

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NACIONAL: O CASO KC-390¹

Cássio Garcia Ribeiro²

1 INTRODUÇÃO

A missão da Força Aérea Brasileira (FAB) é manter a soberania do espaço aéreo do país com vistas à defendê-lo. Ademais, convém ressaltar que por ser partícipe de tratados internacionais, o espaço aéreo brasileiro tem uma cobertura que corresponde a três vezes a dimensão do país. Nesse sentido, uma porção significativa do Oceano Atlântico está sob a responsabilidade do Brasil, o que reforça a importância, do ponto de vista geopolítico, da existência de uma Força Aérea equipada, com infraestrutura técnica e recursos humanos que lhe permitam dar conta do monitoramento dessa ampla extensão.

Para cumprir sua missão a contento, com base no conceito de ciclo de vida dos equipamentos que utiliza, existe na FAB, em algumas de suas divisões e subdivisões, competências ligadas à aquisição e modernização/*upgrade* tecnológico dos equipamentos do seu acervo. É importante salientar que a aquisição realizada pela FAB não se resume ao ato licitatório, envolvendo outras atividades, tais como concepção, engenharia, teste e avaliação. Ademais, não raro, diferentemente da maioria dos adquirentes do setor público, a aeronáutica adquire equipamentos que não estão na “prateleira”, ou seja, compra o desenvolvimento de produtos de defesa.³ Um exemplo recente e emblemático dessa modalidade de aquisição realizada pela FAB foi a encomenda do desenvolvimento de um avião cargueiro tático, em 2009, junto à Embraer, dando ensejo ao programa KC-390.

1. O autor agradece as contribuições de André Tortato Rauhen e Flávia de Holanda Schimidt Squeff, bem como a atenção dispensada ao pesquisador e à presente pesquisa pelos entrevistados. Os erros e omissões são de responsabilidade do autor.

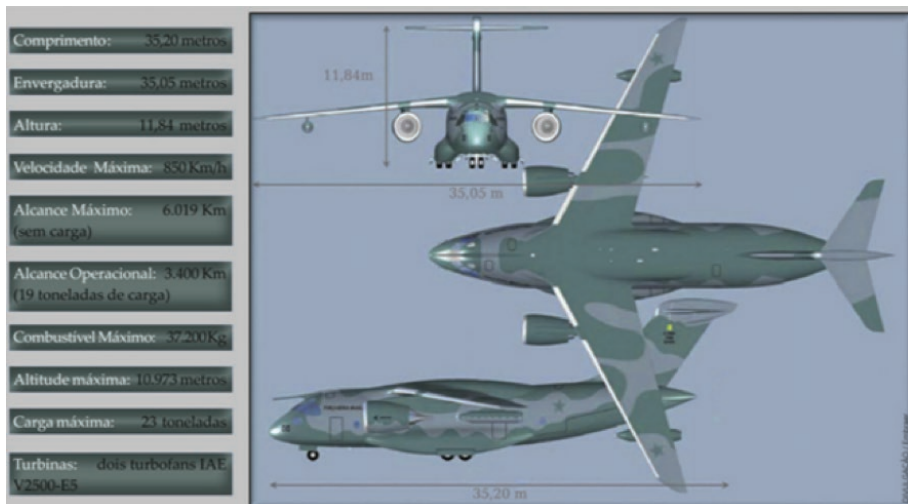
2. Professor adjunto do Instituto de Economia da Universidade de Uberlândia (IE/UFU) e pesquisador visitante da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

3. A Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012, apresenta a seguinte definição sobre Produto de Defesa (ou Prode): “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, 2012).

Inicialmente foram encomendados dois protótipos dessa aeronave. Em seguida, após a realização de uma série de atividades com vistas a assegurar a maturidade tecnológica do produto em questão, em 2014, a FAB encomendou a produção de 28 unidades desse avião (figura 1). O KC-390 substituirá o turboélice C-130 (Hércules) atualmente em uso nas missões⁴ da aeronáutica. O novo cargueiro possui capacidade para transportar 23 toneladas, foi projetado para fazer pousos em pistas semipreparadas e não preparadas e operar em condições climáticas extremas. No compartimento de carga, é possível transportar aeronaves semidesmontadas, blindados, peças de artilharia e armamentos. Dependendo do perfil da missão, o KC-390 pode transportar 80 soldados equipados, 64 paraquedistas ou 74 macas mais uma equipe médica. Tal aeronave pode alcançar uma velocidade de até 870 km/h (Portal EBC, 2015).

O KC-390 conta com tecnologia no estado da arte em termos de guerra eletrônica. Ademais possui capacidade ativa e passiva contra mísseis infravermelho e blindagem (Silveira, 2014a). Trata-se da maior aeronave já produzida na América Latina, com sistema de comando de voo de última geração e reduzidos custos de operação e manutenção. Diante disso, há um otimismo muito grande por parte da Embraer e do governo brasileiro sobre as perspectivas de exportações do KC-390.

FIGURA 1
Ficha técnica do KC-390



Fonte: Defesanet (2014).

4. Entre as missões que poderão ser realizadas com o KC-390, destacam-se as seguintes: transporte de tropas e equipamentos, reabastecimento em voo, busca e resgate e evacuação aeromédica.

Inserido no contexto marcado pela Estratégia Nacional de Defesa e reaparelhamento das forças armadas, a encomenda do KC-390 cumpre uma dupla função: *i*) suprir as demandas operacionais da FAB; e *ii*) estimular o desenvolvimento e a capacitação tecnológica da indústria aeronáutica brasileira. Tendo em vista as cifras envolvidas, o esforço tecnológico requerido e o conteúdo tecnológico subjacente a um projeto de uma aeronave, são inequívocas as potencialidades de desenvolvimento que a encomenda do KC-390 traz em seu bojo.

Portanto, é premente a necessidade de pesquisas que busquem descrever essa encomenda, que se encaixa em um quadro mais amplo, das experiências brasileiras recentes em termos de política de inovação pelo lado da demanda. O objetivo principal deste estudo é justamente esse, ou seja, analisar o processo de planejamento e execução da encomenda da aeronave KC-390 pela FAB. Convém chamar atenção para o fato de que o presente estudo analisa tal objeto à luz das políticas de inovação que atuam pelo lado da demanda e sob uma perspectiva neoschumpeteriana na qual são fundamentais para o processo de convergência tecnológica, o aprendizado, a interação e a correta intervenção governamental.

Em relação ao objeto de análise deste capítulo, é possível elencar os seguintes objetivos específicos, conforme listados a seguir.

- 1) Apresentar o contexto de atuação da política selecionada, analisando os objetivos e as justificativas que apoiaram a decisão da aeronáutica em contratar a Embraer para o desenvolvimento do novo avião.
- 2) Identificar os atores relevantes e analisar seu perfil de atuação no projeto do KC-390 (Força Aérea, Embraer Defesa e Segurança, fornecedores de equipamentos e serviços críticos).
- 3) Investigar os desafios e a capacitação tecnológica decorrente do programa KC-390, entre os atores (brasileiros) listados no item anterior.
- 4) Apurar os principais entraves à realização dos objetivos do projeto ora investigado.

1.1 Detalhamento da metodologia

A pesquisa apresentada neste capítulo apoia-se em um estudo de caso. Trata-se do método mais indicado tendo em vista os objetivos da pesquisa, uma vez que permite um olhar pormenorizado sobre o objeto investigado. Nesse sentido, a escolha do projeto KC-390 justifica-se por se tratar de um caso emblemático no contexto recente de reaparelhamento das forças armadas, mais especificamente da FAB. Primeiramente, é importante frisar que a encomenda do novo jato da Embraer abarcou uma etapa de desenvolvimento. Logo, estamos diante de um

caso aderente ao objetivo deste livro, qual seja, examinar a adoção de políticas de inovação pelo lado da demanda no contexto brasileiro.

O KC-390 é a maior aeronave desenvolvida e fabricada no Brasil, com tecnologia de última geração e dotado de grande potencial de exportação. Além disso, ao contrário do projeto FX-2,⁵ o projeto KC-390 foi contratado junto a uma fabricante brasileira. Portanto, um estudo detalhado sobre o projeto possui potencial para elucidar as características, potencialidades, impactos e obstáculos à adoção de encomendas pré-comerciais e de cunho inovativo no Brasil.

Quanto aos procedimentos metodológicos adotados neste estudo, o presente capítulo apoia-se no seguinte ferramental: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo. No que se refere à pesquisa bibliográfica, a partir da seleção e leitura de artigos, livros, capítulos de livro, dissertações e teses, seu alvo principal foi trazer à tona elementos que contribuíssem com a análise dos seguintes temas: as competências reunidas nas divisões e subdivisões da FAB para a aquisição do desenvolvimento de produtos de defesa; os programas da FAB e seus desdobramentos sobre a indústria aeronáutica brasileira; e a caracterização da cadeia aeronáutica brasileira.

Em relação à pesquisa documental, foi sistematizada uma série de dados e informações (referentes a documentos como legislações, Diário Oficial da União, portarias, instruções, notas técnicas, artigos jornalísticos etc.), que auxiliaram na compreensão de alguns tópicos do estudo, tais como: organograma da FAB e atribuições (tais como: definição da necessidade da compra de novos equipamentos, definição dos requisitos, licitação, acompanhamento do contrato, celebração e acompanhamento de contratos de *offset* etc.), assumidas por suas divisões e subdivisões no decorrer dos processos pré-licitatório e licitatório da aeronave KC-390; empresas participantes (nacionais e estrangeiras) e seu envolvimento nas fases de desenvolvimento e posterior fabricação dos protótipos. Visto que o KC-390 representa um projeto relativamente recente, o levantamento bibliográfico realizado identificou poucos trabalhos científicos versando sobre tal projeto. Nesse sentido, uma parte importante das informações apresentadas neste estudo sobre as etapas pré-contratação e pós-contratação do KC-390 dizem respeito a notícias e matérias veiculadas na imprensa e, principalmente, em portais da internet (sobretudo aqueles especializados no setor aeronáutico).

No que diz respeito à pesquisa de campo, este capítulo apresenta informações coletadas em entrevistas presenciais,⁶ apoiadas em questionários semiestruturados, com os seguintes atores: Ministério da Defesa, Comissão Coordenadora do Programa

5. O Projeto FX-2 destina-se à modernização da frota de aeronaves militares supersônicas da FAB. A caracterização desse projeto, contratado junto à empresa sueca Saab, é feita, em um box na seção 3.1 deste capítulo.

6. A entrevista com o diretor da empresa Aerotron foi realizada por telefone.

Aeronave de Combate (Copac), Instituto de Fomento Industrial (IFI), Embraer, Eleb, LHColus, Ael Sistemas e Aerotron. Foram realizadas, em meados de 2015, oito entrevistas que contaram com a participação de funcionários de alta patente da FAB e com os diretores das empresas investigadas, com duração aproximada de uma hora e meia a três horas. O objetivo da pesquisa de campo foi captar a visão dos principais atores envolvidos no Programa do KC-390, trazendo à tona informações que permitissem enriquecer os achados propiciados pelas pesquisas bibliográfica e documental. Os roteiros das entrevistas foram elaborados de acordo com as especificidades da atuação desses atores no referido Programa.

2 ENCOMENDAS TECNOLÓGICAS REALIZADAS PELA FAB

Na década de 1960, no auge da guerra fria, o Estado brasileiro assumiu o protagonismo do processo de consolidação do parque industrial brasileiro, seja por meio da criação de empresas estatais, seja desempenhando um importante papel de comprador (Santos, 1994). Foi nesse contexto que surgiu a indústria aeronáutica brasileira.

A formação da indústria aeronáutica brasileira confunde-se com os programas (sobretudo de aquisição e desenvolvimento de aeronaves) levados a cabo pela FAB. Tais programas foram fundamentais do ponto de vista do desenvolvimento de capacidade tecnológica do setor aeronáutico brasileiro, especialmente no que diz respeito à principal empresa desse setor (Cabral, 1987).

Convém chamar a atenção para o fato de que a Embraer foi concebida pelo Ministério da Aeronáutica (Maer),⁷ em 1969, para a fabricação da aeronave EMB-110 Bandeirante. O desenvolvimento dessa aeronave foi feito pelo Centro Técnico da Aeronáutica (CTA), atual Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Os protótipos foram desenvolvidos pela equipe do CTA em 1968, e a FAB resolveu criar uma empresa para realizar a produção seriada da aeronave. Todavia, apesar de ter recebido a incumbência de fabricar o Bandeirante para a FAB a partir dos protótipos do CTA, quando de sua criação, a Embraer não tinha o *know-how* necessário para a produção de aviões em série.

A FAB contribuiu para alterar esse quadro comprando o EMB-326 Xavante, projeto adquirido sob licença da empresa italiana AerMachhi. A produção do Xavante capacitou a Embraer para a produção seriada do Bandeirante e das aeronaves subseqüentes projetadas pela empresa.⁸ Originalmente, o Bandeirante

7. É importante frisar que o Ministério da Aeronáutica (MAER) existiu até 1999, ano em que foi criado o "Ministério da Defesa e as três Forças (Exército, Marinha e Aeronáutica) tornaram-se subordinadas ao Ministério da Defesa" (Francelino, 2016, p. 28).

8. De acordo com o relato obtido na entrevista na Embraer "A empresa não teria tido o sucesso que alcançou no mercado, primordialmente na aviação comercial civil, se a gente não tivesse tido aquela produção sob licença do Xavante para aprender direito o que precisava para fazer avião em série (sic)".

era um projeto para a FAB. Todavia, essa aeronave acabou alcançando um grande sucesso mundial na aviação regional, permitindo, inclusive, que a Embraer se colocasse no mercado norte-americano, ainda na década de 1970.⁹

O EMB-312 Tucano é outro exemplo de sucesso da parceria entre a FAB e a Embraer. Trata-se de um avião de treinamento militar, também desenvolvido com base em requisitos apresentados pela FAB, para ser utilizado na Academia da Força Aérea (AFA). O Embraer EMB-314 Super Tucano, aeronave que representa uma evolução do Tucano, também é resultado dessa parceria entre a FAB e a Embraer.

Entre os programas demandados pela FAB, merece destaque, pelos impactos que trouxe à Embraer e a outras empresas da indústria aeronáutica do país, o projeto AMX,¹⁰ parceria entre os governos do Brasil e da Itália (Francelino, 2016). Frischtak (1994) elenca, em seu estudo, uma série de capacitações obtidas pela fabricante de aviões brasileira a partir dessa parceria italo-brasileira, entre as quais é possível destacar: capacidade de desenho, projeto e produção; capacidade para desenvolver conjuntamente tecnologias; e melhoria no controle de qualidade.

Além disso, cumpre ressaltar que antes do AMX a Embraer estava acostumada com equipamentos eletroeletrônicos não integrados (por exemplo, um rádio para comunicação e um outro para navegação). A partir desse programa, a empresa adquiriu *expertise* em termos de integração de equipamentos eletrônicos em rede, geralmente com um computador controlando todas as operações.¹¹ Ademais, foi a partir do programa AMX que a Embraer começou a trabalhar com os comandos elétricos de voo, *Fly-By-Wire* (FBW).¹² Parte dos comandos de voo do AMX foi desenvolvida pela empresa. Francelino (2016, p. 29), em relação às oportunidades em termos de capacitação que o programa AMX representou à Embraer, afirma que tal empresa “obteve oportunidade única para absorver conhecimento tecnológico de fronteira e de melhorar sua qualificação técnica de mão de obra”.

Ainda, em relação ao programa AMX, Cabral (1987) chama a atenção para as aprendizagens tecnológicas que tal programa propiciou à Embraer no que diz respeito à utilização de peças usinadas, não apenas do ponto de vista da quantidade,

9. Em 1978, o Bandeirante EMB 110P1 foi homologado pela Federal Aviation Administration (FAA), nos Estados Unidos. A certificação obtida junto a FAA permitiu que essa aeronave fosse exportada para vários países. Segundo informações do Centro Histórico Embraer [s/d], “O grande sucesso de vendas do Bandeirante no exterior foi um dos fatores que levou a Embraer a constituir, em 1979, uma subsidiária nos Estados Unidos, a Embraer Aircraft Corporation, com sede em Fort Lauderdale, Flórida. Além de fornecer peças de reposição, a EAC tinha como objetivo ampliar a participação da Embraer no mercado norte-americano e prestar assistência técnica e treinamento de pilotos para várias companhias de *commuter* que voavam entre cidades pequenas”.

10. O AMX foi um programa em parceria com a Itália. Programa binacional envolvendo três empresas: a Embraer, a Aeritalia e a Aermacchi.

11. Cumpre ressaltar que atualmente toda a aviação, civil e militar, trabalha nessa arquitetura.

12. Antes do AMX as aeronaves da Embraer trabalhavam com o sistema de cablagem, no qual cabos de aço com roldanas auxiliam na execução das manobras do avião.

mas principalmente, no tocante à complexidade dessas peças. Segundo o autor (1987, p. 168),

o Ipanema quase não tinha peças usinadas, era inteiramente construído de chapas e tubos. O AMX, no entanto, é quase todo usinado com peças de formatos complexos, tolerâncias reduzidas e obviamente isso só pode ser possível usando máquinas sofisticadas de controle numérico.

Conforme destacado, além de beneficiar a Embraer, o então Ministério da Aeronáutica (Maer), ao vislumbrar no programa AMX a possibilidade de desenvolver na cadeia nacional alguns fornecedores de equipamentos, criou o Programa Industrial Complementar (PIC). A Embraer, na condição de empresa estatal à época, recebeu a incumbência de “articular e capacitar empresas nacionais para o fornecimento de componentes e sistemas eletrônicos embarcados, dentre elas a Elebra, Tecnasa, Aeroeletrônica, EDE, Modata, ABC Dados, Pirelli, Engetrônica” (Bernardes e Pinho, 2002, p. 16).

Duas empresas atualmente ligadas à Embraer e incluídas no grupo de fornecedores principais do programa KC-390 têm sua história ligada ao programa AMX: a Eleb e a Ael Sistemas. A divisão de equipamentos da Embraer (EDE), antecessora da Eleb, foi criada em 1984 para fabricar, sob licença, o trem de pouso do caça AMX. Segundo Silveira (2016),

a experiência adquirida com o programa binacional AMX (feito em parceria com a Itália) capacitou a Eleb para atuar nesse mercado e posteriormente ser a fornecedora do sistema completo de trem de pouso de outro importante programa militar da Embraer, o Super Tucano.

No que diz respeito aos equipamentos e componentes eletrônicos referentes ao sistema de navegação e ataque do AMX, a empresa Aeroeletrônica Indústria de Componentes Aviónicos Ltda., antecessora da Ael Sistemas, assumiu boa parte deles: produziu e desenvolveu quatro componentes próprios e nacionalizou outros nove (Poggio, 2015). Segundo as entrevistas realizadas, o programa AMX propiciou uma importante capacitação à Aeroeletrônica em termos de aviônica.

Ainda no âmbito do PIC, havia um projeto específico para motor utilizado no AMX, executado pela Companhia Eletro-Mecânica (Celma), à época empresa estatal. A FAB comprou a licença para a fabricação do motor Spey da Rolls-Royce. A empresa brasileira foi capacitada para produzir 350 peças do motor do caça AMX (Sistema de Armas, s/d). Em seguida, a Celma faria a montagem e a revisão desses motores, atuando em parceria com a Rolls-Royce do Brasil Fiat Aviazione e Piaggio (Francelino *et al.*, 2015). Os investimentos foram da ordem de US\$ 400 milhões “para as novas instalações, equipamentos, treinamento de pessoal, ferramentas especiais e controle de qualidade para cumprir as metas do PIC e honrar os 30%

da fabricação” (Sistema de Armas, s/d). Todavia, segundo informações apuradas na pesquisa de campo, a empresa acabou não produzindo o motor do AMX.

Em que pesem os importantes impactos dos programas da FAB sobre a criação e consolidação da indústria aeronáutica brasileira, alguns problemas impediram que o país ocupasse nichos de maior valor agregado da cadeia aeronáutica. Entre eles, cabe destacar a falta de recursos orçamentários e a descontinuidade nos programas. O programa AMX é exemplo disso, uma vez que ele envolveu investimento estatal importante e possuía metas ambiciosas. A despeito disso, o governo acabou interrompendo o contrato, de modo que não foram compradas todas as aeronaves que estavam previstas. Ademais, não foram alocados recursos orçamentários para a compra de peças de reposição, bem como para a realização das evoluções/*upgrades*. De acordo com Bernardes e Pinho (2002, p. 16)

a crise vivida na virada dos anos 1980 para os anos 1990, marcada pela redução dos gastos e programas militares, pela descontinuidade de políticas de compra e financiamento, por deficiências na capacitação gerencial e empresarial dessas empresas, desarticulou totalmente esses programas e poucas dessas empresas sobreviveram.

É importante chamar a atenção para o fato de que problemas dessa natureza já atingem o programa KC-390. De acordo com informações apuradas na pesquisa de campo e notícias veiculadas na imprensa, em decorrência da recessão que atinge o país e das dificuldades fiscais enfrentadas pelo governo federal, os cortes nos gastos governamentais provocaram um atraso no cronograma previsto inicialmente pela Embraer. Diante desse quadro, a fabricante entregará sua primeira encomenda da série à FAB em 2018, não mais em 2016 (O’Brien e Iturrieta, 2016).

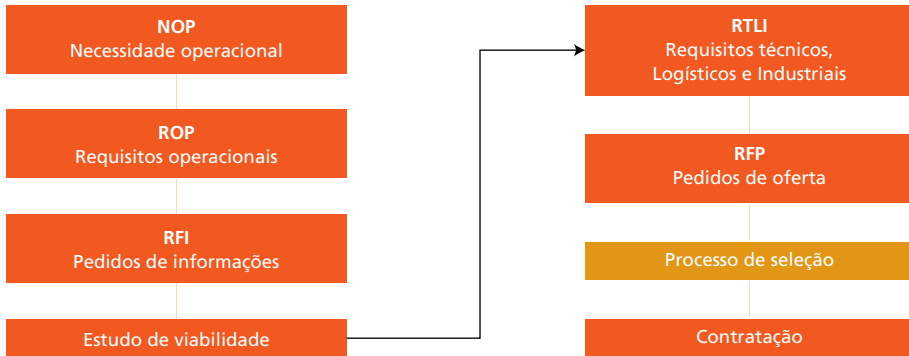
3 FAB E A AQUISIÇÃO DE PRODUTOS INOVADORES

Diferentes possibilidades de aquisições de equipamentos militares estão disponíveis às Forças Armadas brasileiras. Em primeiro lugar, as aquisições de equipamentos *off the shelf*, isto é, equipamentos disponíveis no mercado, como radares, mísseis, aviões e helicópteros. Há ainda a possibilidade de contratação de equipamentos e serviços com vistas a modernizar e atualizar os equipamentos em uso e, por fim, a encomenda do desenvolvimento de um novo produto, como é o caso examinado neste capítulo.

Entre os documentos que norteiam as atividades desempenhadas pela aeronáutica, cabe destacar a Diretriz do Comando da Aeronáutica, DCA 400-6 – “Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica”. Esse documento, datado de 5 de março de 2007, explicita o modelo ciclo de vida dos sistemas e materiais adquiridos pela FAB, o qual envolve as seguintes fases: concepção; viabilidade; definição; desenvolvimento/aquisição; produção; implementação; utilização; revitalização;

modernização ou melhoria e desativação (FAB, 2007). A figura 2 evidencia as etapas, em seqüência, do modelo de ciclo de vida de sistemas e materiais da aeronáutica.

FIGURA 2
Ciclo de vida de sistemas e materiais da Aeronáutica



Fonte: Chã (2015).

Cabe ao Estado-Maior da Aeronáutica (Emaer),¹³ dentro da hierarquia da FAB, detectar necessidades operacionais, em qualquer nível organizacional da aeronáutica. Todavia, cumpre destacar que a decisão de comprar um sistema de armas a ser utilizado pela FAB é incumbência do Comandante da Aeronáutica (Comtaer), o qual é assessorado pelo Emaer. O Emaer assume o papel de coordenador-geral do ciclo de vida, tendo a atribuição de definir requisitos operacionais (Fase de Concepção). Além disso, Emaer tem a incumbência de:

determinar que seja feita uma análise da viabilidade do projeto, quando serão analisadas as alternativas possíveis (a aquisição no mercado interno ou externo, o desenvolvimento completo do sistema, a modernização de sistema já existente), avaliados os riscos (tecnologias existentes, realidades orçamentárias, capacidades, suporte logístico e outros), os prazos (urgência operacional versus prazos de desenvolvimento/aquisição/modernização) e a relação custo-benefício, definindo-se ainda a estratégia de realização das atividades que compõem o Ciclo de Vida (Affonso, p. 7 e 8).

Após a determinação dos requisitos operacionais pelo Emaer, as etapas subsequentes do processo descrito na figura 2 são realizadas no âmbito do DCTA. Evidências da pesquisa de campo indicam que esse departamento está entre os grandes compradores da FAB, juntamente com o Departamento de Controle de Espaço Aéreo (Decea) e o Comando Geral de Apoio (Comgap). Especificamente

13. "Criado em 18 de outubro de 1941, o Estado-Maior da Aeronáutica tem a missão de assessorar diretamente o Comandante da Aeronáutica. Compete ao órgão estudar e propor soluções que levem ao emprego eficaz do poder aeroespacial, para garantir a soberania do espaço aéreo brasileiro. Entre as funções do Emaer estão o gerenciamento das missões de ensino, o trato das questões de relacionamento internacional, as análises e decisões sobre o emprego operacional da FAB, a administração da logística, o delineamento orçamentário e o planejamento estratégico" (FAB, 2014).

em relação ao DCTA, tal departamento realiza a encomenda de equipamentos e sistemas na prateleira, mas também faz encomendas tecnológicas e compras de cunho inovativo (no inglês, Public Procurement of Innovation – PPI), como é o caso da encomenda do avião KC-390.

Entre as organizações que compõem o DCTA, para fins deste estudo, ressalta-se o papel desempenhado pela Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate¹⁴ (Copac). De acordo com a Portaria nº 1.666/GC3, de 16 de setembro de 2013, “A Copac é diretamente subordinada ao diretor-geral do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DGCTA)” e tem como

finalidade (...) gerenciar projetos de desenvolvimento, aquisição e modernização de materiais e sistemas aeronáuticos para o Comando da Aeronáutica (Comaer), articulando as ações necessárias para alcançar eficácia e eficiência no ciclo de vida desses materiais e sistemas (Brasil, 2013).

A Copac representa o mais importante órgão do Comaer¹⁵ em relação às funções de aquisição, desenvolvimento e modernização de sistemas de armas da FAB. É atribuição da Copac realizar a seleção de fornecedores, gerenciar projetos de aquisição, desenvolvimento e sistemas de armas. Ademais, compete a tal órgão outras funções importantes como supervisionar o cumprimento das diretrizes da política de compensação comercial, industrial e tecnológica da aeronáutica relacionadas a projetos sob sua gestão, além de contribuir com as atividades de mobilização industrial (Pérez, 2011).

A Copac foi criada em 1981, a partir da elaboração de diretrizes estabelecidas com vistas à gestão do programa de desenvolvimento da aeronave de ataque AMX. Desde então, a Copac ocupou-se do gerenciamento de outros projetos da FAB, tais como: “a modernização das aeronaves A-1, F5EF e P-3 ORION, desenvolvimento e aquisição de aeronaves leves de transporte (CL-X) e de helicópteros de grande porte (H-XBR)” (Pérez, 2011, p. 70). Mais recentemente, a partir da promulgação da Estratégia Nacional de Defesa (Ministério da Defesa, 2008) e seu foco no reaparelhamento das Forças Armadas, destacam-se na carteira de projetos geridos pela Copac os programas FX-2 e KC-390, pelos valores envolvidos e impactos (atuais e futuros) sobre a indústria aeronáutica brasileira.

No processo de seleção, a FAB se apoia em uma sequência de ofertas e análises sucessivas, conhecida como competição tipo BAFO (*Best and Final Offer* – melhor oferta final). Tendo sido cumpridas as quatro primeiras etapas do ciclo apresentado

14. Cabe observar que esse nome é herança do Programa AMX.

15. O Comaer “é o órgão que exerce o comando militar sobre a Força Aérea Brasileira (FAB) e sobre as demais organizações militares da área aeronáutica no Brasil. A Força Aérea Brasileira é o ‘braço’ armado do Comaer, que possui missão institucional de manter a defesa e a soberania do espaço aéreo brasileiro” (Francelino, 2016, p. 28). Convém ressaltar que apesar dessa distinção entre esses dois atores da aeronáutica brasileira, como a Estratégia Nacional de Defesa se refere ao Comaer como FAB, ambos são tratados neste trabalho como mesmo sujeito governamental.

na figura 2, seguindo tal sequência, é definido um pedido de oferta (no inglês, *Request For Proposal*¹⁶ – RFP), documento elaborado pelo Estado-Maior da Aeronáutica equivalente a um edital, o qual descreve o objeto do fornecimento. Após o recebimento da oferta, inicia-se a análise, considerando principalmente as dimensões técnica/industrial, logística, comercial e *offset* da proposta (Defesanet, 2014).

Após a conclusão do primeiro ciclo de análises, são realizadas reuniões *face to face*, nas quais a comissão de seleção discutirá aspectos das propostas, separadamente com cada empresa, de modo a esclarecer dúvidas das ofertas iniciais dos participantes do RFP. Além das reuniões *face to face*, podem ser realizados voos de avaliação e visitas técnicas às empresas participantes.

Com a conclusão dessa etapa, são emitidas instruções às empresas participantes para a elaboração das *ofertas revisadas*. Tendo as *ofertas revisadas* em mãos, a comissão de avaliação novamente procede à análise e à elaboração de instruções, encaminhando às firmas envolvidas um relatório das *ofertas revisadas*. Finalmente, após todas essas etapas, há a entrega da última e definitiva oferta (no inglês, *Best and Final Offer* – BAFO) por parte das empresas participantes do processo de seleção. Ao término do ciclo de seleção, a comissão procede com a abertura das *melhores ofertas finais*, diante dos seus representantes, garantindo que não houve quebra de sigilo (Defesanet, 2014).

Após todas essas etapas descritas anteriormente, inicia-se a atividade de compilação dos resultados na forma de relatório final do processo de seleção, utilizado para subsidiar a tomada de decisão do alto-comando da Aeronáutica. As etapas do processo de seleção de fornecedores adotado pela FAB em suas compras de alta tecnologia podem ser visualizadas na figura 3.

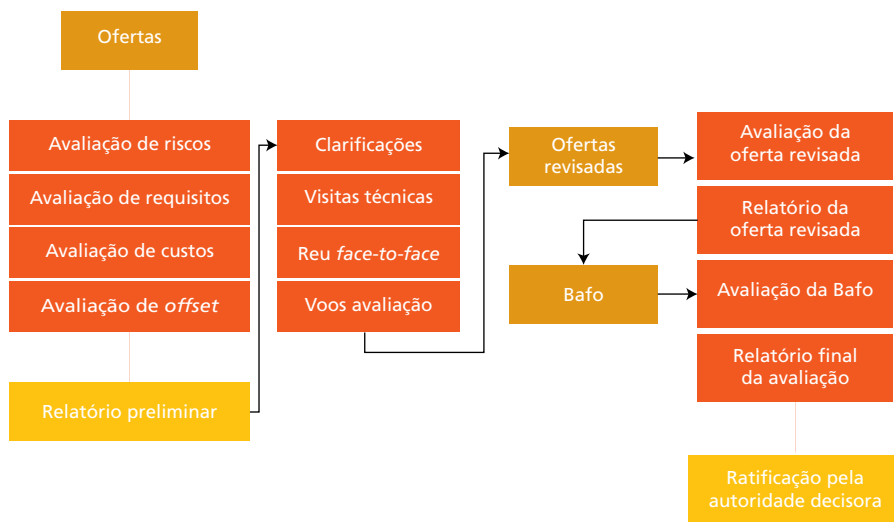
O gerenciamento de projetos, como o da aeronave KC-390, caracterizado por custos, complexidade e conteúdo tecnológico elevados, “exige uma coordenação interna, ordenada e estruturada, para que a administração, dos recursos financeiros alocados aos projetos sob responsabilidade da Copac, ocorra de maneira eficaz e eficiente” (Pérez, 2011, p. 70). Pôde-se constatar nas entrevistas que a Copac possui processos claros, documentados e que perduram mesmo com as alterações em seus quadros. Há também uma maior continuidade, ao contrário de outros ministérios e órgãos civis, mais suscetíveis a descontinuidades, o que facilita a preservação de uma cultura organizacional sólida em termos de gestão.¹⁷ A encomenda do KC-390

16. “Fase final do processo seletivo, onde o comprador (*buyer*) formaliza ao vendedor (*seller*), a sua intenção de aquisição e solicita os dados técnicos do produto definido, incluindo os custos gerais e parciais ao processo. É praticamente a formalização governamental da compra, restando somente o contrato propriamente dito na sua concepção jurídica” (Moure, 2014).

17. De acordo com as entrevistas, o contrato de aquisição do FX-2, conta com 1.800 páginas. Os contratos de *offset* dessa aeronave contêm 2.500 páginas. O nível de detalhamento desses contratos e o esmero apontam a capacidade de gestão de contratos construída na Copac de sua história.

demonstra de maneira inequívoca a capacidade que a FAB acumulou, ao longo dos anos, de encomendar o desenvolvimento de novas aeronaves.

FIGURA 3
Etapas do processo de seleção da FAB



Fonte: Affonso (2014).

3.1 A política de *offset* e o papel do IFI

A Estratégia Nacional de Defesa – END (Ministério da Defesa, 2008) tem entre seus eixos principais a reestruturação da indústria de material de defesa. Tal reestruturação deverá apoiar-se, segundo a END, em tecnologias sob domínio nacional. Um dos instrumentos a serem adotados para viabilizar o alcance desse objetivo é o *offset*, ou seja, a exigência de compensações comerciais, industriais e tecnológicas, imposta aos fornecedores estrangeiros de bens e serviços adquiridos pelas Forças Armadas.

O *offset* surgiu formalmente na década de 1990 na FAB, mas pontualmente, em várias situações, tal estratégia já vinha sendo utilizada muito antes desse período. Em 1955, por exemplo, a FAB comprou a aeronave Gloster exigindo uma compensação comercial, que foi, à época, a aquisição de algodão brasileiro por parte da Grã-Bretanha (Oliveira, 2014). Com o passar dos anos, essa estratégia subjacente à compra de equipamentos de defesa, adotada também em outros países, consolidou-se dentro FAB.

Percebeu-se que a aquisição de equipamentos importados de alto valor (como aviões, helicópteros e radares) trazia um poder de barganha ao adquirente. Assim, passou-se a exigir dos fornecedores estrangeiros compensações,

não necessariamente atreladas ao objeto da compra, podendo estender-se a pacotes e sistemas tecnológicos que fazem parte do produto adquirido, com vistas a fomentar a capacitação da mão de obra brasileira e o desenvolvimento tecnológico da indústria aeroespacial do país.

No bojo de alterações implementadas nos dispositivos da Lei de Licitações de Contratos Administrativos (Lei nº 8.666/1993), a partir da Lei nº 12.349/2010 e do Decreto nº 7.546/2011, a política de *offset* via compras da administração pública brasileira foi disciplinada e passou a receber as primeiras regulamentações legais.¹⁸ No âmbito do Ministério de Defesa, a Lei nº 12.598/2012 estabeleceu normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa, dispondo sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa. Esse arcabouço legal que rege a política de *offset* brasileira está resumido no quadro 1.

QUADRO 1

Marco legal para a política brasileira de *offset*

Lei nº 12.349, de 15 de dezembro de 2010.	§ 11. Os editais de licitação para a contratação de bens, serviços e obras poderão, mediante prévia justificativa da autoridade competente, exigir que o contratado promova, em favor de órgão ou entidade integrante da administração pública ou daqueles por ela indicados a partir de processo isonômico, medidas de compensação comercial, industrial, tecnológica ou acesso a condições vantajosas de financiamento, cumulativamente ou não, na forma estabelecida pelo Poder Executivo federal.
Decreto nº 7.546, de 2 de agosto 2011.	Art. 1º A aplicação de margem de preferência para produtos manufaturados e serviços nacionais e de medidas de compensação comercial, industrial, tecnológica ou de acesso a condições vantajosas de financiamento, de que tratam os §§ 5º a 12 do art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, observará o disposto neste Decreto. III – Medida de compensação industrial, comercial ou tecnológica – qualquer prática compensatória estabelecida como condição para o fortalecimento da produção de bens, do desenvolvimento tecnológico ou da prestação de serviços, com a intenção de gerar benefícios de natureza industrial, tecnológica ou comercial concretizados, entre outras formas, como: a) coprodução; b) produção sob licença; c) produção subcontratada; d) investimento financeiro em capacitação industrial e tecnológica; e) transferência de tecnologia; f) obtenção de materiais e meios auxiliares de instrução; g) treinamento de recursos humanos; h) contrapartida comercial; ou i) contrapartida industrial.
Lei nº 12.598, de 22 de março 2012.	Art. 4º Os editais e contratos que envolvam importação de Prode ¹ ou SD ² disporão de regras definidas pelo Ministério da Defesa quanto a acordos de compensação tecnológica, industrial e comercial. § 1º Constará dos editais de que trata o caput deste artigo a exigência de apresentação de Plano de Compensação que explicita o objeto da compensação, o cronograma e o detalhamento da possível inovação. § 2º Na impossibilidade comprovada de atendimento ao disposto no caput deste artigo e caracterizada a urgência ou relevância da operação, a importação poderá ser realizada, independentemente de compensação, a critério do Ministério da Defesa.

Fonte: Brasil (2010, 2011 e 2012).

Notas:¹ “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, 2012);

² “conjunto inter-relacionado ou interativo de Prode que atenda a uma finalidade específica” (Brasil, 2012).

18. As compensações no universo civil ainda carecem de melhor tratamento legal.

Do ponto de vista do fomento ao Sistema Nacional de Inovação do país, pode-se dizer que o pioneirismo da FAB nessa área mostrou as potencialidades da política em questão. Diante disso, foram criados marcos legais com vistas a regulamentar a política de *offset*, permitindo que ela fosse praticada pelo Ministério da Defesa, assim como por entidades civis da administração pública brasileira.

Especificamente em relação à política de *offset* adotada pela FAB, utilizando o conceito de ciclo de vida apresentado na seção anterior do capítulo, o Estado-Maior da Aeronáutica (Emaer), na fase de definição, além de tomar a decisão acerca de qual é a melhor opção (aquisição, modernização ou desenvolvimento), tem a incumbência de definir se serão exigidas, ou não, compensações comerciais, industriais e tecnologias (*offset*). É nessa fase que,

por meio do Comitê de Compensação da Aeronáutica, (...) o Emaer vai estabelecer preceitos para a negociação dos projetos de *offset* e orientar a Organização contratante na elaboração do pedido de oferta ou edital sobre as necessidades tecnológicas, industriais e comerciais passíveis de serem atendidas por projetos de compensação (*offset*) (Affonso, p. 8).

O Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI)¹⁹ é peça-chave na política de *offset* da FAB. Tal instituto foi criado em 1971, por meio do decreto nº 68.874, com o objetivo de fazer a homologação de aeronaves, isto é, verificar se as aeronaves avaliadas cumpriam requisitos básicos mínimos de segurança. Considerando o alto grau de exigência (especialmente em termos de segurança) subjacente ao setor aeronáutico, pode-se dizer que a obtenção do certificado abre as portas do mercado, pois representa a sinalização de que o produto cumpre os requisitos operacionais, de segurança e de confiabilidade.

Na década de 1990, o IFI realizou a estruturação de uma primeira política de *offset* para a Força Aérea por determinação do então ministro da Aeronáutica, por meio do Estado-Maior da Aeronáutica, ao escrever a então DMA, hoje DCA 360-1.²⁰ A Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) 360-1 –

“Política e Estratégia de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica da Aeronáutica” (FAB, 2005) – estabelece, por exemplo, que os contratos de importação de bens e serviços, com valores superiores a US\$ 5 milhões, devem incluir, obrigatoriamente, acordos de *offset*. Para valores abaixo de US\$ 5 milhões, o Estado brasileiro se reserva o direito de solicitar ou não *offset*.

19. Assim como a COPAC, o IFI é subordinado ao DCTA.

20. “...considerar como fator essencial, no âmbito de sua competência de direção e gestão, a obtenção de reciprocidade de fornecedores estrangeiros de bens e serviços destinados, prioritariamente, à atividade aeroespacial, civil e militar, com vistas ao desenvolvimento e à modernização tecnológica e industrial do setor aeroespacial brasileiro e, excepcionalmente, de outras áreas de interesse do País.”

A escolha entre as modalidades de *offset* é explicitada na etapa de RFP. O foco é obter compensações aderentes às demandas, realidade e potencialidades do país em termos de capacitação. No que diz respeito à escolha das empresas e instituições a serem beneficiárias dos contratos de *offset* com fornecedores estrangeiros, o Emaer possui um banco de necessidades das empresas e ICTs ligadas ao setor aeronáutico brasileiro. O IFI auxilia o Emaer mapeando as empresas brasileiras do setor aeroespacial, as quais são compiladas em um catálogo. Tais informações no RFP do edital.

A gerência dos acordos de *offset* fica a cargo da Copac, enquanto o IFI assume o papel de órgão de suporte e assessoria, acompanhando e avaliando a implementação das atividades de compensação. Entre as atribuições do IFI na política de *offset* da Aeronáutica, estão a avaliação das propostas recebidas dos fornecedores estrangeiros, o acompanhamento dos projetos entre os beneficiários²¹ e, ao término do contrato, a avaliação do resultado do *offset*.

Cabe destacar que a avaliação feita pelo IFI ocorre independentemente de o fornecedor requisitar seus créditos competentes, conforme pré-acordado com a FAB. Após a consolidação das informações pertinentes, a equipe do IFI emite um parecer técnico, assinado pelos analistas responsáveis pelos diferentes contratos, pela chefia do setor e pelo diretor do Instituto. Esse parecer é encaminhado à Copac. Portanto, dentro da engrenagem da política de *offset* levada a cabo pela FAB, o IFI representa um órgão assessor e não decisor.

Além de descrever como o *offset* insere-se na política de compras da FAB, apresentando instrumentos principais e atores protagonistas, a pesquisa de campo realizada buscou averiguar os limites, impactos e potencialidades do *offset* aeronáutico ao país. Aqui, cabe destacar uma leitura bastante recorrente entre os entrevistados: os limites de uma obrigação genérica de *offsets* nos contratos da FAB. Quando o Estado exige *offset* em uma compra, em última análise, tal exigência onerará o valor dos contratos. Portanto, toda exigência de *offset* impõe um impacto de custos no contrato, uma vez que as fornecedoras estrangeiras embutirão esse gasto no seu preço de fornecimento.

Outra faceta da política de *offset* da FAB bastante destacada pelos entrevistados diz respeito a uma nova abordagem de aquisições, adotada nos órgãos do Comaer (como o IFI e a Copac), em encomendas como o FX-2, adquiridos junto a fornecedores estrangeiros. Em tal abordagem, o objeto do contrato passa a ser não apenas a aquisição da aeronave em si, como também o domínio do pacote tecnológico completo, permitindo que o Brasil, no futuro, possa desenvolvê-la e

21. São feitas visitas, questionamentos aos beneficiários e solicitações de documentação. De acordo com o depoimento dos entrevistados do IFI, a avaliação ocorre normalmente junto aos beneficiários dos acordos. Todavia, eventualmente os fornecedores estrangeiros também podem ser demandados.

fabricá-la internamente. Portanto, voltando ao caso do FX-2, o objeto da compra é o caça, mas também a transferência de tecnologias-chave, via *offset*, para que o país possa desenvolver seu próprio caça de quinta geração.

BOX 1

Programa FX-2

O Programa Aeronave de Caça Multimissão (FX-2), assim como o Programa KC-390, está inserido na Estratégia Nacional de Defesa e no contexto de reaparelhamento das Forças Armadas. Ainda durante o governo Fernando Henrique Cardoso, em 1998, foi lançado o Programa FX, antecessor do Programa FX-2, prevendo a aquisição de 12 supersônicos com a transferência de tecnologia do fabricante para a aeronáutica. Naquele período, foi aberta uma concorrência para a aquisição de caças denominados multimissões, ou seja, aeronaves que podem ser utilizadas em ataques terrestres, patrulha e defesa do espaço aéreo. Nessa concorrência, foram selecionados os seguintes finalistas: o Dassault Mirage 2000-5, da França, o SAAB JAS-39 Gripen, da Suécia, e o Sukhoi Su-35, da Rússia. Entretanto, a decisão foi adiada para o governo seguinte. Durante o primeiro mandato do governo Lula, o Programa F-X foi cancelado, sob o argumento de que, em um contexto marcado por restrições orçamentárias, a prioridade seriam os programas sociais. Todavia, durante o segundo mandato do ex-presidente Lula, a necessidade da renovação da frota de caça da FAB se impôs, de forma que o governo federal reabriu a concorrência para a escolha e aquisição dos caças, rebatizando-o de Programa FX-2. O objetivo da concorrência reaberta em 2006 era a seleção de uma aeronave multiemprego para substituir as aeronaves Mirage, em fase de desativação, a fim de modernizar a frota da FAB. Ademais, o governo brasileiro explicitou aos interessados em participar desse pleito que, além da aquisição do caça, buscava o desenvolvimento da indústria de defesa brasileira com foco na transferência de tecnologias. Algumas empresas enviaram propostas e, após a análise levada a cabo pela FAB, foram definidos três finalistas: o sueco SAAB Gripen NG ("New Generation"), o norte-americano F/A-18E/F Super Hornet e o francês Dassault Rafale. O caça Rafale, da empresa francesa Dassault, chegou a ser anunciado como a aeronave escolhida em 2009, pelo então presidente Lula. Entretanto, a insatisfação da FAB por não ter sido consultada sobre a decisão obrigou o governo a recuar. Por sua vez, no governo Dilma, o F/A-18E/F Super Hornet da Boeing, em decorrência de uma oferta comercial mais atraente (de declarados US\$ 7,5 bilhões) tornou-se o preferido do governo. Todavia, um escândalo envolvendo a Agência Nacional de Segurança (National Security Agency – NSA) norte-americana e o governo brasileiro minou as chances do F-18. Em dezembro de 2013, foi anunciado o Gripen NG da empresa sueca Saab como o vencedor da concorrência. O valor ser pago pelo governo brasileiro à Saab é de cerca de SEK 39,3 bilhões (coroas suecas) (em 24 de outubro de 2014, esse valor representava cerca de US\$ 5,4 bilhões). O contrato firmado com a companhia sueca envolve, além da venda dos 36 caças, uma cooperação entre as partes que inclui transferências de tecnologias à indústria brasileira, pelo período de dez anos. Entre as 36 aeronaves adquiridas, estima-se que 15 unidades serão montadas no Brasil sob a liderança da Embraer e com a participação de empresas do setor, de forma a beneficiar diretamente a indústria nacional. Além disso, o Programa prevê o envio de peças e participação de mão de obra brasileira mesmo para as unidades que serão montadas na Suécia. A previsão é que os caças da Saab sejam entregues à Aeronáutica entre 2019 e 2024. De acordo com informações obtidas na pesquisa de campo, as propostas em termos de *offset* pesaram bastante na decisão tomada em favor da SAAB, pois, como vetor de guerra, os três finalistas (além do Gripen NG, da sueca SAAB, o Rafale, da francesa Dassault, e o F-18, da norte-americana Boeing) atenderiam à FAB. Pode-se afirmar que um dos grandes diferenciais da proposta sueca (em comparação à norte-americana e à francesa), que veio ao encontro das pretensões brasileiras, diz respeito à transferência de tecnologia e à obtenção de autonomia tecnológica. Nesse sentido, a partir do FX-2, o Brasil tem a ambição de futuramente, com base na capacitação tecnológica adquirida, projetar e construir seus próprios caças (Andrade *et al.*, 2016). Outros atributos competitivos do Gripen NG que agradaram a FAB dizem respeito aos menores custos de produção e de manutenção. Entre as vantagens do Gripen NG, em comparação aos outros caças que disputaram a concorrência realizada pelo governo brasileiro, é possível destacar as seguintes: *i)* reduzida experiência dessa aeronave que ainda está em fase de protótipo, de modo a não se tratar de um vetor de guerra testado em combate (ao contrário do Rafale e do F-18); e *ii)* os caças da Boeing e da Dassault "contam com uma maior capacidade de carga de armas e combustível e alcançam alvos muito mais distantes" (Stochero, 2014).

Não obstante as potencialidades atreladas à política de *offset*, bem como o pioneirismo da FAB, no âmbito das Forças Armadas, na adoção dessa política,

com base na literatura explorada, foi possível identificar algumas críticas a tal política. Francelino (2016) aponta as seguintes debilidades subjacentes à política de compensação comercial, industrial e tecnológica adotada pela FAB: *i*) a ausência de uma política de longo prazo, com a definição de tecnologias críticas a serem nacionalizadas via *offset*; *ii*) inexistência de informações sistematizadas nas unidades da FAB que têm a incumbência de realizar essa política (especialmente o IFI e a Copac) acerca das capacitações tecnológicas e potencialidades das empresas da indústria aeronáutica brasileira; *iii*) as empresas beneficiárias acabam sendo sempre as mesmas; e *iv*) falta de continuidade.

3.2 Offset KC-390

Como o KC-390 foi adquirido junto à Embraer, por motivos óbvios, essa aquisição específica não gera *offset* direto. Todavia, há fornecedores externos de equipamentos e sistemas críticos da aeronave, de modo que são esperados quatorze acordos de *offset* com tais empresas (Silveira, 2011). Portanto, no caso do KC-390, os *offsets* estão associados às subcontratações no exterior, cujas cifras estão dentro dos valores estipulados na DCA 360-1. Conforme se apurou na pesquisa de campo, entre a negociação com os fornecedores estrangeiros e a celebração do contrato comercial, os executivos da fabricante de aviões brasileira explicitam que esses contratos darão ensejo a obrigações de *offset* junto à FAB. Logo, esses fornecedores ficam cientes de que terão de acordar comercialmente a compensação com o governo brasileiro.

Em 2010 foram realizados dois *workshops* (com duração de um dia e meio cada), em maio e em setembro, envolvendo subsistemas importantes, relacionados aos quatorze acordos de *offset*, que contaram com a participação de 24 empresas estrangeiras²² e 70 empresas brasileiras aproximadamente. Nesses eventos ocorreram palestras proferidas pela Embraer, IFI, Copac e Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Além disso, foi reservado um tempo para a interação entre os empresários estrangeiros e brasileiros. Segundo informações divulgadas pela imprensa, somente no *workshop* de maio “ocorreu uma rodada de negócios com 172 encontros diretos para negociações com as empresas nacionais, candidatas a receberem os *offsets*” (Valduga, 2010a).

Em relação aos projetos de *offset* oriundos do programa KC-390, por conta do sigilo que muitas vezes envolve os contratos, não foi possível identificar qual a natureza desses acordos, valores envolvidos e empresas e/ou instituições beneficiárias. Além disso, os acordos com os fornecedores estrangeiros ainda são muito incipientes, de modo que ainda é cedo para avaliar seus impactos. A despeito dessas dificuldades, foi possível descobrir algumas informações sobre os projetos de *offset*

22. “Algumas das empresas candidatas a fornecedoras do KC-390 participam de uma rodada de palestras no período da tarde. Entre elas: BAE Systems, Astronautics Corporation of America, GE Aviation, Israel Aerospace Industries, Northrop e Thales” (Valduga, 2010b).

atrelados ao KC-390. Em matéria publicada na imprensa (Poder Aéreo, 2015), na qual o então gerente do projeto na Copac, Cel. Sérgio Henrique da Silva Carneiro, explicita o nome de alguns fornecedores estrangeiros participantes do programa KC-390 e tecnologias-alvo do *offset*:

já foram assinados três contratos de *offset* com as empresas Rockwell Collins, BAE e Rohde-Schwarz. Um deles está em vias de ser assinado com a Thales e dois em negociação avançada com a Cobham e Goodrich. “São *offsets* relacionados aos sistemas de propulsão, comandos de voo, aviônica, manuseio e lançamento de carga e sistema de missão”, explicou. A FAB também negocia com as empresas DRS, Eaton, Hamilton-Sundstrand, Safram / Sagem, Selex-Galileo e Rafael. “O grande *offset*, no entanto será na área de motores e está sendo discutido com a International Aero Engines (IAE)”, afirmou Carneiro.

Além dessas informações, nas entrevistas foi possível identificar um acordo estratégico de transferência de tecnologia entre a FAB e a IAE, na área de perfis de palhetas de motor de alta velocidade. Segundo apurações sobre o interesse da aeronáutica nessa tecnologia, isso deve-se ao fato de que o país está devolvendo uma turbina de baixa potência que pode ser utilizada em mísseis ou em Veículos Aéreos Não Tripulados – Vants (Retrato do Brasil, 2008). Todavia, não foi possível descobrir quais são as empresas e/ou instituições beneficiárias do acordo de *offset* entre a FAB e a IAE.

Por fim, com base em informações obtidas na pesquisa de campo, foi possível observar que existem dificuldades para firmar alguns acordos de *offset* em decorrência do atraso no cronograma do KC-390, o qual está associado a problemas fiscais enfrentados pelo setor público brasileiro. Segundo um dos entrevistados, em virtude dessas dificuldades, há o temor de que as 28 unidades não sejam de fato adquiridas pela FAB. Nesse caso, estariam inviabilizados alguns acordos de *offset*, os quais envolveriam transferência de tecnologia para o país em áreas como reabastecimento, montagem de *laser* e guerra eletrônica.

4 OS PROJETOS KC-X E KC-390

A partir da década de 2000, a Aeronáutica passou a avaliar a possibilidade de substituir seu avião cargueiro Hércules (C-130). Trata-se uma aeronave que vem sendo utilizada há muitos anos pela FAB (alguns já com 50 anos de uso). Logo, com base no modelo de ciclo de vida, a FAB deparou-se com os seguintes questionamentos: trocar peças e fazer o *upgrade* no C-130, ou substituí-lo? Caso resolvesse substituí-lo, seria mais vantajoso comprar o C-130J (evolução do C-130, fabricado pela empresa norte-americana Lockheed Martin), ou comprar o desenvolvimento de uma nova aeronave?

Nesse momento, foi feito um estudo de viabilidade (*Analyse of Alternatives*) para subsidiar a tomada de decisão. Questões logísticas, operacionais, administrativas, orçamentárias foram consideradas, assim como prazo, risco, custo-benefício e fomento à indústria brasileira no bojo da Estratégia Nacional de Defesa, comparando as alternativas avaliadas. Portanto, a decisão final, assim como os requisitos operacionais foram definidos de acordo com os *inputs* propiciados por essa análise.

Uma série de questões foi ponderada por comissões e subcomissões que foram criadas, tais como o investimento que seria realizado em cada uma das duas alternativas, o custo de voo das aeronaves (*off the shelf versus* desenvolvida), possibilidade de acesso a linhas de financiamento para viabilizar a aquisição, fomento à Cadeia Aeronáutica Brasileira etc. Tal estudo apontou para a existência de algumas vantagens interessantes referentes à opção de desenvolvimento de um novo avião cargueiro. A análise de alternativas realizada pela FAB revelou que o desenvolvimento de uma nova aeronave, com requisitos estipulados por ela, atenderia melhor do que aquisição da aeronave existente no mercado (o C-130J). Nesse sentido, decidiu-se pela contratação do desenvolvimento, etapa na qual seriam produzidos dois protótipos.

Convém chamar a atenção para o fato de que já havia sido identificada dentro da área de inteligência de mercado da Embraer, ainda no ano de 2005, antes mesmo do início das conversas com a FAB, uma oportunidade e o início de um estudo de mercado sobre a viabilidade do lançamento de um avião cargueiro.

segundo o diretor de mercado para a área de defesa, Fernando Ikedo, a ideia nasceu em 2005 como um estudo interno visando produzir um cargueiro militar de médio porte. Na primeira etapa, quebrou-se o mercado de aeronaves militares em quatro faixas considerando a capacidade de carga: leves (até 5 toneladas); médias (de 5 a 10); pesados (de 10 a 20); e superpesados (mais de 20), sendo selecionado o estudo para oferecer aeronaves na faixa de 5 a 20 toneladas, por ser essa a mais numerosa do mercado, constituindo cerca de 2,8 mil aeronaves, excluindo China, Coreia do Norte e Irã por razões políticas. O passo seguinte foi considerar os cargueiros com mais de 25 anos de uso que deviam ser substituídos nos próximos anos, chegando a 1,6 mil. Retirando desse total o mercado dos grandes produtores (Estados Unidos, Ucrânia e Rússia) e os países que equacionaram o problema do transporte militar, sobra um mercado potencial de 700 unidades (Dalla Costa e Souza-Santos, 2011).

Portanto, o KC-390 representa um avião concebido como iniciativa interna da Diretoria de Projetos Avançados (DAP) da empresa, vislumbrando a possibilidade de se aproveitar partes já conhecidas de outras aeronaves para fazer um avião de transporte militar a um custo de desenvolvimento reduzido. A ideia foi desenvolvida internamente no DAP e, em seguida, apresentada à área de negócio, que identificou potencial na ideia. Foram autorizados investimentos em horas de engenharia e de

ensaios em túnel com vistas a detalhar melhor o produto. Em seguida, a ideia foi apresentada ao Ministério da Defesa.

Em uma reunião que ocorreu no ano de 2007, a proposta para o desenvolvimento da aeronave foi apresentada pela Embraer ao Emaer. No ano seguinte, foram detalhados aspectos como necessidades operacionais. Nesse momento começaram as discussões com o próprio cliente e definiu-se uma primeira especificação do que seria esse avião, dando ensejo à fase de anteprojeto.²³

O anteprojeto do KC-390 dividiu-se em duas fases: a primeira, de estudos conceituais (EC), e a segunda, de estudos preliminares (EP). A fase de estudos conceituais foi levada a cabo pela Embraer antes de ser contratada pela FAB para o desenvolvimento. Nessa fase, a Embraer esboçou a solução, com base em requisitos de mercado, definidos pela área de inteligência de mercado. A fase de estudos conceituais exige uma interação constante entre as áreas de anteprojeto e inteligência de mercado da empresa.

Cabe observar que as primeiras ações para identificação de potenciais fornecedores acontecem na fase de estudos conceituais, mas ainda sem os processos formais de seleção. Ademais, duas campanhas de ensaios em túnel aerodinâmico aconteceram ainda nessa fase, antes do contrato de desenvolvimento com a FAB. Portanto, cabe chamar a atenção para o fato de que, mesmo antes da assinatura do contrato com a FAB para o desenvolvimento do cargueiro tático que substituirá o C-130 em suas missões, a Embraer já havia realizado importantes atividades de mitigação de risco e de refinamento do projeto, durante a etapa de estudos conceituais. Tais atividades permitiram que a Embraer chegasse a uma concepção mais detalhada do produto e, adicionalmente, deram subsídios para que a FAB elaborasse seus requisitos.²⁴

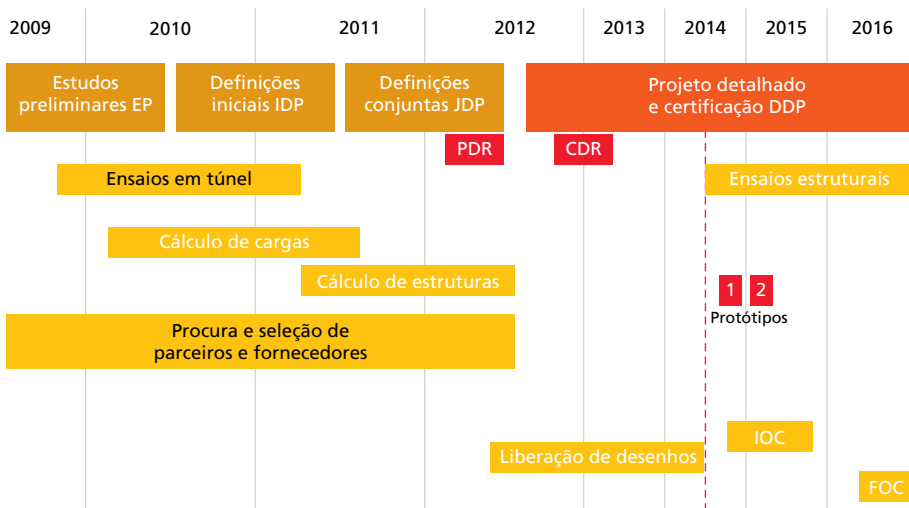
Quanto aos requisitos operacionais da aeronave, eles foram estabelecidos pela FAB, em 2008, a partir de suas necessidades, de modo que, nessa época, já havia certo nível de interação com a Embraer. Tais requisitos foram emitidos formalmente pelo Emaer (juntamente com outros requisitos que compõem os chamados Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais – RTLLs) e passaram a compor o contrato de desenvolvimento. Esses requisitos emitidos pela FAB foram enviados à Embraer como parte do pedido de oferta do desenvolvimento e incorporados ao contrato.

23. "O Anteprojeto da aeronave é a parte mais importante do projeto. Nesta fase são estudadas: dimensões, perfilagem (escolhas de perfis aerodinâmicos), estimativa de peso, características iniciais de estabilidade e controle, ergonomia, configurações, soluções inovadoras, grupo moto-propulsor entre outros, considerando os requisitos necessários à aeronave. Aqui são tomadas as decisões que influenciarão todo o projeto subsequente, portanto devem ser pautadas por análises bem embasadas na teoria e prática, com comparação de casos existentes" (Aeron, sd).

24. De acordo com o depoimento de um dos entrevistados "o cliente quer a certeza e a garantia que nós conseguiremos produzir esse produto novo e a Embraer, a partir do momento que ela está assinando, ela quer ter a certeza de que está habilitada para executar o projeto".

Segundo o relato de um dos entrevistados, o ponto da virada na etapa pré-contrato é a demonstração, baseada em estudos conceituais, da capacidade da Embraer de atender aos requisitos estipulados pela FAB. A conclusão dessa etapa do anteprojeto permitiu que o produto fosse classificado como tecnicamente viável, o que deu segurança às partes envolvidas para a assinatura do contrato de desenvolvimento. A figura 4 detalha as etapas do projeto a partir do momento que a Embraer foi contratada pelo governo brasileiro para desenvolvê-lo.

FIGURA 4
Cronograma de desenvolvimento do KC-390



Fonte: Affonso (2014).

É possível identificar as seguintes etapas concernentes ao desenvolvimento desse novo avião: estudos preliminares; definições iniciais; definições conjuntas; e projeto detalhado e certificação. De acordo com a contratação do desenvolvimento (contrato assinado em abril de 2009 e em vigor a partir de 1º de maio), a primeira fase executada é a de estudos preliminares, que durou um ano (entre maio 2009 e maio de 2010) e, após seu encerramento, concluiu-se a etapa denominada de anteprojeto. Essa fase já é executada com base nos requisitos operacionais emitidos pelo Emaer. Iniciaram-se na fase de estudos preliminares os processos de seleção e as contratações dos fornecedores, uma vez que a maior parte deles precisa participar da fase seguinte, de definições conjuntas, de forma integrada à equipe da Embraer.

As definições iniciais sucedem a etapa de estudos preliminares. De acordo com Ferreira e Sabbatini (2013, p. 24), nessa etapa é realizada a validação e o “detalhamento do projeto inicial, incluindo desenho, interfaces e montagem”. Na sequência apresentada na figura 4, após a conclusão das definições iniciais,

passou-se à etapa de definições conjuntas (no inglês, *joint definition phase* – JDP). Nessa etapa, todas as conexões e as interfaces entre os diversos sistemas do avião são definidas minuciosamente, de modo a permitir que cada uma das empresas possa, dessa fase em diante, detalhar as peças e os conjuntos estruturais que lhes cabem. O desenvolvimento da aeronave, no decorrer da etapa de definições iniciais, avançou até chegar ao ponto em que a configuração do avião foi, finalmente, “congelada” com o aval da FAB. De acordo com Mendes (2013, p. 63):

Vencida essa etapa, dois passos decisivos podem ser dados: um, a liberação dos desenhos técnicos para a área de manufatura, que começa, então, a fabricar as primeiras peças para a montagem dos protótipos previstos; e o outro, a largada da campanha de comercialização do KC-390. É quando a Embraer sai a campo para discutir as configurações do avião que interessam a cada cliente potencial, bem como preços e condições de entrega.

As três fases iniciais foram concluídas em setembro de 2012, com a documentação da configuração final da estrutura, aerodinâmica, sistemas, tecnologias e processos de manufatura (DefesaNet, 2013). Em outubro de 2012, foi iniciada a etapa final do projeto, de projeto detalhado e de certificação. As atividades principais previstas nessa etapa são a construção de dois protótipos e a certificação civil e militar.

A *revisão crítica de projeto* (no inglês *critical design review* – CDR), evento contratual realizado em março de 2013, ao longo de duas semanas nas instalações da Embraer, em Eugênio de Melo (SP), contando com a participação de integrantes da FAB, representou um marco importante nessa etapa final do cronograma do KC-390. Nesse evento foram confirmados elementos críticos do novo avião, tais como: configurações aerodinâmica e estrutural, arquitetura e instalação dos sistemas. À comitiva da FAB foram apresentadas as ferramentas e os modelos utilizados na fabricação do cargueiro militar, assim como o simulador de engenharia e o modelo em tamanho real da cabine de pilotagem. Com base na CDR, pôde-se constatar que o projeto havia alcançado maturidade tal que permitia a fabricação dos protótipos.²⁵

Em outubro de 2014, ocorreu o *roll-out*²⁶ do KC-390, na fábrica da Embraer, localizada em Gavião Peixoto (SP), com a apresentação do primeiro protótipo do novo avião ao público. Em fevereiro de 2015, a fabricante brasileira realizou o primeiro voo experimental do KC-390. Já em outubro do mesmo ano a campanha

25. O sucesso da CRD fica evidente nas falas dos participantes desse evento. O coronel engenheiro Sergio Carneiro, gerente do Projeto KC-X na FAB, à época da CDR, afirmou após o evento que havia ficado “(...) muito satisfeito com as soluções apresentadas pela Embraer”. O êxito da CDR também é notório nas falas do presidente e CEO da Embraer Defesa & Segurança, em 2013, Luiz Carlos Aguiar. Segundo tal executivo, “Saímos destas discussões convictos de que a fabricação dos protótipos pode ser iniciada”; “Concluimos uma etapa importante do Programa KC-390 e, desta forma, prestamos contas à FAB do trabalho realizado. Vamos agora iniciar a fase de produção dos protótipos” (Embraer, 2013).

26. Primeira apresentação pública de uma aeronave (Defesanet, 2014b).

de testes em voo se iniciou, envolvendo mais de 1.110 profissionais, encarregados da avaliação da *performance*, desempenho e robustez do cargueiro encomendado pela FAB. Cabe frisar que a aeronave “voou mais de 50 horas já no terceiro mês de ensaios, marca que normalmente só é atingida com o amadurecimento dos sistemas, em estágio mais avançado” (Portal Brasil, 2016).

Em março de 2016, a campanha de ensaios em voo completou 150 horas. Em média são dois voos testes por dia, realizados no interior de São Paulo. Estão previstos para este ano testes em outros estados do país e inclusive no exterior, mais precisamente nos Estados Unidos, onde o avião será testado em gelo natural e tempo frio (Agência Força Aérea, 2016). A cada voo, a aeronave é avaliada em situações diversas do ponto de vista da altitude, da velocidade e da configuração. Conforme é possível visualizar na figura 4, a campanha de testes tem duração prevista para dois anos e, ao término desses testes, o KC-390 obterá certificação da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) e do IFI, podendo ser empregado em missões reais.

A montagem do segundo protótipo foi concluída em março de 2016. Tal aeronave foi apresentada na *twitter* da Embraer e já se encontra em utilização na campanha de ensaios em voo (Poder Aéreo, 2016). Com a utilização dos dois protótipos na campanha de testes em voo, a Embraer obterá a certificação inicial (no inglês, *Initial Operational Capability* – IOC) e final (no inglês, *Full Operational Capability* – FOC) de operação da aeronave (Poder Aéreo, 2014).

Cabe salientar que as entregas iniciais e a IOC e a FOC sofreram uma dilatação em seu prazo comparado ao cronograma apresentado na figura 4, em decorrência da falta de recursos (Silveira, 2015). Com o alongamento, a IOC foi para o segundo semestre de 2017 e a FOC para o segundo semestre de 2018. Diante disso, a entrega da primeira unidade seriada está prevista para o primeiro semestre de 2018.

5 CONTRATAÇÃO DO KC-X E KC-390: MEANDROS LEGAIS

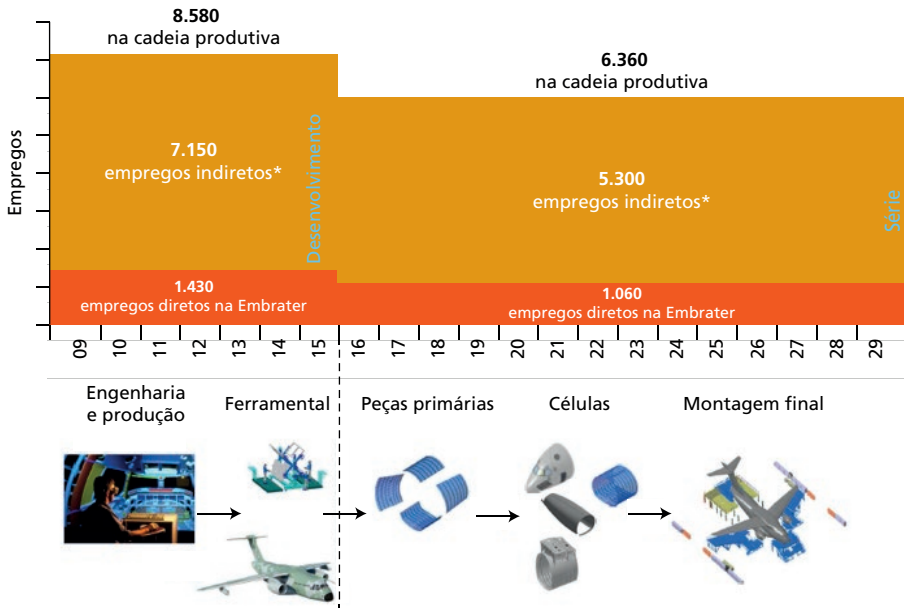
Conforme destacado na introdução deste capítulo, a encomenda do cargueiro militar tático realizada pela FAB desdobra-se em duas: *i*) encomenda de dois protótipos (Projeto KC-X); e *ii*) encomenda de 28 unidades desse avião (Projeto KC-390). Nesse sentido, é importante frisar que os projetos KC-X e KC-390 possuem ações orçamentárias próprias e estão inseridos no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC I e PAC II, respectivamente).

Essas duas ações foram aprovadas na comissão orçamentária do Senado. O Plano Plurianual (PPA) previa que todo projeto acima de 100 milhões fosse apresentado à Câmara Técnica de Projetos de Grande Vulto (CTPGV), instância

colegiada no âmbito da Gestão do Plano Plurianual, com incumbência de manifestar-se sobre a viabilidade técnica e socioeconômica dos projetos de grande vulto.

Em 2009, a CTPGV deu parecer favorável “à viabilidade técnica e socioeconômica do projeto de Desenvolvimento de Cargueiro Tático Militar de 10 a 20 Toneladas – Projeto KC-X (processo nº: 006/2009), no valor total estimado de R\$ 3.028.104.951,07 (referência-abril de 2009)”.²⁷ Cabe destacar que a análise da CTPGV levou em conta vários aspectos, como geração de empregos, exportações, impacto geopolítico e as parcerias internacionais,²⁸ que foram firmadas para a execução do projeto. A aprovação do projeto na CTPGV indica que as autoridades governamentais avaliaram que se tratava de um projeto que traria impactos interessantes ao Brasil.

FIGURA 5
Empregos gerados a partir do Programa KC-390



Fonte: Silva ([s.d.]).

Os dados contidos na figura 5 apoiam-se em estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) sobre a geração de empregos (diretos e indiretos) com base

27. Disponível em: <goo.gl/2Tiyg5>.

28. Parcerias internacionais: o objetivo era diminuir o investimento do governo brasileiro. Foram negociadas em conjunto pela FAB e Embraer. Uma das ações para mitigar parcialmente a insuficiência de recursos para o projeto, embora não suficiente, foi a inclusão dos serviços assumidos pelos parceiros estratégicos Argentina, Portugal e República Tcheca, conforme previsto em contrato, com a consequente redução no preço do desenvolvimento para o Brasil. As metas físicas originais determinadas como obrigações da contratada não foram alteradas (DCTA, 2015).

no referido Programa. De acordo com esse estudo, estima-se uma geração de 8.580 empregos na fase de desenvolvimento (1.430 empregos diretos na Embraer e 7.150 empregos indiretos) e 6.360 na fase de produção da série (1.060 empregos diretos na Embraer e 5.300 empregos indiretos).

Para que a Embraer possa acessar a linha de financiamento à exportação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o conteúdo local de seus produtos é mensurado pelos técnicos do banco. De acordo com informações divulgadas pela imprensa, em 2011, o índice de nacionalização do avião cargueiro encomendado pela FAB, apurado a partir dos critérios adotados pelo BNDES, seria de 60%. Caso os motores sejam excluídos desse cálculo, chega-se a um índice de conteúdo local da ordem de 80% (Defesanet, 2011). Todavia, cabe ressaltar que essa é uma estimativa, pois segundo informações obtidas nas entrevistas, o KC-390 ainda não chegou nesse estágio.

A Embraer começou o desenvolvimento, já como empresa contratada pelo governo, no dia 1^a de maio de 2009. A ação orçamentária 123B, subjacente ao projeto KC-X, recebe o seguinte título: “Desenvolvimento de Cargueiro Tático Militar de 10 a 20 toneladas (projeto KC-X)”. Tal ação orçamentária é descrita da seguinte maneira:

Desenvolvimento de Cargueiro Tático de 10 a 20 toneladas, em sua versão de reabastecedor aéreo (Projeto KC-X), por meio de atividades de pesquisa e desenvolvimento, formação e capacitação de recursos humanos dedicados a produtos de alta tecnologia, definição de requisitos operacionais, execução de ensaio e atuação em conjunto com as indústrias brasileiras da área de Defesa, a fim de suprir necessidades estratégicas e operacionais da Força Aérea Brasileira (Mpog, 2016, p. 2)

Existe um contrato de compra assinado com a Embraer, no ano de 2014, para a fabricação de 28 aeronaves. Tal contratação foi concretizada a partir da ação orçamentária 14XJ, a qual contém o seguinte título: “Aquisição de cargueiros táticos militares de 10 a 20 toneladas (KC-390)”. O objetivo dessa contratação é “adequar os meios operacionais da FAB para assegurar a capacidade de defesa aeroespacial” (DCTA, 2015, p. 50). Pode-se dizer que a ação orçamentária 14XJ representa uma continuidade natural do projeto KC-X (ação 123B), consolidando os objetivos em termos de reaparelhamento da FAB e fortalecimento da indústria aeroespacial brasileira (DCTA, 2015). Ou seja, tomando os conceitos empregados ao longo deste livro, a partir de uma estratégia de encomenda tecnológica, seguiu-se uma aquisição em larga escala.

Diante disso, pode-se afirmar que tal aprovação e a inclusão do programa no PPA representavam uma boa indicação de que o risco do desenvolvimento desse novo avião cargueiro fosse aceitável. Nesse sentido, o caso KC-390 demonstra que as encomendas são empregadas para, ao mesmo tempo, satisfazer uma necessidade

do Estado e para fomentar o desenvolvimento tecnológico nacional. Por isso, representam um tipo especial de aquisição, que cumpre dois objetivos com a mesma ação.

A aquisição dos dois protótipos (ação orçamentária 123B), bem como a encomenda de 28 unidades do avião (ação orçamentária 14XJ), foi realizada por meio de dispensa de licitação, fato este que permitiu a correta execução dos procedimentos de seleção da FAB anteriormente descritos. Segundo o *caput* do Artigo 25, da Lei nº 8.666/1993, “é inexigível a licitação [...] quando houver inviabilidade de competição” (Brasil, 1993).

De acordo com o relato de um dos entrevistados, os Artigos 25 e 24, da Lei nº 8.666/1993 (em especial o inciso nono²⁹ do Artigo 24), abrem um leque de possibilidades concernentes à realização de encomendas tecnológicas. Esse entrevistado cita os seguintes projetos da FAB, cuja contratação apoiou-se em tais dispositivos legais (dispensa – Artigo 24 – e inexigibilidade de licitação – Artigo 25) para corroborar seu argumento: ALX (Super Tucano), A29, A-Darter, FX2, além do KC-390.³⁰

Adicionalmente, é relevante mencionar que, para evitar o inadequado processo brasileiro de licitação, a FAB poderia ter, alternativamente, empregado o Artigo 20 da Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) tal como discutido no capítulo 3.

No que diz respeito ao desenho contratual utilizado na encomenda do KC-390, para lidar com o problema de eventuais alterações na taxa de câmbio, a estrutura contratual é composta por dois contratos, um em dólar e o outro em real, justamente para manter a viabilidade do projeto. Portanto, no caso do KC-390 foi firmado um contrato junto a Embraer Aviation International (EAI), subsidiária da Embraer no exterior, em dólares, para a aquisição de insumos importados, com vistas a evitar prejuízos à empresa contratada decorrente de depreciações no câmbio. Ademais, os itens importados são internalizados pela FAB, sem o pagamento de imposto de importação, via *Government Furnished Equipment*³¹ (GFE). O desembaraço aduaneiro dos itens importados é feito pela FAB, em seguida, encaminhados à Embraer. Observa-se, portanto, um intenso relacionamento entre demandante e ofertante.

6 IMPACTOS TECNOLÓGICOS E COMERCIAIS PARA A EMBRAER

A respeito do impacto tecnológico do programa KC-390 na Embraer, cada programa que a empresa participa lhe propicia subir um degrau a mais, evoluir

29. “IX – quando houver possibilidade de comprometimento da segurança nacional, nos casos estabelecidos em decreto do Presidente da República, ouvido o Conselho de Defesa Nacional” (Brasil, 1993).

30. De acordo com um dos entrevistados, funcionário de alto escalão do Ministério da Defesa, “a Lei nº 8.666 nos nossos casos, nunca foi um obstáculo para a aquisição do desenvolvimento de novos equipamentos”.

31. De acordo com Moscoso (2008, p. 98), “*Government Furnished Equipment* são equipamentos fornecidos pelo governo por razões de segurança ou propriedade industrial. Ao realizar um projeto o governo se compromete a fornecer um determinado produto/sistema que somente ele possui.

tecnologicamente. Nesse sentido, de acordo com o depoimento de um entrevistado “a Embraer evoluiu e hoje está preparada para desafios maiores na aviação regional, com base no que no que foi desenvolvido no KC-390. Temos aqui um produto, com um desafio técnico maior do que o anterior, em relação ao qual a Embraer teve a oportunidade de desenvolvê-lo”.

Há no KC-390 um sistema que integra todos os sistemas do avião. Conforme se apurou nas entrevistas, a Embraer já tinha desenvolvimento de *softwares* nessa área, mas houve uma integração muito maior no KC-390 do que havia antes, possibilitando um avanço em sua capacitação tecnológica nesse quesito. Portanto, o desenvolvimento do software que realiza a integração dos sistemas, bem como a integração de sistemas importantes como comandos de voo, aviônica,³² computador de missão³³ e equipamentos representaram importantes desafios tecnológicos, superados pela Embraer no programa KC-390. De acordo com o relato de um dos entrevistados, a Embraer já vinha acumulando *expertises* em termos de *Fly By Wire* (FBW) desde a família 170/190, passando pelo Legacy 500 e 450. Todavia, no KC-390 foi a primeira vez que a empresa se encarregou de desenvolver, de maneira integral, os *softwares* de comando de voo. Tal desenvolvimento poderá ser incorporado aos próximos projetos da Embraer.

As soluções tecnológicas adotadas no KC-390, como o sistema aviônico integrado e o controle de voo do tipo FBW, reduzem a carga do piloto e aumentam a eficiência da missão. Apenas para um sistema específico do KC-390, sistema para lançamento de carga, foram contratados consultores externos para o desenvolvimento. Portanto, conforme destacou um dos entrevistados, é possível se falar em conhecimento que foi aprimorado e/ou desenvolvido dentro Embraer, com base em sua capacitação tecnológica prévia.

O KC-390 é a maior aeronave já desenvolvida pela Embraer, com maior carga paga.³⁴ Além disso, o novo cargueiro possui uma arquitetura estrutural diferente do que a empresa estava acostumada a trabalhar (asa alta). Nesse sentido, algumas soluções estruturais tiveram de ser desenvolvidas, ou aprimoradas, pelos engenheiros e técnicos da Embraer, propiciando à empresa um incremento tecnológico em termos de soluções de manufatura. Ademais, a fabricação do KC-390 exigiu da Embraer um grau de automação maior em seu processo de produção, possibilitando-lhe ganhos em termos de qualidade e diminuição de retrabalhos. Em virtude dessas

32. A aviônica básica, ou sistema de aviônicos “compreende todos os sistemas instalados na cabine de pilotagem da aeronave, como por exemplo: altímetros, velocímetros, navegação, sistema de gerenciamento de vôo etc” (Moscoso, 2008).

33. O computador de missão fornece “os recursos para o funcionamento do software responsável pela integração de importantes sistemas de missão, como enlace de dados (datalink), radar tático, sistema de autoproteção e cálculo do ponto de lançamento de cargas” (http://www.ael.com.br/kc_390.php).

34. É o peso composto pela soma dos pesos dos itens que produzem renda para o transportador, tais como: passageiros e bagagens, carga e correio. Comumente são considerados 100 kg por passageiro e bagagem (goo.gl/HnNBjn).

expertises adquiridas nesse programa, segundo um dos entrevistados da Embraer, “o fato de estarmos fazendo o KC-390 está nos capacitando para produzir aviões maiores”.

O projeto do cargueiro KC-390 beneficiou-se da capacitação, em termos de suporte, aos operadores civis, alcançado pela Embraer na família E170/190. Tal desenvolvimento permitiu à empresa desenvolver um avião de transporte militar que traz todas as vantagens do ponto de vista da filosofia de projeto, para minimização de custos de operação e manutenção.³⁵ Nesse sentido, a expectativa é a de que o KC-390 terá o menor custo de ciclo de vida da categoria no mercado, uma vez que o referido programa traz uma série de experiências e ensinamentos provenientes da aviação comercial para o mundo do transporte militar.

Quanto aos impactos comerciais para a fabricante, após a conclusão da etapa de certificação da aeronave, a Embraer estará em condições de iniciar as campanhas de exportação. Em relação à concorrência, segundo se apurou na pesquisa de campo, o único concorrente, com a mesma capacidade de carga, em produção, é o C-130J, da Lockheed Martin. O Antonov-178 seria outro concorrente, mas ainda está em protótipo³⁶ e situa-se em uma classe um pouco abaixo do KC-390 (Düring, 2013).

Outra aeronave que, em tese, poderia concorrer com o KC-390, é o A-400M, fabricado pela divisão militar da Airbus. Todavia, esta aeronave está situada em uma faixa superior a do KC-390, pois pode transportar até 37 toneladas de carga. Além disso, acredita-se que a aeronave da Airbus representará aos operadores um custo do ciclo de vida maior (Düring, 2013).

Por fim, quanto à disputa entre o KC-390 e o C-130 J, avalia-se que a principal vantagem do avião da Embraer é a velocidade e o alcance proporcionados pela utilização do motor a jato. Como o avião da Lockheed Martin não alcançou o sucesso comercial que se esperava, de acordo com as entrevistas, esse mercado tornou-se ainda mais atrativo, visto que vários países continuaram a operar o C-130 antigo, abrindo possibilidade para a substituição por outros modelos, como é o caso do KC-390 (Silveira, 2014b).

Autoridades entrevistadas consideram que não há nenhum concorrente direto, no segmento de cargueiros de até 26 toneladas, ao KC-390, uma vez que esse avião possui dois motores a jato de uma geração mais nova, já consagrada no

35. Esse caso é interessante, pois ele mostra um *spin-off* de um programa civil para um programa militar. A literatura que aborda os setores de defesa e aeroespacial, geralmente trabalham com *spin-offs* caracterizados “pela utilização, por parte da indústria aeronáutica civil, de tecnologias, conhecimentos e inovações desenvolvidas originalmente para o setor militar” (Ribeiro, 2009).

36. O primeiro voo desse avião já foi realizado, contudo, existem dúvidas sobre a inserção efetiva dessa aeronave no mercado, pois a Antonov não possui fábrica própria, sendo um Design Bureau, um caso particular dentro da indústria aeronáutica. Ainda à época da URSS, o Design Bureau Antonov funcionava na Ucrânia e a linha de produção estava localizada na Rússia. Com o fim da União Soviética, a Ucrânia ficou com o Design Bureau sem linha de produção. Há especulações no mercado sobre a possibilidade de uma parceria com a China, para a produção do Antonov-178. Todavia, por ora, trata-se de um desenvolvimento que ainda não migrou para a fase de produção.

mercado mundial, de fácil acesso e isso é uma vantagem do ponto de vista logístico, além de se refletir no custo de operação da aeronave durante o seu ciclo de vida. Projeta-se que o novo avião da Embraer terá um custo de ciclo de vida entre 20% e 30% mais baixo em comparação a outras aeronaves com o mesmo perfil em desenvolvimento ou em produção. A partir dos ensaios em voo realizados até o momento, de acordo com declaração dada por um alto funcionário da Embraer, nenhum outro modelo apresenta a mesma capacidade do KC-390, tampouco as mesmas características, já testadas, por exemplo, em termos de operações em pistas não preparadas (Rezende, 2016).

Além das 28 unidades seriadas do KC-390 encomendadas pela Força Aérea Brasileira, a Embraer possui 32 cartas de intenção,³⁷ com outros países, como Chile (seis), Portugal (seis), Argentina (quatro), Colômbia (doze) e República Tcheca (dois aviões) – (Machado, 2014). De acordo com o presidente da Embraer Segurança e Defesa, há conversas avançadas entre a companhia e alguns outros países (O'Brien e Iturrieta, 2016). Itália (Jornal do Brasil, 2015), Suécia (Reuters Brasil, 2014) e países do Oriente Médio (Carrieri, 2014) demonstraram interesse na aquisição do KC-390, mas que ainda não anunciaram a intenção de compra.

A Embraer, após o sucesso dos testes em voo, deu início a uma estratégia mais agressiva de divulgação do novo produto no mercado internacional. O KC-390 esteve em exibição estática, no evento do setor aeronáutico Farnborough International Airshow, realizado em julho deste ano, na Inglaterra. Além de participar do salão de Farnborough, a primeira missão internacional do cargueiro da Embraer durou 23 dias, período no qual o avião “acumulou 48 horas de voo e percorreu mais de 30.200 km pela África, Europa e Oriente Médio, além dos longos deslocamentos transatlânticos nas viagens de ida e volta” (Vinholes, 2016).

Estudo de mercado realizado pela Embraer apontou para a existência de uma demanda por setecentos aviões cargueiros em oitenta países. Trata-se de um mercado cujo valor total é de US\$ 50 bi. A empresa acredita que o KC-390 tem condições de disputar pelo menos 15% desse mercado (O Estado de São Paulo, 2013). Segundo a alta cúpula da empresa, o novo cargueiro da Embraer terá um preço competitivo no mercado. Estima-se que o preço do cargueiro oscilará entre 60 e 110 milhões de dólares, dependendo da configuração da aeronave (Defesanet, 2013). Nesse sentido, levando-se em conta os atributos (tecnológicos e econômicos) do KC-390, há a expectativa dentro da Embraer de que o KC-390 seja um produto de sucesso comercial (O Vale, 2014).

37. “Documento assinado entre duas empresas ou governos, anunciando ou iniciando contatos visando compromissos comerciais. Normalmente empregada ao anunciar a compra de aeronaves ou acordos de cooperação entre empresas aéreas ou acordos de tráfego entre governos” (Voo Virtual, [s/d]).

Do exposto, pode-se afirmar que, em que pese a existência de um forte coeficiente de importação de insumos, a demanda pública permitiu que a Embraer ingressasse em um mercado novo, o de transporte de cargas militares de grande porte (cumprindo a função de *first buyer*). Logo, as entrevistas mostraram que o projeto garantiu desenvolvimentos tecnológicos ligados à integração de sistemas nunca antes atingidos pela empresa, ao design de aeronaves, bem como ao processo de manufatura. Ademais, foi observado que existe clara intensão de empregar tais desenvolvimentos na próxima geração de aeronaves civis da empresa.

Conclui-se, com base nessa análise, que o Programa KC-390, assim como ocorreu em outros programas destinados ao desenvolvimento e compra de aeronaves militares no passado (Cabral, 1987; Marques, 2011; Francelino, 2016), fomentou o desenvolvimento de novas capacitações tecnológicas por parte da Embraer³⁸. Tais capacitações permitem à empresa gerar e dominar novas tecnologias cruciais, de modo a sustentar sua competitividade no mercado internacional, especialmente em períodos de transição tecnológica (Francelino, 2016).

7 PARCEIROS DO BRASIL NO PROGRAMA KC-390

Para dar conta do desenvolvimento e fabricação do KC-390, a Embraer conta com uma ampla gama de fornecedores, que fornecem desde equipamentos de alto conteúdo tecnológico e participação significativa no valor da aeronave, como o motor até serviços, componentes e materiais de menor conteúdo tecnológico e representatividade no custo do avião.

Conforme destacado na seção anterior, Portugal, Argentina e República Tcheca são parceiros industriais³⁹ do Brasil no programa KC-390. Conforme se apurou nas entrevistas, tais parceiros realizaram investimentos para viabilizar sua participação no programa, atendendo ao objetivo do governo brasileiro de reduzir seu investimento.

Em Portugal, a Empresa Engenharia Aeronáutica (EEA) foi criada pelo governo português para participar do programa, com a finalidade de projetar componentes dessa aeronave. A produção de tais componentes é realizada pela OGMA, empresa cujo controle é da Embraer, que detém 65% de suas ações.

38. Cabral (1987, p. 216), ao se debruçar sobre os impactos tecnológicos à Embraer de projetos de aviões militares, tais como o Bandeirante e o AMX, conclui que “caso não existissem esses projetos a empresa estaria vivendo outro nível tecnológico menos avançado”.

39. Em relação aos países parceiros do Brasil no programa KC-390, de acordo com o que se apurou na pesquisa de campo, houve um trabalho conjunto envolvendo a Embraer e a FAB para o estabelecimento de parcerias com outros países. O primeiro passo foi a sondagem e a celebração de acordos entre o Ministério da Defesa brasileiro e a defesa dos outros países, cuja finalidade era o estabelecimento de parcerias industriais. Tornaram-se parceiros industriais do Brasil no programa KC-390, Argentina, República Tcheca e Portugal. Chile e Colômbia começaram o processo, mas não se tornaram parceiros industriais do programa. Todavia, cumpre ressaltar que as forças aéreas desses países mantiveram as cartas de intenção, pois o KC-390 atende a necessidade delas.

A OGMA ficou encarregada de produzir a seção central da fuselagem do avião, os *spansons*⁴⁰ direito e esquerdo e os profundores.⁴¹ Essas peças (os *spansons* e os profundores) tiveram a engenharia de desenvolvimento realizada pela EEA, ao passo que a fuselagem central coube à engenharia da Embraer.

A participação portuguesa no KC-390 também abarca dois centros de excelência em manufatura (um em estruturas metálicas e o outro em estruturas e material composto) localizados em Évora. A Embraer, por decisões corporativas da empresa, resolveu implantá-los em Portugal. Esses dois centros agregam à Embraer a capacidade de produzir componentes e partes que antes eram adquiridos junto a fornecedores internacionais. Tais centros de excelência em metálicos trouxeram à empresa a capacidade para a usinagem de peças muito grandes (de até 20 metros de comprimento), e usinagem de alta velocidade de materiais compostos e metálicos. Nas unidades da Embraer em Évora, são fabricadas as seguintes partes do KC-390: os painéis de revestimento das asas, o caixão estrutural da empenagem vertical e o estabilizador horizontal.

Na Argentina, a Fabrica Argentina de Aviones (FAdeA) assumiu a incumbência de fabricar várias partes do avião: os *spoilers*,⁴² a carenagem do *flap*, as portas do trem de pouso, o cone de calda (estrutura mista – material metálico e material composto); o armário eletrônico (situado entre a cabine de pilotagem e a cabine de carga, onde está localizada boa parte dos equipamentos eletrônicos do avião); e a porta da rampa.

Finalmente, na República Tcheca, a empresa Vodochody, além de ter participado da fase de definição conjunta dos parâmetros do avião, participa do programa KC-390 na condição de fornecedora das seguintes partes da aeronave: a rampa de carga, as portas da tripulação da cabine e, para os paraquedistas, as escotilhas de emergência e a seção da fuselagem traseira II (entre o cone de calda e a traseira I).

8 FORNECEDORES DO KC-390 E IMPACTOS NA CADEIA AERONÁUTICA BRASILEIRA

Além dos fornecedores oriundos dos países parceiros do Brasil no programa KC-390, fizeram parte do desenvolvimento dessa aeronave, cerca de dezoito fornecedores principais (listados no quadro 3), dos quais quatro são brasileiros, a saber: a Eleb, a cargo do fornecimento do sistema de trem de pouso; a Ael Sistemas, fornecedora do computador de missão e do *software* do HUD; a LH Colus, responsável pelo fornecimento dos assentos e macas; e a Aerotron, fornecedora do pacote de proteção balística da aeronave. Tais empresas, bem como o impacto trazido pela participação no programa KC-390, serão abordadas nas próximas subseções.

40. Conjuntos de cerca de 12 metros de dimensão que compõem a carenagem do compartimento do trem de pouso.

41. Leme de profundidade, uma superfície móvel localizada na empenagem horizontal. Serve para dar controle longitudinal do avião.

42. Superfícies móveis na asa para controle de sustentação.

Segundo se apurou nas entrevistas, a Embraer possui competência para fazer a seleção desses fornecedores, evidentemente que consultando a FAB e considerando seus requisitos. Portanto, a escolha dos fornecedores principais passou pelo crivo da FAB. A Embraer faz todo o processo de procura de fornecedores, gerando um relatório que é remetido à FAB. Os técnicos da FAB fazem uma avaliação considerando as etapas de processo de seleção de fornecedores descritas na seção 3.

A participação relativamente modesta das empresas brasileiras entre os fornecedores principais deve-se ao fato de que o país não tem uma base expressiva de fornecedores de equipamentos e grandes sistemas. Nesse sentido, o Programa KC-390 comprova uma característica apontada por muitos estudos que se debruçaram sobre a cadeia aeronáutica brasileira: o crescimento, o vigor tecnológico e a competitividade internacional da Embraer não foram acompanhados por seus fornecedores nacionais.⁴³ De acordo com Oliveira (2005), a privatização da Embraer provocou um aprofundamento da sua, já internacionalizada, cadeia de fornecedores. Nesse contexto, os fornecedores locais, “não souberam ou não tiveram condições de acompanhar este processo” (Oliveira, 2005, p. 166).

Nesse sentido, para desenvolver e fabricar a aeronave KC-390, a Embraer contou com um número expressivo de fornecedores estrangeiros, sobretudo nos pacotes de maior conteúdo tecnológico e representatividade no custo da aeronave. Os motores (fornecidos pelo consórcio International Aero Engines – IAE), por exemplo, representam cerca de 1/3 do custo do avião. Como não há nenhuma empresa brasileira fabricante de motores para aeronaves, o limite máximo em termos de conteúdo local seria da ordem de 2/3. O consórcio IAE vende milhares de motores para fabricantes de avião do mundo inteiro. O motor utilizado no KC-390 já possui 1 milhão de horas de voo, o que traz uma segurança à Embraer sobre a confiabilidade desse item crítico para o funcionamento da aeronave (Reuters, 2013). Por fim, tal consórcio possui vantagens significativas em termos de custo e escala, bem como no que diz respeito à manutenção de seus motores.

Os outros pacotes/grandes sistemas relevantes no KC-390 são: o equipamento de contramedida direcional (o DIRCM), a aviônica e o trem de pouso. Portanto, a Eleb (empresa pertencente à Embraer) é a única empresa brasileira incluída nesse grupo, dos fornecedores dos itens mais críticos e/ou dispendiosos da aeronave. O quadro 2 e a figura 6 expõem a origem dos principais sistemas.

A aviônica do KC-390 é fornecida pela empresa norte-americana Rockwell Collins, mesma fornecedora da aviônica do Legacy 500, aeronave executiva produzida pela Embraer. Assim como ocorreu na escolha de outros fornecedores agrupados no quadro 2, tal escolha se apoia na redução do custo de desenvolvimento e de

43. Sobre essa questão ver, por exemplo, Dagnino e Proença (1989), Bernardes Silva (2008) e Quadros *et al.* (2005).

integração na plataforma. Assim, para alguns dos entrevistados, dado o número reduzido de empresas fornecedoras de equipamentos e sistemas tecnológicos de maior conteúdo tecnológico e intensivos em P&D no Brasil, contratar fornecedores brasileiros para o suprimento desses equipamentos e sistemas mais sofisticados da aeronave poderia trazer problemas como: ampliação no cronograma de desenvolvimento, elevação nos custos e no aumento nos riscos.

QUADRO 2
Fornecedores principais do programa 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
Liebherr	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 Elt
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: Resultados da pesquisa, 2015 e 2016.

Além das quatro empresas brasileiras integrantes do grupo dos fornecedores principais, cerca de outros cinquenta fornecedores também participaram do programa KC-390. Tais empresas encarregaram-se do fornecimento de peças primárias, subconjuntos e conjuntos estruturais, ferramentais de produção, plataformas, gabarito de montagem, equipamentos de apoio no solo para manutenção

aeronáutico em termos de confiabilidade e segurança. De acordo com o relato de um dos entrevistados, como o padrão de exigência da Embraer não difere daquele observado entre outros grandes *players* da indústria aeronáutica mundial, a partir do momento que uma empresa está qualificada para fornecer para a fabricante de aviões brasileira, tem condição plena de fornecer para outros mercados. Cabe observar que o aprendizado tecnológico e a qualificação propiciados aos fornecedores brasileiros de projetos de engenharia, ferramental e usinagem em virtude da relação com a Embraer no projeto KC-390, converge com um achado da pesquisa de Quadros *et al.* (2009) em relação ao programa Embraer 170/190.

As próximas subseções apresentam os impactos tecnológicos mais evidentes nas empresas fornecedoras selecionadas.

8.1 Eleb

A Eleb compõe o grupo de fornecedores principais (*main suppliers*) do KC-390. Trata-se de uma empresa sediada em São José dos Campos, pertencente ao grupo Embraer. Assim como a Ael, o surgimento da Eleb está associado ao programa AMX. O governo brasileiro definiu que esse programa deveria propiciar ao país a capacitação tecnológica necessária para a produção do sistema de trem de pouso e componentes hidráulicos, incumbindo a Embraer (à época, empresa estatal) dessa missão.

Com essa finalidade, foi criada em 1984 a Embraer Divisão Equipamentos (EDE), não como uma empresa, mas como uma divisão da Embraer. A EDE não foi responsável pelo projeto do trem de pouso das aeronaves AMX, mas assumiu a incumbência de fabricá-lo, sob licença. A experiência propiciada por sua atuação no programa ítalo-brasileiro dotou-lhe de capacitação para produzir o trem de pouso do Super Tucano.

Em 1999, dentro dos programas de jatos executivos, decidiu-se criar uma *jointventure* com a empresa suíça Liebherr para o desenvolvimento conjunto dos jatos executivos. Assim, naquele ano, a “EDE deu origem à Eleb – Embraer Liebherr Equipamentos do Brasil S.A., uma *joint-venture* entre a Embraer (60%) e a suíça Liebherr Aerospace (40%)” (Defesanet, 2011).

Em 2008, em virtude de uma decisão estratégica da Embraer, a *jointventure* foi encerrada, com a aquisição pela fabricante de aviões brasileira da totalidade das ações da Eleb pertencentes à Liebherr. Naquele momento os programas da Embraer estavam a pleno vapor, de forma que o corpo diretivo da empresa entendia que seria imperioso que a Eleb tivesse condições para atender suas demandas.

Os primeiros projetos de engenharia levados a cabo pela Eleb ocorreram nos seguintes programas: ALX (Super Tucano), família ERJ-145, família 170/190,

Phenom 100, Phenom 300. Segundo se apurou na pesquisa de campo, ao longo desses projetos, os processos de capacitação e aprendizagem tecnológica foram intensificando-se paulatinamente. Inicialmente a Eleb fazia cálculos analíticos, trabalhando com poucos elementos finitos. Essa *expertise* em termos de cálculos de elementos finitos consolidou-se dentro da empresa a partir da família 170/190 (família E1), por volta do ano 2000. Tal *know-how* permite que sejam calculadas com muito mais precisão, geometrias complexas, como é o caso do trem de pouso. Após a conclusão do projeto E1, nos Phenons, a Eleb construiu um equipamento de teste que permite à empresa simular e testar pousos.⁴⁴

Quanto ao sistema de trem de pouso do KC-390, conforme o relato dos entrevistados, trata-se de um sistema específico para essa aeronave. Houve um investimento considerável para a execução do referido projeto. Tal programa representou à Eleb um enorme desafio, por conta da complexidade que ele encerra. O trem principal possui três amortecedores em paralelo. Até então, a Eleb só havia projetado e construído trens de pouso com um único amortecedor. Além disso, embora o trem de pouso auxiliar do KC-390 possua um externo semelhante a trens auxiliares de outras aeronaves, contém uma câmara dupla, que permite que a aeronave corra em pistas semipreparadas e que vença degraus de até 20 cm. Esse é um grande diferencial do trem auxiliar do KC-390. De fato, as exigências da FAB demandavam tal desenvolvimento tecnológico, uma vez que a utilização real da aeronave exigirá pousos e decolagens em condições especiais e normalmente não previstas no desenvolvimento de aeronaves civis (um claro exemplo de como uma demanda governamental pode levar à inovação).

A partir das informações coletadas na pesquisa de campo, é possível afirmar que participar do programa KC-390, também propiciou à Eleb um grande aprendizado na área de metais de alta dureza (como aço e titânio), pois seu processo de usinagem é diferente da usinagem de alumínio, tradicionalmente empregada pela companhia. As aprendizagens em termos de engenharia de projeto e fabricação foram aproveitadas na família E2. Segundo o depoimento de um dos entrevistados, em termos de tecnologia, o KC-390 colocou a Eleb em um patamar elevado de engenharia. O *know-how* adquirido pela empresa no programa do novo cargueiro da Embraer facilitou o desenvolvimento do trem de pouso dos aviões da família E2, nova geração de jatos comerciais da Embraer.⁴⁵

Entre os requisitos do KC-390 estabelecidos pela FAB, um deles possui rebatimentos sobre a atuação da Eleb dentro do referido programa, qual seja,

44. De acordo com informações obtidas na pesquisa de campo, poucas empresas possuem um equipamento como esse, de modo que precisam subcontratar ensaios. A Liebeherr, por exemplo, que é um dos grandes *players* desse mercado de trem de pouso, não possui uma máquina de queda livre.

45. Segundo o presidente da Eleb, Luis Marinho, "Se tivéssemos que fazer o trem de pouso do E2-190 sem a experiência do KC-390, estaríamos em uma situação bem complicada" (Wiltgen, 2016).

a necessidade de suportar pousos em pistas não preparadas ou semipreparadas, em condições climáticas extremas, que vão do calor da Amazônia ao frio intenso da Antártida. Para cumprir tal requisito, a fabricante brasileira desenvolveu um sistema inédito de distribuição do peso no trem de pouso principal. Esse novo sistema gerou uma patente,⁴⁶ depositada nos Estados Unidos e que aguarda homologação.

Nesse sentido, o programa KC-390 propiciou à Eleb uma capacitação tecnológica muito sólida em termos de usinagem de titânio e aço, colocando-a em pé de igualdade com os principais *players* do mercado, tais como Messier Bugatt, Goodrich e Liebherr. De acordo com o relato dos entrevistados, graças à encomenda do KC-390, a Eleb hoje tem capacidade de fazer um trem de pouso igual aos maiores do mundo, para a Embraer, ou outros fabricantes de aviões (como a Boeing e a Airbus).

8.2 LHColus

A LHColus, também localizada em São José dos Campos (SP), de pequeno porte, cujo sócio-fundador, antes de fundá-la, trabalhou durante 12 anos no IFI, na área de homologação de estruturas⁴⁷ e mais nove anos na Akaer Engenharia. Fato este que permite afirmar, com certo grau de liberdade conceitual, que se trata de um *spin-off* da FAB. Em 2008, a LHColus foi criada como um escritório de engenharia. O sócio-fundador iniciou no mercado como consultor individual. Em seguida, com a realização de projetos maiores foram contratados mais engenheiros e projetistas.

A LHColus é uma empresa especializada em projetos de engenharia no setor aeroespacial, envolvendo processos de validação de aeronaves estrangeiras no Brasil e análises de reparos estruturais, atuando também em projetos de modificações de aviões. No final de 2011, a Embraer convidou as empresas da indústria aeronáutica brasileira para oferecer pacotes relacionados à encomenda do KC-390. O sócio-fundador da empresa foi ao *Workshop*⁴⁸ KC-390, realizado em São José dos Campos, no Centro para Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (Cecompi) e identificou alguns pacotes que interessavam à LHColus. Após nove meses de processo de seleção, a LHColus foi selecionada pela Embraer para desenvolver o pacote de assentos de tropas e macas. O pacote da LHColus abarca, além dos assentos e macas em si, toda a

46. A patente depositada, está assentada em uma tecnologia de trem de pouso que "prevê que, ao tocar o solo, a 'viga balanço (também chamada de balancim) distribua com uniformidade a carga nas rodas" (Wiltgen, 2016).

47. Segundo o entrevistado, tal período lhe "proporcionou não só um bom conhecimento de regulamentos e como fazer direito a parte de engenharia e certificação, como também me proporcionou um bom *network*, uma boa rede de relacionamento dentro da Embraer. Eu conheço a maioria das pessoas-chave. Isso me ajudou muito a entrar no programa do KC-390".

48. De acordo com informações divulgadas pela imprensa, em outubro de 2011, "Cerca de 80 empresas brasileiras do setor aeronáutico participaram ontem do *Workshop* KC-390, promovido pela Força Aérea Brasileira (FAB). Durante o evento, a Embraer Defesa e Segurança apresentou oportunidades de curto e médio prazo para a cadeia produtiva do jato de transporte militar e reabastecimento em desenvolvimento para a FAB. O principal objetivo do *workshop* foi estimular a participação de empresas brasileiras como fornecedoras de peças, componentes, sistemas e serviços para o KC-390" (Defesamet, 2011a).

estrutura utilizada para suportar os assentos no avião, postes, vigas, ganchos, fitas e uma série de dispositivos necessários para montar os assentos. No avião existem os pontos de espera, ou no piso ou no teto, toda essa estrutura é fornecida pela empresa. O pacote completo pesa 1.120 kg, são 16 mil componentes para cada avião. Um simples assento tem 300 componentes.

Conforme se apurou na pesquisa de campo, o processo de seleção foi bastante rigoroso, detalhado e demorado. A equipe da Embraer é bastante rigorosa nos quesitos engenharia, manufatura e qualidade. Até ter sido selecionada para fornecer o pacote assentos e macas do KC-390, a LHColus não possuía experiência industrial, isto é, a empresa estava focada em projetos de engenharia. Todavia, de acordo com as entrevistas na Embraer, desde o início das discussões técnicas, a LHColus mostrou-se tecnicamente capaz.

Para dar conta do fornecimento do pacote assentos e macas, a LHColus teve de subcontratar outras empresas para levar a cabo as atividades de manufatura e montagem. Tal cadeia de fornecedores é composta de quarenta empresas, nacionais e estrangeiras, que fornecem uma gama variada de bens e serviços, tais como: cinto de segurança, extrusão de alumínio, parafuso, porca, arruela, tapeçaria, zíper, elástico. Esse fato acaba por demonstrar o elevado poder de encadeamento positivo advindo de uma encomenda tecnológica de alto valor. Mesmo que destinada a um fim militar, a encomenda aqui analisada envolve, seguramente, mais de uma centena de fornecedores que tem no governo brasileiro seu consumidor final.

Os requisitos exigiam que os assentos fossem simples, leves e baratos. Simples de instalar, enrolar, guardar e armazenar para poderem ser transportados de um lado para o outro da aeronave quando não estiverem sendo utilizados. Outra parte desafiadora desse programa foi atingir o peso-meta.

De acordo com o que se apurou na pesquisa de campo, ao longo do desenvolvimento do pacote assentos e macas, houve muita interação com a Embraer. Reuniões eram realizadas com frequência, para avaliar o andamento do projeto, apresentar apontamentos e sugestões. Segundo o entrevistado, a Embraer acompanhou o projeto na condição de cliente, trazendo importantes contribuições no sentido de desenvolver o melhor produto possível, que fosse ao mesmo tempo barato, leve e que cumprisse com os requisitos estabelecidos pela FAB de forma plena e indiscutível. Convém ressaltar que o assento desenvolvido pela LHColus foi qualificado para ensaios dinâmicos na Universidade do Kansas.

A participação no programa KC-390 abriu um novo horizonte de trabalhos à LHColus, junto à Embraer e outros clientes. No próprio KC-390, a LHColus acabou sendo contratada para fornecer a treliche da cabine e um armário para o sistema elétrico (“caixa de reconfiguração de missão”). Por fim, convém ressaltar

que a LHColus prestou serviços para a Aerotron no âmbito do KC-390, com o projeto de dimensionamento da fixação dos painéis balísticos fabricados por esta.

8.3 Aerotron

A Aerotron, empresa localizada em Itajubá (MG), foi criada por ex-funcionários da Helibras em 1999. Trata-se de uma empresa pequena, de acordo com a classificação do BNDES, cujo foco principal é o setor de defesa. A Aerotron presta serviços nas áreas de engenharia mecânica e aeronáutica, abarcando a assessoria em especificação, homologação e aquisição de produtos aeronáuticos. Convém chamar a atenção para o fato de que a empresa exporta projetos de proteção balística de aeronaves para o mercado europeu. Além disso, dedica-se ao desenvolvimento, ao projeto e à industrialização de componentes e equipamentos de emprego civil, militar e policial.

No portfólio da Aerotron, voltado para os segmentos aeronáutico e de defesa, destacam-se os seguintes produtos: atuador linear eletromecânico (utilizado para armar a metralhadora do Super Tucano),⁴⁹ proteção balística para helicópteros e proteção balística de aviões (Super Tucano). No que diz respeito ao esforço tecnológico da empresa, a Aerotron se dedica habitualmente a atividades como engenharia e desenvolvimento de produtos, engenharia e desenvolvimento de processos, *mockup* e testes e ensaios.

Segundo o entrevistado da empresa, as principais dificuldades enfrentadas para ingressar no grupo de fornecedores principais do KC-390, para o fornecimento do pacote de proteção balística, foram concorrência elevada e rigoroso processo de seleção. A Embraer envia especificações básicas às empresas participantes e um questionário com uma série de perguntas, relacionados aos seguintes temas: capacitação tecnológica, situação financeira, histórico, certificação e análise de risco. Antes mesmo de ter sido escolhida, de acordo com o entrevistado, houve uma integração muito forte com a Embraer. Ao longo do processo seletivo, a empresa também foi convidada pela Copac para apresentar sua solução. O processo de seleção durou cerca de dois anos. De acordo com o depoimento do entrevistado da empresa, a proteção balística foi um dos últimos pacotes adquiridos pela Embraer.

Tendo sido selecionada, a empresa teve um prazo curto para o desenvolvimento do produto e a confecção dos protótipos. Todavia, a Aerotron conseguiu cumprir o prazo estipulado pela Embraer para o desenvolvimento dos três protótipos de três painéis balísticos do avião, nas datas previstas pela Embraer. É importante salientar que a Aerotron contou com a parceria da empresa francesa TenCate Armour Advanced Armour nas etapas de projeto e fabricação dos protótipos da

49. De acordo com o entrevistado, a solução criada pela empresa permite que se ganhe espaço na asa do avião. Tal projeto culminou na certificação do equipamento, que é fornecido à Embraer e à FAB.

proteção balística, seguindo os requisitos de desempenho e peso estipulados pela Embraer (Defesanet, 2013).

Conforme informações coletadas na pesquisa de campo, a burocracia na importação de produtos controlados, representou um empecilho à consecução das atividades da empresa dentro do programa KC-390. Segundo o entrevistado da empresa, alguns materiais básicos de blindagem são importados, uma vez que a demanda existente no país não é condizente com a escala que se exigiria para a instalação de uma planta no país. Logo, as empresas no Brasil que trabalham com blindagem importam insumos.

De acordo com o que se apurou na entrevista realizada na Embraer, a Aerotron fez um trabalho muito bom no pacote de proteção balística do KC-390, trazendo um patamar novo para o Brasil em termos de blindagem. Há empresas no Brasil que atuam nesse ramo, mas o país não tinha tido nenhum programa que tivesse usado uma blindagem nesse nível tecnológico. Nesse sentido, pode-se falar então que houve um ganho de capacidade tecnologia nacional na área de blindagem balística e que decorre da encomenda associado ao programa KC-390.

8.4 Ael Sistemas

A Ael Sistemas, empresa localizada em Porto Alegre (RS), representa uma das poucas empresas brasileiras que atuam no ramo de sistemas eletrônicos militares e espaciais. Essa empresa foi fundada em 1983 com o nome de Aeroeletrônica, à época, pertencente ao grupo Aeronave e Motores Ltda. – Aeromot. A antecessora da Ael Sistemas, desde seus primeiros anos de existência, teve uma trajetória bastante ligada aos programas da aeronáutica, tendo participado do desenvolvimento e fabricação de onze diferentes unidades de componentes aviônicos para o Tucano, ainda em 1983.

A experiência e a capacitação tecnológica adquiridas no Projeto Tucano propiciaram à Aeroeletrônica sua contratação em um novo projeto da FAB. Segundo Pinheiro e Silva (1998, p. 5),

Pré-qualificada pelo Ministério da Aeronáutica, sob a intermediação, coordenação e acompanhamento permanente da Embraer, a empresa assinou contratos de aquisição e transferência tecnológica que a capacitassem a produzir os aviônicos para o AM-X.

Tendo sido incluída no Programa Industrial Complementar (PIC), mencionado anteriormente neste capítulo, a Aeroeletrônica assinou contratos de transferência de tecnologia com empresas estrangeiras, como a italiana Elmer, a norte-americana Sundstrand e a israelenses EL-OP. A partir desses contratos, a empresa ficou responsável por boa parte dos aviônicos do caça AMX e consolidou sua capacitação tecnológica em tal área. Assim, pode-se dizer que a trajetória

dessa empresa demonstra que não se pode dissociar a existência de uma indústria aeronáutica no país da demanda pública.

Após sua participação no AMX, a Aeroeletrônica foi beneficiária de um contrato de *offset* do projeto de modernização do F-5. A Elbit,⁵⁰ empresa de Israel, foi selecionada nesse projeto pela Aeronáutica. De acordo com o Cel-Av. João Alexandro Braga Maciel Vilela, a FAB exigiu que a empresa vencedora do certame tivesse manutenção e produção locais. Desse modo, para cumprir às exigências da FAB, a empresa israelense acabou adquirindo a Aeroeletrônica, cujo nome foi alterado para Ael Sistemas. Atualmente a Embraer tem uma participação de 25% nessa empresa, enquanto os outros 75% pertencem à Elbit.

A companhia original já possuía uma bagagem tecnológica considerável em termos de equipamentos eletrônicos embarcados. Todavia, após ter sido adquirida pela Elbit, a empresa foi beneficiária de um projeto de *offset* denominado *Avionics Software House* (ASH). No âmbito desse projeto, foi enviado um grupo de engenheiros da Ael Sistemas à Israel com o propósito de aprender a desenvolver *software* aviônico. Com base no depoimento do Cel-Av. Vilela ficam evidentes os impactos tecnológicos desse intercâmbio, sobretudo no que se refere à área de aviônica:

Daquele núcleo inicial, a AEL cresceu sua capacidade de gerenciar programas de aviônica, como fez, por exemplo, na modernização dos aviônicos da frota de aeronaves de transportes Embraer EMB-110 Bandeirante, C-95 na FAB, na qual a empresa realizou todo o ciclo de modernização de um sistema, do projeto até sua certificação. O programa C-95M capacitou a empresa a projetar e desenvolver o sistema *glass cockpit* para o helicóptero Esquilo do Exército, que consiste de um sistema aviônico integrado por três *displays* e um computador central no qual 95% do *software* foi desenvolvido no Brasil pela AEL. Após o desenvolvimento e a disponibilização do sistema para o fabricante Helibras, provemos o suporte técnico necessário para os ensaios em voo, como parte da certificação junto ao IFI (Ael Sistemas, 2015).

Atualmente a Ael Sistemas se dedica ao projeto, desenvolvimento, fabricação, manutenção e suporte logístico de sistemas eletrônicos, para aplicação em plataformas aéreas, marítimas, terrestres e espaciais. A partir das atividades de desenvolvimento e fabricação levadas a cabo pela empresa, originam-se equipamentos e *softwares* empregados no controle de aeronaves, drones, navios e carros de combate. O portfólio da Ael Sistemas envolve “soluções como *displays* de combate, radares, computadores de bordo, simuladores de guerra e sistemas optrônicos e eletro-ópticos, usados em redes de vigilância e monitoramento de fronteiras” (Müller, 2015).

50. A empresa israelense Elbit Systems Ltd., “é uma companhia internacional de eletrônicos de defesa envolvidos em uma ampla gama de programas em todo o mundo. A empresa, que inclui a Elbit Systems e suas subsidiárias, atua nas áreas de sistemas aeroespaciais, terrestres e navais, comando, controle, comunicações, computadores, inteligência de vigilância e reconhecimento, sistemas de aeronaves não tripuladas, electro-óptica avançada, sistemas espaciais eletro-ópticos, sistemas de alerta no ar, *links* de dados e sistemas de comunicações militares e rádios” (Ferrão, 2013).

Aqui, cabe frisar o projeto EGI (Embedded GPS/INS), realizado pela Ael Sistemas, com recursos da Finep, cuja finalidade foi o desenvolvimento do primeiro sistema brasileiro de navegação inercial⁵¹ para aeronaves, tendo sido produzido um protótipo desse equipamento. O EGI demonstra a capacitação da empresa no desenvolvimento de *hardware* e *software*, não suscetível à indução de degradação na *performance*. De acordo com as informações obtidas na pesquisa de campo, a Ael Sistemas vem implantando uma capacidade de manufatura local e suporte pós-venda e capacitando-se em engenharia e *software*.

No projeto KC-390, a Ael Sistemas participa do fornecimento do computador de missão e do HUD. Em relação ao computador de missão, a empresa de Porto Alegre ficou a cargo do desenvolvimento do módulo computador X-86, componente embarcado no computador de missão, cujo *hardware* foi fabricado em Israel, na Elbit. Além disso, a empresa também assumiu nesse pacote o desenvolvimento do *software* do computador de missão (que faz a interface com a avionica do avião). De acordo com informações obtidas na pesquisa de campo o desenvolvimento dos projetos de *hardware*, *software* e mecânico, foram realizados pelos engenheiros da Ael Sistemas e trouxeram à empresa a oportunidade de aumentar sua capacidade de concepção e produção de placas de circuito impresso. No caso do HUD a empresa foi responsável pela confecção do *software* desse componente.

9 CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi apresentar a encomenda realizada pela FAB do avião cargueiro KC-390, inserindo-a na discussão em torno das políticas de inovação pelo lado da demanda, foco deste livro. Cumpre destacar que a encomenda do novo jato da Embraer está inserida em um contexto marcado pelo reaparelhamento da FAB e pelo lançamento da END. Com base nas premissas delineadas neste capítulo, a demanda do Estado, materializada na encomenda do desenvolvimento e posterior produção seriada de um novo avião cargueiro, tem como finalidade permitir que a FAB cumpra adequadamente sua missão e, concomitantemente, fomente o domínio nacional de tecnologias avançadas e o alcance de maior independência tecnológica por parte da indústria de defesa do país.

Nesse contexto e apoiada no modelo de ciclo de vida que adota, a FAB tomou a decisão de substituir o C-130 pela contratação do desenvolvimento de um avião cargueiro, em vez de optar por opções *off-the-shelf* (como o C-130J). Segundo se apurou na pesquisa de campo, ainda que a opção do desenvolvimento envolvesse riscos, a encomenda de uma nova aeronave, que cumprisse seus requisitos

51. Tal equipamento "provê uma solução de navegação para aeronaves de acordo com a norma SNU-84, incluindo posição, velocidade, aceleração e atitude, entre outros parâmetros".

(sobretudo em termos de desempenho e dos custos operacionais e de manutenção), seria vantajosa.

No que toca à mitigação de riscos do projeto, cabe salientar que a FAB, em contratos de desenvolvimento que envolvam riscos significativos, adota instrumentos para mapeá-los. Em todos os contratos da FAB com esse perfil, há um anexo relacionado à gestão de risco. De acordo com o relato de um dos entrevistados, para cada área em que a Embraer tinha menos experiência e que os desafios tecnológicos se mostravam maiores, foram estabelecidas e alinhadas com a FAB, contratualmente, as estratégias de mitigação, como os ensaios em túnel de vento, simulações, análise de integração de sistemas e contratação de consultores.

No caso da encomenda do novo avião cargueiro, antes da contratação da produção seriada, portanto, no contrato referente à aquisição dos dois protótipos (etapa de desenvolvimento – KC-X), estavam previstas estratégias de mitigação que deveriam ser implementadas pela empresa contratada. Caso a empresa se deparasse com “situações sem saída”, eventualmente as partes poderiam resolver abortar o desenvolvimento, evitando-se o desperdício de recursos públicos em um projeto que carecia de maturidade tecnológica. Portanto, fatar a encomenda em duas (KC-X, o desenvolvimento e a fabricação dos dois protótipos e KC-390, a produção seriada) demonstra uma postura de cautela em relação aos riscos presentes em qualquer projeto inovador. Somente após a realização do CDR, etapa em que ficou constatado que o projeto tinha maturidade suficiente, alcançou-se a segurança necessária às partes para que fosse disparada a negociação do contrato da série.

Pode-se afirmar, a partir da pesquisa realizada, que, além das atividades de gestão e de mitigação de riscos, os seguintes fatores permitiram à FAB assumir os riscos intrínsecos a um projeto dessa envergadura e complexidade, conforme listados a seguir.

- 1) A FAB, ao longo de sua existência, acumulou competências (científicas, tecnológicas, operacionais e gerenciais no setor aeroespacial, em suas divisões e subdivisões) na elaboração de requisitos operacionais e tecnológicos dos equipamentos que encomenda. Essas competências lhe trazem a segurança necessária para bancar os riscos subjacentes à realização de encomendas tecnológicas e compras públicas para a inovação.
- 2) Reputa-se que foi diferencial para o projeto a existência de sólidas relações de confiança entre contratante e contratado. Pode-se afirmar que a FAB, tendo participado de diferentes programas com a Embraer, tinha a percepção de que a fabricante de aeronaves contratada para o desenvolvimento e posterior produção seriada do KC-390 possuía capacidade técnica para superar os vários desafios que esse programa encerra.

Portanto, uma importante lição que se extrai desse estudo é a seguinte: no Brasil é possível fazer encomendas tecnológicas de vulto. Todavia, os riscos são elevados, a começar pela necessidade de encontrar uma empresa com notória especialização. *Global players* brasileiras, como é o caso da Embraer, são exceções. Logo, ainda que a principal legislação do país que rege as compras do setor público dê a possibilidade para a realização de encomendas tecnológicas, há uma dificuldade muito grande para encontrar empresas no país capacitadas tecnologicamente, com tradição em P&D e posicionadas na vanguarda tecnológica de seus setores. Reflexo disso é o fato de que a própria FAB contratou a sueca Saab para o desenvolvimento do projeto FX-2.

A partir da pesquisa de campo realizada tanto na Embraer, como nas empresas brasileiras incluídas no grupo de fornecedores principais do programa KC-390, pode-se afirmar que a encomenda dessa aeronave representou uma oportunidade ímpar para a obtenção de ganhos tecnológicos por parte das empresas brasileiras envolvidas. No caso da Embraer, o produto desenvolvido, por si só, já deve ser considerado uma importante inovação. Trata-se do maior avião já projetado e fabricado pela Embraer, a partir do qual a empresa abre novas oportunidades no mercado de defesa. Ademais, a experiência e a capacitação absorvidas no referido programa certamente descortinam a possibilidade de a empresa ocupar um novo nicho na aviação comercial: o de aviões de grande porte. Um dos ineditismos do programa analisado neste capítulo diz respeito ao desenvolvimento do software de *flw-by-wire in-house*. Tal atividade nunca havia sido realizada em programas anteriores (civis ou militares) pela Embraer.

Em relação aos fornecedores principais brasileiros, é possível destacar as seguintes inovações/desenvolvimentos atreladas a sua participação no programa KC-390, conforme listadas a seguir.

- 1) Eleb: por meio de novas técnicas de usinagem e de manufatura, desenvolveu trens de pouso capazes de operar em pistas não convencionais.
- 2) LHColus: ao migrar para a manufatura teve de realizar uma robusta gestão de fornecedores ao mesmo tempo em que entregava produtos com especificações técnicas de alta exigência.
- 3) Aerotron: desenvolveu placas de proteção balísticas inéditas no mercado nacional e colocou a proteção balística de aeronaves no país em patamares internacionais.
- 4) Ael Sistemas: desenvolveu e fabricou o módulo do computador embarcado X-86, um módulo robustecido e de alto desempenho, cujo projeto e fabricação são inovadores no Brasil (Plavetz, 2016).

Mesmo que os fornecedores brasileiros de serviços de engenharia e processos industriais não tenham sido incluídos na pesquisa (por questões de tempo e recursos), na entrevista realizada na Embraer, averiguaram-se os esforços tecnológicos, bem como possíveis inovações e capacitações desse grupo, a partir de sua participação no programa KC-390.

Tal programa trouxe, para esse grupo de empresas, importantes ganhos tecnológicos, principalmente às empresas de usinagem, que para fazer frente a uma demanda por usinagem de alta complexidade, com novos materiais e em grandes peças, tiveram de construir competências tecnológicas internas. Entre as empresas de engenharia, algumas delas assumiram pacotes de engenharia de detalhamento de grandes estruturas, inclusive na fase de concepção da aeronave. O presente estudo, portanto, corrobora achados de outras pesquisas sobre a indústria aeronáutica brasileira,⁵² quais sejam: a importância da relação com a Embraer e da participação em programas da FAB do ponto de vista das capacitações e aprendizagens adquiridas pelas empresas (sobretudo às pequenas e médias) fornecedoras da cadeia aeronáutica brasileira.

Não obstante os elementos que apontam para o êxito do programa, também foram identificados neste estudo alguns problemas/obstáculos. O primeiro deles diz respeito às restrições orçamentárias enfrentadas pelo governo federal. Esse é um problema recorrente nos programas de defesa e, especificamente no caso do KC-390, afetou o cronograma de desenvolvimento, atrasando em 18 meses a certificação final do novo produto. De acordo com informações divulgadas pela imprensa, o passivo do governo federal com a fabricante de aviões brasileira já ultrapassa US\$ 1,2 bilhão (Rezende, 2016). Para dar continuidade ao programa de desenvolvimento, a Embraer foi obrigada a lançar mão de recursos próprios, em virtude dos atrasos nos repasses devidos pelo Ministério da Defesa (Rezende, 2016). Em depoimento recente, o presidente da Embraer admitiu inclusive que o atraso do KC-390 afetou potenciais clientes (Rezende, 2016).

O segundo problema diz respeito à constatação de que o programa KC-390 contou com um pequeno número de empresas brasileiras entre os fornecedores principais. Para alguns dos entrevistados, o KC-390 poderia ter contado com um número maior de itens nacionais, mas há um *trade-off*: o fornecimento local traz frutos interessantes ao país (como a geração de empregos e o desenvolvimento tecnológico de seu parque industrial), mas embute riscos e custos elevados.

Diferentes trabalhos, em maior ou menor medida, debruçaram-se sobre a possibilidade de adensamento da cadeia aeronáutica brasileira (Frischtak, 1992; Dagnino, 1993; Bernardes, 2000; Oliveira, 2005; Quadros *et al.*, 2009; Marques,

52. Ver Oliveira (2005), Quadros *et alii* (2009) e Marques (2011).

2011; Francelino, 2016). Alguns obstáculos foram identificados por essa literatura à efetivação do adensamento, listados a seguir.

- 1) Uma parte expressiva das empresas que compõem a cadeia aeronáutica brasileira é dependente (financeira e tecnologicamente) da Embraer, o que acaba se tornando uma barreira ao desenvolvimento e ao acesso a cadeias distintas. Esse quadro faz com que a chance de *upgrade* na cadeia de fornecedores seja reduzida, visto que se dedicam preponderantemente a atividades rotineiras de produção. Nesse sentido, os casos de desenvolvimento de novos processos e produtos são raros entre tais empresas.
- 2) Sobretudo a partir das famílias ERJ 145 e Embraer 170/190, a empresa abandonou a preocupação com o índice de nacionalização de componentes, bem como no que diz respeito ao domínio de tecnologias que não fossem críticas ao seu *core business*. Ademais, o padrão evolutivo da indústria aeronáutica mundial sofreu uma alteração marcada pela desverticalização e internacionalização de atividades e responsabilidades. Diante desse cenário, pode-se afirmar que houve uma redução nos riscos financeiros e tecnológicos dos projetos da Embraer. Todavia, reforçou-se a participação dos fornecedores/parceiros de risco estrangeiros em tais projetos, dificultando o adensamento da cadeia aeronáutica brasileira, uma vez que se reduziu “o poder de comando da Embraer, seja sobre o investimento, seja sobre a escolha de fornecedores de componentes” (Francelino, 2016, p. 31).⁵³
- 3) Falta de articulação e de efetividade das políticas de fomento à indústria aeronáutica brasileira. Ademais, a complexidade das leis brasileiras, referente à tributação e a incentivos, acarreta dúvidas entre as empresas interessadas, o que dificulta seu processo decisório.
- 4) Ao longo dos anos, a política de *offset* transformou-se no principal instrumento adotado pela FAB em suas aquisições com vistas a fomentar tecnologicamente as empresas da indústria aeronáutica brasileira. Todavia, é possível identificar alguns problemas nessa política como a ausência de um planejamento estratégico de longo prazo com vistas a apoiar o processo decisório (definindo, por exemplo, tecnologias

53. De acordo com Quadros *et al.* (2009, p. 20): “A estratégia de negócios da Embraer nas famílias ERJ 145 e Embraer 170/190 apoiou-se no estabelecimento de parcerias de risco com grandes fornecedores estrangeiros, que se responsabilizam pela entrega de “sistemas” aeronáuticos [Gomes, Bartels, Lima *et al.*, 2005]. Com isso, a empresa reduziu seu esforço no detalhamento e na produção de partes e peças e decidiu concentrar-se nas suas competências principais: a concepção, o desenvolvimento, a integração e o suporte pós-vendas de aeronaves. Essa estratégia, se por um lado possibilitou a sobrevivência e o crescimento da empresa, por outro acarretou a redução nos índices de nacionalização, transferindo para o exterior decisões e, por conseguinte, atividades que antes eram feitas no país”.

estratégicas que poderiam ser nacionalizadas), a falta de continuidade e seu pequeno alcance.

- 5) Falta de solidez financeira das empresas e problemas econômicos do país (flutuação do câmbio, flutuação da taxa de juros, mudanças nas políticas governamentais etc.).
- 6) Considera-se que a demanda no Brasil e na América Latina é muito reduzida, sendo incompatível com a escala necessária (da maioria dos componentes aeronáuticos) para a instalação de uma operação industrial no país.

A despeito desses obstáculos, é importante que se considere o fato de que o Brasil é um dos poucos países do mundo que conta com uma empresa fabricante de aviões comerciais, executivos e militares. Ademais, os investimentos e a escala atrelados aos programas militares (com destaque para o KC-390 e o FX-2) e civis (com destaque para o E2) criam uma janela de oportunidade para o fortalecimento da indústria aeronáutica brasileira. Nesse sentido, assim como outros estudos sobre o mesmo tema (Bernardes e Pinho, 2002; Oliveira, 2005; Quadros *et al.*, 2009; Marques, 2011; Francelino, 2016), acredita-se na viabilidade do fortalecimento de atividades de maior intensidade tecnológica no setor aeronáutico brasileiro.

Com base na literatura explorada e no estudo apresentado neste capítulo, à guisa de recomendações, são apresentadas algumas propostas.

- 1) A atração de atividades mais complexas da cadeia aeronáutica teria que ser racional, considerando os elementos estratégicos da cadeia, bem como empresas e componentes em que a trajetória cumulativa de capacitação tenha maiores chances de se desenvolver (Bernardes e Pinho, 2002; Oliveira, 2005).
- 2) A política de atração deve ter como premissa o estímulo à internacionalização, pois a literatura e os achados da pesquisa de campo apontam para problemas às empresas muito dependentes da demanda da Embraer e/ou dos programas da FAB.
- 3) Seria importante a correção de falhas de governo, tais como a complexidade das leis brasileiras referentes à tributação e aos incentivos.
- 4) A articulação da END com instrumentos de política industrial, comercial e tecnológica, exigindo esforços e articulação entre os diferentes atores e seus instrumentos, buscando sua complementaridade e efetividade. Tais esforços, em conjunto com as encomendas tecnológicas realizadas pela FAB e a utilização estratégica da política de *offset*, apoiado na seleção de

elos estratégicos e de empresas que tenham maior chance de se desenvolver, poderão contribuir para o fortalecimento da cadeia aeronáutica brasileira.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.; CERQUEIRA, S. A. A. G. Projeto Ótimo de Aeronave de Carga Rádio-Controlada. *In*: Simpósio de Mecânica Computacional, 9., 2010. Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais. **Anais...** São João del-Rei: ABMEC, 2010
- AEL SISTEMAS. **Entrevista RFA – Cel-Av (R1)** João Alexandre Braga Maciel Vilela. Ael Sistemas, 30 de janeiro de 2015. Disponível em: <goo.gl/W3gxhF>. Acesso em: 17 maio 2016.
- AERON. **Projeto de aeronaves**. Aeron, [s.d.]. Disponível em: <goo.gl/q6G0wW>. Acesso em: 13 abr. 2016.
- ALVES, C. J. P. **Módulo 2 – aeronaves e comprimento de pistas**. 2007. Disponível em: <goo.gl/6HcMAK>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- ANDRADE, I. O. *et al.* **O fortalecimento da indústria de defesa do Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016.
- AFFONSO, J. A. C. **O offset nos projetos estratégicos da FAB**. Seminário de *Offset*, 2. 2014, São José dos Campos, São Paulo. Disponível em: <goo.gl/WpwGQc>. Acesso em: 13 abr. 2016.
- _____. **A política de offset da aeronáutica no âmbito da estratégia nacional de defesa**. Concurso de artigos sobre o Livro Branco de Defesa Nacional – Ministério da Defesa. Disponível em: <goo.gl/HE9SaA>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- AMARO, L. P. **Proposta de um modelo para a pré-aquisição de produtos de defesa em organizações das Forças Armadas nos primeiros níveis de maturidade**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Produção, Rio de Janeiro: UFRJ, 201.
- BERNARDES, R; PINHO, M. **Aglomeración e aprendizado na rede de fornecedores locais da Embraer**. 2002. 36p. Relatório de pesquisa.
- BRASIL. Lei nº 8666, de 21 de junho de 1993 e alterações. Regulamento o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1993f.
- _____. Lei nº 12.349, de 15 de dezembro de 2010. Altera as Leis nºs 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.958, de 20 de dezembro de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, em 16 dez. 2010.

_____. Decreto nº 7.546, de 2 de agosto de 2011. Regulamenta o disposto nos §§ 5º a 12 do art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e institui a Comissão Interministerial de Compras Públicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2011.

_____. Lei nº 12.598, de 22 de março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, em 22 mar. 2012.

_____. Portaria nº 1.666/GC3, de 16 de setembro de 2013. Dispõe sobre a Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (Copac) e dá outras providências. 2013. Disponível em: <goo.gl/porgmA>. Acesso em: 10 jun. 2016.

_____. Câmara dos Deputados. Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional. **Audiência Pública**, Reunião nº 0965/2014, 6 ago. 2014. Disponível em: <goo.gl/oc1Ihd>. Acesso em: 10 jan. 2016.

_____. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 17 dez. 2008.

CABRAL, A. S. **Análise do desempenho tecnológico da indústria aeronáutica brasileira**. 241 p., 1987. Tese (Doutorado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1987.

CARRIERI, M. Oriente Médio é promissor para novo jato Embraer. **Agência de Notícias Brasil-Árabe**, 11 nov. 2014. Disponível em: <goo.gl/gGHjNY>. Acesso em: 14 jun. 2016.

CENTRO HISTÓRICO EMBRAER. **EMB 110 Bandeirante**. Centro Histórico Embraer, [s.d.]. Disponível em: <goo.gl/Ywg5KB>. Acesso em: 22 ago. 2016.

CHÁ, P. R. B. **Apresentar processos e projetos de incentivo à tecnologia na Indústria da Defesa**. Disponível em: <goo.gl/sVMYwj>. Acesso em: 14 jun. 2016.

DAGNINO, R.; PROENÇA, D. **The brazilian aeronautics industry**. Mimeo. Genebra: OIT, 1989.

DAHLMAN, C.; FRISCHTAK, C. **National systems supporting technical advance in industry: the Brazilian experience**. Mimeo. Brighton, 1990.

DAGNINO, R. **A indústria aeronáutica**. Ecib – Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira. Campinas, 1993. (Nota Técnica Setorial).

DALLA COSTA, A.; SOUZA-SANTOS, E. R. Embraer diversifica projetos na área militar: o novo cargueiro C-390. **Economia & Tecnologia**, v. 24, n. 7, jan./mar. 2011.

DEFESANET. **KC-390** – cargueiro terá trens de pouso da Eleb. Defesanet, 6 de abril, 2011. Disponível em: <goo.gl/9LUZdY>. Acesso em: 17 mai. 2016.

_____. **KC-390** – Workshop busca mais empresas brasileiras. Defesanet, 20 out., 2011a. Disponível em: <goo.gl/7LSW6Y>. Acesso em: 17 mai. 2016.

_____. **KC-390**, a maior e mais sofisticada aeronave brasileira será apresentada em SP. Defesanet, 18 out. 2014. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/kc390/noticia/17153/KC-390--a-maior-e-mais-sofisticada-aeronave-brasileira-sera-apresentada-em-SP/>. Acesso em: 24 mar. 2017.

_____. **KC-390** – Aerotron Brasil seleciona TenCate para proteção balística. Defesanet, 30 de set. 2013. Disponível em: <goo.gl/Hsklbs>. Acesso em: 13 maio 2016.

_____. **Força Aérea LAAD Bastidores 4** – KC-390 promissor com grandes desafios à frente. Defesanet, 30 de abr. 2013. Disponível em: <goo.gl/VYe5Rx>. Acesso em: 13 mai. 2016.

_____. **Força Aérea Renovada** – o processo de seleção (matéria de 2003). Defesanet, 12 de jan. 2014. Disponível em: <goo.gl/S2tLr>. Acesso em: 17 mai. 2016.

DCTA – DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL. **Prestação de contas ordinária anual relatório de gestão do exercício de 2014**. São José dos Campos, 2015. Disponível em: <goo.gl/YbeiwT>. Acesso em: 18 fev. 2016.

DÜRING, N. **Entrevista com Paulo Gastão, diretor do Programa KC-390**. Defesanet, 18 de dezembro de 2013. Disponível em: <goo.gl/NiKTuC>. Acesso em: 10 out. 2015.

DÜRING, N. **KC-390 – estará em Farnborough**. Defesanet, 31 de março de 2016. Disponível em: <goo.gl/VogGXF>. Acesso em: 17 maio 2016.

EBC – EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. FAB faz voo inaugural de maior avião já fabricado no Brasil. **Portal EBC**, 3 jan. 2015. Disponível em: <goo.gl/VX8raC>. Acesso em: 21 abr. 2016.

EMBRAER. Força Aérea Brasileira e Embraer Defesa & Segurança concluem Revisão Crítica de Projeto do KC-390. **Press Release**, 25 de março de 2013. Disponível em: <goo.gl/d0e85Y>. Acesso em: 4 fev. 2016.

FAB – FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **DCA 400-6** – Ciclo de vida de sistemas e materiais da aeronáutica. Brasília, Ministério da Defesa, Comando da Aeronáutica, 2007.

_____. **Política e Estratégia de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica da Aeronáutica**. (DCA 360-1). Brasília, 2005.

_____. **Estado-Maior da Aeronáutica tem novo chefe**. Força Aérea Brasileira, 12 dez. 2014. Disponível em: <goo.gl/Ywg5KB>. Acesso em: 22 ago. 2016.

FERREIRA, M. J. B.; SABBATINI, R. C. **Engenharia de projetos na indústria aeronáutica brasileira**. Campinas, SP: Relatório, Unicamp/ABDI, 2013, p.1-42.

FRANCELINO, J. A. *et al.* Impacts of the aircraft AM-X's acquisition program (1982-1994) on technological management capability of the Brazilian Aeronautical Command. *In: Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia*, 16., 2015. **Anais...** Porto Alegre: Altec, 2015.

FRANCELINO, J. de A. **Impactos tecnológicos de programas de aquisição de aeronaves militares sobre o nível de capacitação da indústria aeronáutica brasileira**. 345. Tese (Pós-Graduação) – Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA), São José dos Campos – SP, 2016.

FRISCHTAK, C. R. Learning and technical progress in the commuter aircraft industry: an analysis of embraer's experience. **Research-Policy**, v. 23, n. 5, p. 301-312, 1994.

MACHADO, M. Apresentando o KC-390. **Operacional**, 29 nov. 2014. Disponível em: <goo.gl/cBq02E>. Acesso em: 20 abr. 2016.

MARQUES, R. A. **O desenvolvimento da capacidade para inovação**: as pequenas e médias empresas do setor aeronáutico brasileiro. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2011.

MENDES, A. Aposta estratégica. **Presença Internacional do Brasil**, ano V, n. 22, maio-jun. 2013. Disponível em: <goo.gl/vLImtM>. Acesso em: 17 maio 2016.

Brasil. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. **Ações orçamentárias integrantes da Lei Orçamentária para 2016**. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 9 mar. 2016. Disponível em: <goo.gl/Qo0tBh>. Acesso em: 6 set. 2016.

MOURE, M. G. **Projeto KC-X2**: uma necessidade estratégica para o emprego do Poder Aéreo Brasileiro. 2014. Monografia (Graduação), Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra, Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (Caepe), Rio de Janeiro, 2014.

MOSCOSO, R. R. **Pesquisa, desenvolvimento e produção de material aeronáutico de alta tecnologia no Brasil**: o papel do Ministério da Defesa. 2008. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

MÜLLER, A. O arsenal da inovação: Como a AEL Sistemas desbancou a Whirlpool e se tornou a empresa mais criativa do sul do país. **Revista Amanhã**, 13 fev. 2015. Disponível em: <goo.gl/uc6kYa>. Acesso em: 24 mar. 2017.

O'BRIEN, R.; ITURRIETA, F. 2016. Cargueiro militar KC-390 está seguindo cronograma agora, diz executivo da Embraer. **Reuters Brasil**, 30 mar. 2016. Disponível em: <goo.gl/hREnEy>. Acesso em: 17 maio 2016.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Há mercado em toda parte (entrevista). **O Estado de São Paulo**, 24 nov. 2013. Disponível em: <goo.gl/0xWfT0>. Acesso em: 10 maio 2016.

O VALE. KC-390 é apresentado e atrai interesse de países parceiros. **O Vale**, 21 de outubro de 2014. Disponível em: <goo.gl/XKpAxK>. Acesso em: 10 maio 2016.

OLIVEIRA, L. G. **A cadeia de produção aeronáutica no Brasil**: uma análise sobre os fornecedores da Embraer. 2005. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Campinas, 2005.

OLIVEIRA, C. A. L. Compras públicas no âmbito federal nos Estados Unidos da América: análise sucinta acerca das principais modalidades de compras de bens e serviços, bem como dos principais instrumentos contratuais decorrentes ou antecedentes. **Revista de Doutrina da 4ª Região**, Porto Alegre, n. 67, ago. 2015.

OLIVEIRA, L. G. **A política de *offset* e o Brasil**: perspectivas da construção de uma agenda de política de transferência tecnológica de defesa à luz da experiência. Brasília: Ceag, 2014. (Texto de Discussão).

PÉREZ, M. A. D. L. S. F. **Modelo de competências em gerenciamento de projetos de sistemas complexos da defesa**. 2011. Dissertação (Mestrado), Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, 2011.

PINHEIRO, I. A.; SILVA, E. M. Transferência tecnológica bi-nacional: um estudo de caso no setor de aviônicos. *In*: ENEGEP, 18., 1998, Niterói, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói: Enegep, 1998.

PLAVETZ, I. 4ª Mostra BID Brasil: AEL Sistemas apresenta tecnologias. **Tecnologia & Defesa**, 27 set. 2016. Disponível em: <goo.gl/4VygLx>. Acesso em: 30 set. 2016.

PODER AÉREO. Aeronáutica apresenta “mock-up” do compartimento de carga do KC-390. **Poder Aéreo**, 12 mar. 2010. Disponível em: <goo.gl/bu5y0e>. Acesso em: 10 jan. 2016.

_____. Primeiro voo do KC-390 deve ocorrer na próxima semana. **Poder Aéreo**, 15 jan. 2015. Disponível em: <goo.gl/bvSrY2>. Acesso em: 10 jan. 2016.

_____. FAB e Embraer concluem revisão crítica de projeto do KC-390. **Poder Aéreo**, 25 mar. 2013. Disponível em: <goo.gl/bu5y0e>. Acesso em: 10 jan. 2016.

_____. FAB e Embraer concluem Revisão Crítica de Projeto do KC-390. **Poder Aéreo**, 25 de março de 2013. Disponível em: <goo.gl/FDjM6L>. Acesso em: 17 mar. 2016.

_____. Protótipos se somarão aos KC-390 encomendados pela FAB, para uma frota total de 30 aviões. **Poder Aéreo**, 22 out. 2014. Disponível em: <goo.gl/Awlm8d>. Acesso em: 10 abr. 2016.

_____. Embraer divulga foto do segundo protótipo do KC-390, junto ao primeiro. **Poder Aéreo**, 14 mar. 2016. Disponível em: <goo.gl/SL9r78>. Acesso em: 10 abr. 2016.

_____. Campanha de ensaios do cargueiro KC-390 apresenta novo recorde. **Portal Brasil**, 18 abr. 2016. Disponível em: <goo.gl/IEsHng>. Acesso em: 21 abr. 2016.

QUADROS, R. *et al.* Mapeamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (CAB). *In*: MONTORO, G. C. F.; MIGON, M. N. (Orgs.). **Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: BNDES, 2009, cap. 2, p. 71-196.

RETRATO DO BRASIL. O shopping global não fornece. **Retrato do Brasil**, jun.-julho 2008. Disponível em: <goo.gl/a8ctgB>. Acesso em: 21 abr. 2016.

REUTERS BRASIL. Suécia se oferece para comprar avião cargueiro militar brasileiro. **Reuters Brasil**, 27 fev. 2014. Disponível em: <goo.gl/6tWq3G>. Acesso em: 15 abr. 2016.

REZENDE, P. P. KC-390 – Embraer otimista na perspectiva de mercado. **Defesanet**, 30 mar. 2016. Disponível em: <goo.gl/m2YOTy>. Acesso em: 21 abr. 2016.

RIBEIRO, C. G. Políticas internacionais de promoção da indústria aeronáutica. *In*: MONTORO, G. C. F.; MIGON, M. N. (Orgs.). **Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: BNDES, p. 483-537, 2009.

RTP NOTÍCIAS. Embraer acredita que Portugal compre aviões KC-390 e mantém conversas sem pressão. **RTP Notícias**, 28 jun. 2016. Disponível em: <goo.gl/PsmTfd>. Acesso em: 29 jun. 2016.

SANTOS, T. **Evolução histórica do Brasil: da colônia à crise da “nova república”**. Petrópolis: Vozes, 1994.

SILVEIRA, V. KC-390 vai brigar com cargueiro da Lockheed Martin. **Valor Econômico**, 29 dez. 2014a. Disponível em: <goo.gl/Or3eJi>. Acesso em: 7 abr. 2016.

_____. Empresa do RS irá fornecer sistemas para KC-390 da Embraer. **Valor Econômico**, 25 out. 2011. Disponível em: <goo.gl/qt8qXT>. Acesso em: 7 abr. 2016.

_____. KC-390 promete acirrar a disputa com o C-130 da Lockheed Martin. **Defesanet**, 26 dez. 2014b. Disponível em: <goo.gl/4kD22k>. Acesso em: 7 abr. 2016.

_____. Certificação do KC-390 sofre atraso e primeira entrega é adiada para 2018. **Valor Econômico**, 12 ago. 2015. Disponível em: <goo.gl/V38UqQ>. Acesso em: 7 abr. 2016.

SISTEMA DE ARMAS. **Modernização do AMX**. Sistema de Armas, [s.d.] Disponível em: <goo.gl/hzOVdg>. Acesso em: 22 ago. 2016.

STOCHERO, T. Piloto que aprovou Gripen para Brasil diz que alcance de visão é diferencial. **G1**, 11 fev. 2014. Disponível em: <goo.gl/vQV5kM>. Acesso em: 7 abr. 2016.

VALDUGA, F. África do Sul busca uma opção para preencher lacuna deixada pelo A400M. **Cavok**, 13 nov. 2009. Disponível em: <goo.gl/8iHgtp>. Acesso em: 28 mar. 2016.

_____. Aeronáutica divulga política para produzir cargueiro militar KC-390. **Cavok**, 27 mai. 2010a. Disponível em: < goo.gl/wc9Jz7>. Acesso em: 28 mar. 2016.

_____. FAB e Embraer anunciam previsão inicial de aquisição do KC-390. **Cavok**, 21 jul. 2010. Disponível em: < goo.gl/a6bT2k>. Acesso em: 28 mar. 2016.

_____. Aeronáutica divulga política para produzir cargueiro militar KC-390. **Cavok**, 21 set. 2010b. Disponível em: < goo.gl/xAoDLD>. Acesso em: 28 mar. 2016.

VINHOLES, T. Embraer KC-390 retorna de tour internacional. **Airway**, 28 jul. 2016. Disponível em: <goo.gl/rSYXdf>. Acesso em: 15 set. 2016.

VOO VIRTUAL. **Alguns termos técnicos do mundo da aviação**. Disponível em: <goo.gl/8y9P7T>. Acesso em: 13 de jun. 2016.