamente também a remuneração total e benefícios é maior que a média nacional.

Essa expertise local contribui para o crescimento da cadeia de suprimentos e aumentou a competitividade do setor aeroespacial brasileiro no mercado global.

Uma das grandes vantagens é a transferência de tecnologia e treinamentos providos pela *Pratt & Whitney Canada*, que este ano completa 95 anos de existência, com mais de 1 bilhão de horas voadas e 60 anos de experiência no desenvolvimento e fabricação do motor PT6A. A transferência de conhecimento técnico e práticas de excelência é fundamental para fortalecer a indústria nacional e permitir que o Brasil se posicione como um centro de excelência em serviços de manutenção e reparo de motores aeronáuticos.

Prosseguindo, Sr. Renato Rafael afirma que o Brasil é considerado um dos principais mercados mundiais pela *Pratt & Whitney Canada*, pois, dentro dos 110.000 motores fabricados, quase 67.000 motores ainda estão em operação e desses há uma frota de aproximadamente 3.500 motores no país. Esses motores, conhecidos por sua comprovada versatilidade e confiabilidade, têm desempenhado um papel fundamental em diferentes setores da aviação, desde a aviação geral até a aviação regional e executiva, destacando-se a utilização expressiva na aviação militar.

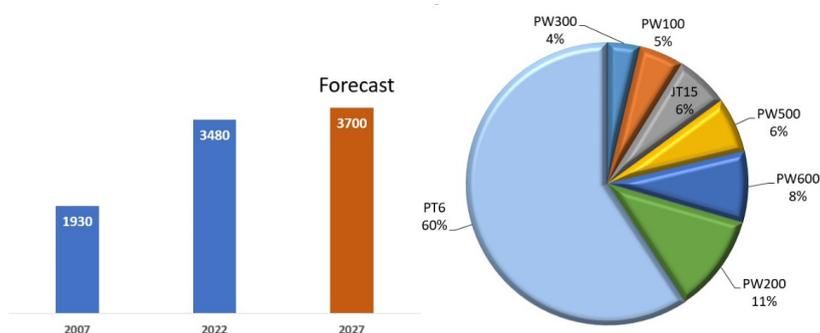
A tendência de crescimento do mercado brasileiro, impulsionada pelas particularidades do país, como seu tamanho continental e suas necessidades logísticas, proporciona à Pratt & Whitney do Brasil ampliar sua presença e fornecer suporte especializado para essas aeronaves.

Por fim, o Sr. Renato Rafael ratificou o quanto o Projeto de Compensação tem sido de extrema importância para a P&W do Brasil. Ele tem permitido a implementação de uma oficina própria, capacitando empresas locais como fornecedores de serviços especializados, gerando empregos de

alta qualidade, além de trazer transferência de tecnologia e treinamento da *Pratt & Whitney Canada*.

O gráfico 1 demonstra o crescimento na quantidade de motores em operação no Brasil produzidos pela P&W, representado pela quantitativo nos anos de 2007, 2022, além da previsão para 2027. O gráfico apresenta também a distribuição local, atual, por modelo de motor.

Gráfico 1 - Crescimento e distribuição da frota de motores no Brasil.



Fonte: *Pratt & Whitney Canada do Brasil* (2023).

Ele e sua empresa acreditam que essa parceria fortalece a indústria aeroespacial brasileira, impulsiona o desenvolvimento econômico do país e lhes posiciona como líderes na prestação de serviços de manutenção e reparo de motores aeronáuticos.

CONCLUSÃO

A necessidade preeminente de substituição das lendárias aeronaves de transporte, C-130 Hércules, que possuíam já décadas de serviços prestados ao país, levou militares e civis a se engajarem no desenvolvimento de um vetor nacional.

Somado a isso, houve um entendimento acerca da importância de se edificar uma base industrial de defesa sólida e independente da cadeia de logística global.

Tudo isso culminou na decisão da FAB de projetar e fabricar tais aeronaves em solo brasileiro a fim impulsionar a capacidade industrial do país, assim como garantir seus suprimentos com matéria prima aeronáutica nacional.

A Embraer foi a parceira escolhida para compartilhar desse desafio. Apesar de ser a terceira maior fabricante de aeronaves no mundo,

produzir vetores militares de grande porte e multimissão, com todas suas particularidades, era um campo desconhecido para a empresa, até aquele momento. Assim foi iniciado, em 2009, o desenvolvimento, e posteriormente, a produção da aeronave KC-390.

A decisão converge com os planejamentos estratégicos mais recentes divulgados pelo MD, por meio da PND e da END, assim como pela FAB através de seu PEMAER e da Concepção Estratégica “Força Aérea 100”. Tais pensamentos corroboram com diversos pesquisadores que consideram fundamental para uma nação desenvolver sua própria indústria de defesa.

Apesar do Brasil possuir uma base pouco expressiva de fornecedores nacionais de equipamentos aeronáuticos, foram identificadas cinco empresas brasileiras que participaram, com maior relevância, do ciclo de desenvolvimento e produção da aeronave, Eleb, AEL Sistemas, Aerotron, LHColus e Akaer. Porém, outras cinquenta empresas brasileiras também participam do projeto apenas para o fornecimento de peças primárias, ferramentais, plataformas, dentre outros equipamentos menos complexos ou com baixa tecnologia envolvida em sua produção.

Quanto aos ganhos tecnológicos obtidos pela Embraer, foram apresentados o desenvolvimento do sistema *Fly-by-Wire* e do trem de pouso, aspectos ligados a industrialização, a sistemas embarcados e a sistemas gerais. O desenvolvimento de alguns sistemas foi muito importante para a empresa e permitiu que ela lançasse a geração de jatos da família E2, como, por exemplo, a evolução na concepção do *software* do sistema *Fly-by-Wire*, desenvolvido com recursos internos da empresa.

No entanto, no que tange aos Acordos de Compensação, os efeitos ainda não são tão animadores, tendo em vista que muitos projetos ainda não foram plenamente executados e pouco foi entregue até o presente momento. Com exceção da empresa P&W do Brasil, beneficiária do Acordo de Compensação com a empresa IAE, que já sente os efeitos e benefícios do Acordo, visto a implementação de uma oficina própria, a capacitação de empresas locais como fornecedores de serviços especializados, a geração de empregos de alta qualidade, além da transferência de tecnologia e dos treinamentos fornecidos da *Pratt & Whitney Canada*, gerando bons resultados e evolução para a empresa.

Desta forma, conclui-se que o desenvolvimento (Projeto KC-X) e a produção da aeronave KC-390 (Projeto KC-390) apresentam-se como fatores positivos para o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa, considerando a participação ativa de empresas nacionais nos Projetos e diretamente da Embraer, porém, pouco efetiva quanto aos Acordos de Compensação, tendo como exceção o resultado que vem apresentando a P&W do Brasil, diante dos benefícios que tem recebido do Acordo com a IAE.

Quanto à evolução da Embraer, a conclusão deste trabalho ratifica o entendimento de Correa et al. (2023), quando afirma que os desafios tecnológicos colocados pelo Projeto KC-390 levaram à acumulação de capacidades de inovação avançadas em desenvolvimento e integração de sistemas, em níveis de complexidade condizentes com a fronteira tecnológica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Leandro Leite de. As lições do conflito russo-ucraniano para a Base Industrial de Defesa Brasileira. *Observatório Militar da Praia Vermelha*. ECEME: Rio de Janeiro, 2022.

BARROS, Henrique Lins de. *Santos-Dumont: o homem voa*. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 2000.

BONOTTO, Márcio Bruno; CALLADO JÚNIOR Hamilton Lima da Rocha. A Influência dos Projetos da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate na capacitação da Indústria Nacional de Defesa. ECEMAR: Rio de Janeiro, 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. *Base Aérea de Anápolis recebe a primeira aeronave KC-390 com certificação FOC*. Anápolis, GO, 2023a. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/40990/CAPACIDADE%20-%20Base%20A%C3%A9rea%20de%20An%C3%A1polis%20recebe%20a%20primeira%20aeronave%20KC-390%20com%20certifica%C3%A7%C3%A3o%20FOC>. Acesso em: 01 jun. 2023.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.597/GC3, de 10 de outubro de 2018. Aprova a reedição da DCA 11-45 “Concepção Estratégica – Força Aérea 100”. *Boletim do Comando da Aeronáutica*, Brasília, DF, n. 180, f. 11265-11266, 15 out. 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 - 2027 (PCA 11-47). *Boletim do Comando da Aeronáutica*, Brasília, DF, n. 222, f. 14766-14767, 20 dez. 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 82/4SC, de 30 de outubro de 2020. Aprova a reedição da NSCA 410-1 “Estrutura, Atribuições e Funcionamento do Sistema de Mobilização Aeroespacial – SISMAERO”. *Boletim do Comando da Aeronáutica*, Brasília, DF, n. 205, f. 14983-14984, 12 nov. 2020a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Portaria n° 393/GC4, de 20 de março de 2020. Aprova a reedição da Instrução que dispõe sobre os Preceitos para a Negociação de Acordos de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial na Aeronáutica. (ICA 360-1). *Boletim do Comando da Aeronáutica*, Brasília, DF, n. 49, f. 3652-3653, 24 mar. 2020b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Portaria DCTA n° 30/SDT, de 2 de junho de 2020. Aprova a edição da Instrução que dispõe sobre a gestão dos acordos de compensação tecnológica, industrial e comercial no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (ICA 360-2). *Boletim do Comando da Aeronáutica*, Brasília, DF, n. 99, f. 6697-6698, 08 jun. 2020c.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. *Diretriz do Comandante*. Brasília, DF. 2023b. Disponível em: https://issuu.com/portalfab/docs/diretrizes_do_comandante_-_2023_ten_brig_damasceno#:~:text=Miss%C3%A3o%2DS%C3%ADntese%3A%20%E2%80%9CMANTER%20A,A%20DEFESA%20DOS%20INTERESSES%20NACIONAIS%E2%80%9D. Acesso em: 02 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa. *Política Nacional de Defesa*. Brasília, DF: MD, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/copy_of_pnd_e_end_2016.pdf. Acesso em: 22 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria GM-MD n° 3.662, de 2 de setembro de 2021. Estabelece a Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa - PComTIC *Defesa*. *Diário Oficial da União*, edição 169, seção 1, Brasília, DF, p. 9, 06 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria GM-MD n° 5.807, de 28 de novembro de 2022. Aprova o Manual de Mobilização Militar – MD41-M-02 (2ª Edição/2022). *Diário Oficial da União*, edição 227, seção 1, Brasília, DF, p. 7, 05 dez. 2022.

CHAGAS JR., Milton de Freitas; LEITE, Dinah Elize Sales; JESUS, Gabriel Torres de. “Processos acoplados” como capacidades dinâmicas na integração de sistemas. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, [S. l.], v. 57, n. 3, p. 245–257, 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/view/68558>. Acesso em: 17 jun. 2023.

CORREA, Gilberto Mohr; FRANCELINO, Josiane de Araújo. CALIARI, Thiago; URBINA, Lígia M S. *Programas estratégicos de Defesa e Capacitação Tecnológica In SANTOS, T.; LESKE, A. Economia de Defesa: aportes teóricos, novos temas e o caso do Brasil*. 2023 (no prelo).

DAGNINO, Renato. Em que a Economia de Defesa pode ajudar nas decisões sobre a revitalização da Indústria de Defesa brasileira? *Revista de economia heterodoxa*. Rio de Janeiro, nº 9, ano VII, 2008.

FRANCELINO, Josiane de Araújo. *Impactos tecnológicos de programas de aquisição de aeronaves militares sobre o nível de capacitação da indústria aeronáutica brasileira*. São José dos Campos, SP, 2016.

JOHANSEN, Bob. *Leaders Make the Future: Ten New Leadership Skills for an Uncertain World*. 2. ed. Berret-Koehler Publishers, 2012.

LIPTON, Eric. *De mísseis a rolamentos, Pentágono tem dificuldades para alimentar máquina de guerra*. Estadão, 24 de abr. de 2023. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/internacional/de-misseis-a-rolamentos-pentagono-tem-dificuldades-para-alimentar-maquina-de-guerra/>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LONGO, Waldimir Pirró e. *Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento*. Tensões Mundiais, v. 3, n. 5, p. 111–143, 2022. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/tensoesmundiais/article/view/722>. Acesso em: 22 fev. 2023.

LIMA, Alexander de Mello. Avaliação da sustentação das Capacidades Tecnológicas transferidas por meio de Compensação Industrial e Tecnológica (*Offset*) no Comando da Aeronáutica. ECEMAR. Rio de Janeiro, 2022.

MEILINGER, Phillip S. *Dez proposições referentes ao Poder Aéreo*. Air and Space Power Journal em Português. 1º trimestre, 1996.

MELO, Regiane de. *Indústria de Defesa e Desenvolvimento Estratégico: estudo comparado França-Brasil*. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2015.

MITCHEL, William. *Winged Defense: The Development and Possibilities of Modern Air Power. Economic and Military (Alabama Fire Ant) Paperback* – Illustrated, March 3, 2010.

RAFAEL Renato. *Parecer sobre o acordo de compensação (offset) do projeto KC390 e a importância para a Pratt & Whitney do Brasil*. São José da Lapa, MG, 01 jun. 2023.

RIBEIRO, Cássio Garcia. *Desenvolvimento tecnológico nacional: o caso KC-390*. Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8953/1/Desenvolvimento%20tecnol%c3%b3gico.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SCHUMPETER, Joseph Alois. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico (1934)*. Tradução de Maria Sílvia Possas. Coleção Os Economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SILVA FILHO, Edison Benedito da; MORAES, Rodrigo Fracalossi de. *Da Guerra Contra o Terror à Crise Econômica Internacional: Perspectivas para a Defesa Brasileira em um Cenário de Transição nos Gastos Militares Mundiais*. Boletim de Economia e Política Internacional, n. 13, p. 17-34, jan. / abr. 2013.

VINHOLES, Thiago. *Quando o avião virou arma, 2020*. AIRWAY. Disponível em: <https://www.airway.com.br/quando-o-aviao-virou-arma/>. Acesso em 02 mar. 2023.

VINHOLES, Thiago. *Full fly-by-wire: o sistema que revolucionou os aviões da Embraer, 2021*. AIRWAY. Disponível em: <https://www.airway.com.br/full-fly-by-wire-o-sistema-que-revolucionou-os-avioes-da-embraer/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

