

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA

CAIRO HUMBERTO DA CRUZ SOUSA

COMPRAS PÚBLICAS PARA INOVAÇÃO E OFFSET NA AERONÁUTICA
MILITAR: o caso C-390

UBERLÂNDIA

2023

CAIRO HUMBERTO DA CRUZ SOUSA

**COMPRAS PÚBLICAS PARA INOVAÇÃO E OFFSET NA AERONÁUTICA
MILITAR: o caso C-390**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Garcia Ribeiro.

UBERLÂNDIA

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S725
2023 Sousa, Cairo Humberto da Cruz, 1997-
Compras públicas para inovação e offset na aeronáutica
militar [recurso eletrônico] : o caso C-390 / Cairo
Humberto da Cruz Sousa. - 2023.

Orientador: Cássio Garcia Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Economia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.177>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Economia. I. Ribeiro, Cássio Garcia, 1979-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Economia. III. Título.

CDU: 330

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

CAIRO HUMBERTO DA CRUZ SOUSA

**COMPRAS PÚBLICAS PARA INOVAÇÃO E OFFSET NA AERONÁUTICA
MILITAR: o caso C-390**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Uberlândia, 31 de março de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Cássio Garcia Ribeiro

Profa. Dra. Ana Paula Macedo de Avellar

Prof. Dr. Marcos José Barbieri Ferreira

UBERLÂNDIA

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia
 Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1J, Sala 218 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4315 - www.ppge.ie.ufu.br - ppge@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------|-------|-----------------------|-------|
| Programa de Pós-Graduação em: | Economia | | | | |
| Defesa de: | Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº 314, PPGE | | | | |
| Data: | 31 de março de 2023 | Hora de início: | 09:00 | Hora de encerramento: | 11:10 |
| Matrícula do Discente: | 12112ECO002 | | | | |
| Nome do Discente: | Cairo Humberto da Cruz Sousa | | | | |
| Título do Trabalho: | Compras públicas para inovação e offset na aeronáutica militar: o caso C-390 | | | | |
| Área de concentração: | Desenvolvimento Econômico | | | | |
| Linha de pesquisa: | Políticas Públicas e Desenvolvimento Econômico | | | | |
| Projeto de Pesquisa de vinculação: | Impactos tecnológicos do KC-390 sobre a cadeia aeronáutica brasileira | | | | |

Reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Professores Doutores: Ana Paula Macedo de Avellar - UFU; Marcos José Barbieri Ferreira - Unicamp; Cássio Garcia Ribeiro Soares da Silva - UFU orientador do candidato. Ressalta-se que em conformidade com deliberação do Colegiado do PPGE e manifestação do orientador, a participação dos membros da banca e do aluno ocorreu de forma totalmente remota via webconferência. O professor Marcos José Barbieri Ferreira participou desde a cidade de Campinas (SP). Os demais membros da banca e o aluno participaram desde a cidade de Uberlândia (MG).

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Cássio Garcia Ribeiro Soares da Silva, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Cassio Garcia Ribeiro Soares da Silva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/03/2023, às 11:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Paula Macedo de Avellar, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/03/2023, às 11:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcos José Barbieri Ferreira, Usuário Externo**, em 03/04/2023, às 14:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4353198** e o código CRC **4C4F83A7**.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| ABDI | Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial |
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| ARPA | Advanced Research Projects Agency |
| BID | Base Industrial de Defesa |
| BIS | Bureau of Industry and Security |
| CAB | Cadeia Aeronáutica Brasileira |
| CAP | Companhia Aeronáutica Paulista |
| CD | Conceptual Design |
| CDR | Critical Design Review |
| CEX | Comando do Exército |
| CM | Comando da Marinha |
| CNNA | Companhia Nacional de Navegação Aérea |
| COMAER | Comando da Aeronáutica |
| COPAC | Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate |
| CTA | Centro Técnico de Aeronáutica |
| CT&I | Ciência, Tecnologia e Inovação |
| DARPA | Defense Advanced Research Projects Agency |
| DCTA | Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial |
| DOD | Department of Defense |
| EB | Exército Brasileiro |
| EDE | Embraer Divisão Equipamentos |
| EMAER | Estado-Maior da Aeronáutica |
| END | Estratégia Nacional de Defesa |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FAB | Força Aérea Brasileira |
| FAdA | Fábrica Argentina de Aviones |
| FAR | Federal Acquisition Regulation |
| FOC | Final Operational Capability |
| F&A | Fusões e Aquisições |
| GDDN | Gripen Design and Development Network |
| GPA | Agreement on Government Procurement |
| GSA | General Services Administration |

| | |
|--------|---|
| IAE | Instituto de Aeronáutica e Espaço |
| IAE AG | International Aero Engines |
| IDP | Initial Definition Phase |
| IEAv | Instituto de Estudos Avançados |
| IFI | Instituto de Fomento e Coordenação Industrial |
| IOC | Initial Operational Capability |
| IPEV | Instituto de Pesquisas e Ensaio em Voo |
| ITA | Instituto Tecnológico de Aeronáutica |
| JDP | Joint Definition Phase |
| LAAD | Latin America Aero & Defence |
| MAER | Ministério da Aeronáutica |
| MB | Marinha do Brasil |
| MD | Ministério da defesa |
| MIT | Massachusetts Institute of Technology |
| MRO | Maintenance, Repair and Overhaul |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| NUTEK | Conselho Nacional Sueco para Desenvolvimento Industrial e Técnico |
| OCDE | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| OMC | Organização Mundial do Comércio |
| PAED | Plano de Articulação e Equipamento de Defesa |
| PCP | Pre-commercial Procurement |
| PD | Preliminary Design |
| PDCA | Programa de Desenvolvimento da Cadeia Aeronáutica |
| PDR | Preliminary Design Review |
| PEMAER | Plano Estratégico Militar da Aeronáutica |
| PIC | Programa Industrial Complementar |
| PPI | Public Procurement for Innovation |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| P&WC | Pratt & Whitney Canada |
| REVO | Reabastecimento em voo |
| SIPRI | Stockholm International Peace Research Institute |
| STPP | Swedish Technology Procurement Program |
| TFEU | Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia |

URSS União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USAF United States Air Force

AGRADECIMENTOS

Há momentos na vida que, inadvertidamente, se tornam ritos de passagem: uma viagem, um livro terminado ou uma conversa despreziosa que toma rumos não imaginados. Não é o meu caso neste momento. Quando decidi tentar o mestrado em Economia, lá pelos idos de 2019, eu já tinha certeza de como essa decisão iria afetar minha vida, embora não pudesse saber como seria a viver na pele. Sabia que seria um dos empreendimentos mais difíceis que eu iria começar até o momento. Que seria preciso dedicar tempo, corpo e alma a uma jornada de autoconhecimento e de árduo trabalho.

Por vezes penso que Deus foi muito bondoso comigo – o que é verdade. Nos momentos mais difíceis foi por sua boa mão que eu pude resistir. Em todas as vezes que pensei em desistir, abandonar a pós-graduação, havia um Pai misericordioso me sustentando, como tem feito com o mundo desde a sua criação. Um Pai que me proveu acolhimento, alimento, distração, ansiedade, amor e vontade na medida exata em que eu precisava, mostrando a sua providência, seu cuidado e sua soberania. E, naquilo que pequei, peço perdão. Em todos os momentos Deus me cercou de pessoas para me ajudar a perseguir o sonho de me tornar mestre em Economia – que eu ainda persigo neste momento em que escrevo estes agradecimentos – cada um à sua maneira. Uso este espaço para agradecer a todos que se preocuparam comigo e que concorreram para meu sucesso.

Agradeço aos meus pais, Carlos e Gerusa, que me criaram e me apoiaram em tudo o que puderam. São os principais responsáveis por isso o que me tornei. Agradeço aos meus irmãos, Carlos Júnior e Lucas, pela intimidade e amizade todos esses anos. Agradeço a meus tios e tias, primos e primas e a meus avós, por me receberem nessa família. Agradeço pelos momentos de alegria, pelas boas conversas, pelas comemorações e pelas boas intenções.

Agradeço ao meu orientador, o Prof. Cássio Garcia Ribeiro. O empenho do Prof. Cássio para que esta dissertação ficasse boa foi maior do que o meu em muitos e vários momentos. Sem a sua ajuda nada disso seria possível. Estendo também os agradecimentos aos demais professores do PPGE e do Instituto de Economia e Relações Internacionais. O IERI foi minha casa durante oito anos – mesmo quando estive longe ainda me sentia como pertencente ao instituto – e me propiciou grandes aprendizados. Fica meu especial “muito obrigado” aos docentes cujas aulas eu participei durante esses dois últimos anos: Profa. Ana Paula Macedo de Avellar; Prof. Carlos César Santejo Saiani; Prof. Cleomar Gomes da Silva; Prof. Fábio Henrique Bittes Terra; Prof. Humberto Eduardo de Paula Martins; Prof. Júlio Fernando Costa Santos; Profa. Marisa dos Reis Azevedo Botelho; e, Prof. Niemeyer Almeida Filho. Também

agradeço aos técnicos administrativos da UFU que fazem trabalho com diligência. Destaco aqui a secretária do PPGE, Camila Lima Bazani, a quem agradeço a paciência e a excelência, me auxiliando em tudo o que precisei.

Agradeço aos irmãos e amigos da Segunda Igreja Presbiteriana de Uberlândia. Não consigo nem começar a pensar o quanto eu cresci enquanto indivíduo desde que me juntei a essa igreja. Agradeço aos pastores Rev. Honório Portes Jr., Rev. Jefferson de Souza e Rev. Roberto Pinheiro, pelo direcionamento e pelo serviço ao Reino de Deus. Sou grato especialmente a todos os amigos da União de Mocidade Presbiteriana, lugar em que pude encontrar ofício, consolo e muitas alegrias.

Agradeço à CAPES, pelo provimento e manutenção da bolsa com a qual eu pude me sustentar e dedicar-me exclusivamente ao ofício da pesquisa. Aos meus amigos que, por qualquer motivo, deixei de citar aqui: saibam que estão todos em meu coração. Agradeço a você, leitor, que por qualquer motivo se interessou em ler esta dissertação. Faço votos para que possamos, juntos, contribuir para o avanço da ciência e da verdade em nosso mundo, seja no Brasil ou fora dele. Por fim, agradeço ao Deus trino: o Pai, o Criador; o Filho, o Autor da salvação; e o Espírito Santo, o nosso Paráclito, que nos consola.

Sigamos em frente!

“Bem-aventurados os pacificadores...”

(Jesus Cristo)

RESUMO

Em 2009 foi assinado o contrato para a concepção e fabricação de uma aeronave de transporte e reabastecimento entre Força Aérea Brasileira (FAB) e a Embraer. Objetiva-se modernizar a frota da FAB com aviões nacionais. Tal contrato se enquadra naquilo que é conhecido por compras públicas para inovação (PPI), isto é, a utilização do poder de compra do Estado para a geração e manutenção de inovações tecnológicas. O objetivo do trabalho é identificar as potencialidades das PPI, especialmente aquelas com acordos de compensação tecnológica, os offsets, relacionados aos programas de desenvolvimento e aquisição da FAB enquanto instrumentos de uma política de compras públicas para inovação no Brasil. É feito um estudo de caso da aquisição do desenvolvimento e da produção seriada da aeronave Embraer C-390 Millennium, com vistas a se entender em que medida a FAB possui capacidades suficientes para que compras dessa natureza sejam bem-sucedidas em seus objetivos de inovação. A metodologia de pesquisa se ancorou, para possibilitar uma pesquisa qualitativa, na investigação da literatura disponível sobre os temas abordados, de documentação concernente, tal como legislações que regem as compras governamentais no Brasil, contratos e relatórios das instituições envolvidas, e da aplicação de uma pesquisa de campo baseada em uma entrevista com agente ligado ao projeto. Por ser a indústria aeronáutica e de defesa intensiva em inovação e já possuir um cluster razoavelmente bem estabelecido no país, considera-se que existem possibilidades auspiciosas a serem capturadas pela utilização do mecanismo de offset. Ademais, foi verificado que parte significativa dos investimentos públicos da União são direcionados para programas estratégicos da FAB, o que aponta para a proeminência desse tipo de gasto sobre outras possíveis escolhas de investimento, bem como para a expertise desenvolvida pela FAB na condução de contratos de PPI. Foram encontradas evidências de que a política de offset aplicada aos programas KC-X e KC-390 não foi tida como prioritária pela FAB. Em decorrência disso os fornecedores que têm obrigações de fazer contrapartidas dessa natureza experimentaram relativa autonomia na escolha dos beneficiários dos acordos de compensação, bem como das próprias modalidades de offset. A pesquisa encontrou, ainda, efeitos ambíguos da PPI sobre a indústria aeronáutica. Por um lado, verificou-se algum avanço em segmentos específicos e na Embraer. Por outro lado, não é possível dizer que houve significativa redução na dependência de tecnologias estrangeiras.

Palavras-chave: compras públicas para inovação; *offset*; indústria aeronáutica e de defesa.

ABSTRACT

In 2009, a contract was signed for the design and manufacture of a transport and refueling aircraft between the Brazilian Air Force (FAB) and Embraer. The objective is to modernize the FAB fleet with national aircraft. This contract is part of what is known as public procurement for innovation (PPI), that is, the use of the State's purchasing power to generate and maintain technological innovations. The objective of this work is to identify the potential of PPI, especially those with technological compensation agreements, the offsets, related to the FAB's development and acquisition programs as instruments of a public procurement policy for innovation in Brazil. A case study is made of the acquisition of the development and serial production of the Embraer C-390 Millennium aircraft, in order to understand to what extent the FAB has sufficient resources for purchases of this nature to be successful in its innovation objectives. The research methodology was anchored, to enable a qualitative research, in the investigation of the available literature on the examined themes, concerning documents, such as legislation that governs approved purchases in Brazil, contracts and reports of the institutions involved, and the application of a field research based on an interview with agent linked to the project. As the aeronautical and defense industry is intensive in innovation and already has a reasonably well-established cluster in the country, it is considered that there are auspicious possibilities to be captured by using the offset mechanism. Furthermore, it was verified that a significant part of the public investments of the Union are directed to strategic programs of the FAB, which points to the prominence of this type of expense over other possible investment choices, as well as to the expertise developed by the FAB in conducting contracts of PPI. Evidence was found that the offset policy applied to the KC-X and KC-390 programs was not considered a priority by the FAB. As a result, suppliers who have obligations to make counterparts of this nature have experienced relative autonomy in choosing the beneficiaries of the compensation agreements, as well as the offset modalities themselves. The research also found ambiguous effects of PPI on the aeronautical industry. On the one hand, there was some progress in specific segments and at Embraer. On the other hand, it is not possible to say that there was a significant reduction in dependence on foreign technologies.

Keywords: public procurement for innovation; offset; aviation and defense industry.

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1 – Número de fusões e aquisições, na indústria aeroespacial e de defesa, por ano (2012 a 2021)..... | 66 |
| Gráfico 2 – Receita de vendas de armamentos, somatório das cem maiores empresas da indústria de defesa global, em US\$ bilhões de 2020 ¹ (2002 a 2019)..... | 68 |
| Gráfico 3 – Percentual das vendas de armamentos, na receita total de vendas, média das cem maiores empresas da indústria de defesa global ¹ (2002 a 2019)..... | 69 |
| Gráfico 4 – Valor das exportações de produtos de defesa com offset relacionado, valor dos acordos de offset, em US\$ bilhões de 2020 ¹ , e percentual do valor do offset sobre o valor das exportações. Empresas de defesa dos EUA (2011 a 2020)..... | 79 |
| Gráfico 5 – Número de acordos com <i>offset</i> relacionado e valor médio dos acordos de offset ¹ . Empresas de defesa dos EUA (2011 a 2020)..... | 80 |
| Gráfico 6 – Despesas em defesa nacional dos três comandos das Forças Armadas brasileiras, em R\$ bilhões de 2022 ¹ . Pagamentos (2009 a 2022)..... | 95 |
| Gráfico 7 – Investimentos em defesa nacional dos três comandos das Forças Armadas brasileiras, em R\$ bilhões de 2022 ¹ . Pagamentos (2009 a 2022)..... | 96 |
| Gráfico 8 – Investimentos nos projetos KC-X, KC-390 e FX-2, em R\$ bilhões de 2022 ¹ . Pagamentos (2009 a 2022)..... | 97 |
| Gráfico 9 – Participação dos investimentos nos projetos KC-X, KC-390 e F-X2 nos investimentos do Ministério da Defesa. Pagamentos (2009 a 2022)..... | 98 |
| Gráfico 10 – Orçamento de investimentos da União, em R\$ bilhões de 2022 ¹ , e participação dos investimentos do Ministério da Defesa e dos projetos KC-X e KC-390 nos investimentos da União. Pagamentos (2009 a 2022)..... | 99 |
| Gráfico 11 – Taxa de câmbio, livre, R\$/US\$ (1995 a 2023)..... | 101 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 – Diagrama das camadas dos fornecedores da indústria aeronáutica, de acordo com as atividades desempenhadas e os componentes ofertados..... | 58 |
| Figura 2 – Lockheed Martin C-130J Super Hercules..... | 108 |
| Figura 3 – Comparação entre concepção inicial do C-390 feito pela Embraer (canto inferior esquerdo) e modelo após interações com a FAB (canto superior direito)..... | 110 |
| Figura 4 – Apresentação do primeiro protótipo do C-390 (PT-ZNF) | 120 |
| Figura 5 – Fornecedores de sistemas e itens críticos do C-390..... | 124 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Receita de venda, por subsegmento da indústria aeroespacial e defesa | 59 |
| Tabela 2 – Quantidade de empresas da indústria aeroespacial e de defesa entre as 40 que mais investiram em P&D, por país (2010 a 2019) | 71 |
| Tabela 3 – Estatísticas descritivas selecionadas para a intensidade de P&D nas 40 empresas da indústria aeroespacial e de defesa que mais investiram em P&D e demais empresas da amostra (2010 a 2019)..... | 71 |
| Tabela 4 – Posição no ranking de empresas da indústria aeroespacial e de defesa que mais investiram em P&D e seus respectivos países de origem. Empresas selecionadas (2010 a 2019) | 73 |
| Tabela 5 – Modelos de aeronaves produzidas em série no Brasil, por fabricante, período de produção e número de unidades produzidas (1936 a 1969) | 87 |
| Tabela 6 – Lista de acordos de offset relacionados ao Programa KC-X, até o ano de 2021.. | 131 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 – Matriz de Hommen, para compras públicas inovadoras..... | 31 |
| Quadro 2 – Matriz de Hommen, para compras públicas inovadoras, expandida | 36 |
| Quadro 3 – Gerações de aeronaves de caça, segundo o período de introdução e características principais. | 56 |
| Quadro 4 – Classificação dos programas KC-X e KC-390 de acordo com tipologias de compras públicas para inovação..... | 114 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 18 |
| 1 REFERENCIAL TEÓRICO | 24 |
| 1.1 COMPRAS PÚBLICAS PARA INOVAÇÃO | 24 |
| 1.1.1 Definições, conceitos e abordagens..... | 24 |
| 1.1.2 Tipologias | 29 |
| 1.1.3 Definição de políticas e boas práticas..... | 37 |
| 2 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA AEROESPACIAL E DE DEFESA | 46 |
| 2.1 COMPRAS PÚBLICAS PARA INOVAÇÃO NOS SEGMENTOS AERONÁUTICO E DE DEFESA | 47 |
| 2.1.1 A controvérsia do spin-off..... | 50 |
| 2.2 ATORES E ATIVIDADES DA INDÚSTRIA AEROESPACIAL E DE DEFESA..... | 54 |
| 2.2.1 A organização da indústria | 54 |
| 2.2.2 Terceirização | 59 |
| 2.2.3 Fusões e aquisições..... | 64 |
| 2.3 MEDIDAS DE INTENSIDADE EM P&D NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL E DE DEFESA | 70 |
| 2.4 OFFSET TECNOLÓGICO | 74 |
| 2.4.1 Conceito e uso | 74 |
| 2.4.2 Métricas de offset recentes nos EUA | 77 |
| 2.4.3 A questão da eficiência do offset..... | 81 |
| 3 A AERONÁUTICA MILITAR BRASILEIRA | 85 |
| 3.1 DAS ORIGENS AO SURGIMENTO DA EMBRAER..... | 85 |
| 3.2 A ERA EMBRAER..... | 88 |
| 3.3 COMPRAS PÚBLICAS DE DEFESA NO BRASIL | 93 |
| 3.3.1 Aquisições destacadas da Força Aérea Brasileira | 102 |
| 3.3.1.1 <i>EMB-326 Xavante</i> | 102 |

| | |
|--|------------|
| 3.3.1.2 AMX..... | 103 |
| 3.3.1.3 Saab Gripen E/F..... | 105 |
| 4 A AQUISIÇÃO DO C-390 MILLENNIUM: UM CASO GENUÍNO DE COMPRA PÚBLICA PARA INOVAÇÃO..... | 107 |
| 4.1 A GÊNESE DO PROJETO | 107 |
| 4.2 EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE AQUISIÇÃO | 114 |
| 4.2.1 AEL Sistemas | 125 |
| 4.2.2 Akaer | 126 |
| 4.2.3 Eleb..... | 128 |
| 4.2.4 LH Colus | 129 |
| 4.3 O OFFSET NO PROGRAMA | 130 |
| CONCLUSÃO..... | 138 |
| BIBLIOGRAFIA | 145 |

INTRODUÇÃO

Esta dissertação versa sobre a utilização do poder de compra do Estado como instrumento de fomento à inovação, bem como os efeitos, visíveis e latentes, desse instrumento sobre a indústria aeronáutica e de defesa. De modo a visualizar esses efeitos sobre a cadeia aeronáutica brasileira, optou-se por estudar o caso dos programas de desenvolvimento e aquisição da nova aeronave cargueira e de reabastecimento aéreo da Força Aérea Brasileira (FAB), o Embraer C-390 Millennium¹, projetada e construída em parceria com a Embraer. O foco do trabalho é o processo de aquisição em si, desde as primeiras observações de necessidade de modernização da frota da FAB, até a operação das aeronaves que já foram incorporadas pela Força Aérea.

O desenvolvimento do C-390 configura-se como um dos principais projetos de defesa do Brasil, uma vez que se trata da maior aeronave já produzida no país, representando os esforços pelo domínio da tecnologia de produção de aeronaves desse porte por parte da FAB e, conseqüentemente, do Estado brasileiro. O projeto do cargueiro inicia-se pela necessidade de se substituir os antigos Lockheed C-130 Hercules, aeronaves americanas² em uso pela FAB desde a década de 1960, e que apresentavam sinais de obsolescência.

Desde 1965 a FAB utiliza a aeronave C-130 Hercules como seu principal vetor de transporte de tropas e equipamentos, bem como para missões de reabastecimento aéreo e salto de paraquedistas. O C-130 é uma das aeronaves de carga mais bem-sucedidas da história, sendo operada por diversas forças aéreas ao redor do globo, o que facilita sua manutenção e disponibilidade de peças, bem como atesta sua confiabilidade. No entanto, trata-se de um projeto da década de 1950, pensado para atender às demandas da Força Aérea dos Estados Unidos (USAF) no contexto das guerras *proxies* contra a União Soviética. Com isso em mente, e com o objetivo de dotar a indústria nacional de capacidades para projetar e construir aeronaves dessa categoria, a FAB passou a aventar a necessidade de substituir ou modernizar os C-130.

Duas opções se abriram para a FAB: uma compra simples, também chamada de compra de prateleira (*off-the-shelf*), isto é, adquirir uma aeronave pronta e integrá-la a sua frota; ou,

¹ A designação da aeronave na FAB é KC-390, homônimo ao projeto responsável por sua aquisição. Nesta obra utilizar-se-á o nome adotado pela Embraer, salvo quando se referir à utilização do avião pela FAB, especificamente.

² No decorrer desta dissertação será utilizado o gentílico “americano” para se referir a coisas originárias ou indivíduos naturais dos Estados Unidos da América.

comprar o desenvolvimento de um avião inteiramente novo, assumindo o risco desse avião não ser adequados às necessidades operacionais, bem como demandar mais tempo e recursos do que os previstos nas tratativas iniciais. A escolha da FAB foi pela segunda opção, isto é, projetar uma aeronave que seria mais adaptada à realidade da organização do que os equipamentos disponíveis no mercado. Dessa escolha surgem os projetos³ KC-X e KC-390 que se dedicam à criação e compra de um avião moderno capaz de realizar as mesmas missões desempenhadas pelo C-130 e com o objetivo de incentivar as capacidades da indústria nacional.

A aquisição do C-390 se deu em dois momentos distintos. Primeiro, o Projeto KC-X, a compra do desenvolvimento e de todas as etapas do projeto de uma aeronave, bem como de dois protótipos para testes e ensaios. No segundo passo tem-se a compra das aeronaves de produção em série, sob o Projeto KC-390. Inicialmente se teria a aquisição de 28 unidades do C-390, posteriormente reduzidas para 22 e reduzidas novamente para 19 unidades, número que se mantém, até a data de publicação desta dissertação. Apesar do Projeto KC-X ter sido iniciado formalmente em 2009, a concepção do C-390 começou em 2005, quando de um estudo de mercado da Embraer acerca da oportunidade de se ofertar um cargueiro médio para substituir as frotas envelhecidas de forças aéreas pelo mundo. Tal estudo mostrou que um número significativo de aeronaves precisariam ser trocadas ou atualizadas no futuro próximo, levando a Embraer a projetar uma aeronave para suprir essa carência, aproveitando-se dos conhecimentos acumulados pela empresa na fabricação de aviões civis e militares, bem como de uma série de componentes já utilizados em suas plataformas civis.

O interesse da FAB alia-se ao da Embraer em desenvolver uma aeronave de carga e reabastecimento, praticamente de maneira síncrona. O momento para o desenvolvimento do C-390 Millennium foi propício, do ponto de vista mercadológico – isto é, para a adoção do equipamento pelos potenciais compradores. O poder de compra do Estado brasileiro vem ao encontro das decisões estratégicas da Embraer, garantindo uma demanda inicial para o produto, que pode ser essencial para o sucesso de uma inovação.

A intenção desta pesquisa é menos fazer uma avaliação da compra do C-390, do que investigar as oportunidades e os limites da política de compras públicas para inovação no Brasil, com destaque ao setor aeronáutico e de defesa. Para isso, é proposta a adequação de uma tipologia para a classificação de compras públicas para a inovação, de acordo com critérios como o grau de novidade da inovação, seu usuário final e o papel dessa inovação sobre os

³ Os termos “projeto” e “programa” – e suas variantes no plural, quando aplicáveis – serão usados de maneira intercambiável no decorrer da dissertação.

mercados que ela impacta. Busca-se, também, averiguar os acordos de compensação comercial e tecnológica (*offset*) no âmbito do Projeto KC-X, de modo a encontrar elementos que indiquem sucesso ou insucesso na formulação e execução de tais acordos.

A dissertação se propõe a abordar um tema de relevância não só para o debate acadêmico, mas também para as discussões políticas do país. No campo das discussões acadêmicas, a pesquisa se localiza nas questões referentes às políticas de inovação pelo lado da demanda e orientada por missões (EDLER et al., 2005; EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2012; MAZZUCATO, 2017; BITTENCOUNT; RAUEN, 2021), de modo que visa trazer novos elementos para o debate sobre a validade e potencial dessas para o desenvolvimento do país. As recentes contribuições do Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018 (Decreto 9.283/2018), para o entendimento e utilização de compras públicas inovadoras como um instrumento de apoio à inovação (BRASIL, 2018b) e da Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021 (Lei 14.133/2021), que introduz e modifica mecanismos de fomento às PPI no Brasil (BRASIL, 2021a), tornou mister o debate acerca dos efeitos de tais políticas sobre os agentes envolvidos, de modo a identificar os caminhos e procedimentos exigidos para se atingir os resultados objetivados. A pesquisa se insere nesse recente aprofundamento das possibilidades de utilização de instrumentos de apoio à inovação pelo lado da demanda, pelos órgãos de Estado, colocando-se na posição de oferecer recursos e evidências que apontem para as vantagens e desvantagens e a própria efetividade das compras públicas para inovação, alimentando os debates político e científico nessa matéria.

Os segmentos aeronáutico e aeroespacial são de especial importância para o desenvolvimento econômico e social de um país. Por um lado, é a fabricação e manutenção de aeronaves que permite a continuação e constância das rotas de transporte e da logística que sustentam as atuais relações econômicas entre regiões e nações do globo. Por outro lado, cabe ressaltar o grande dinamismo tecnológico desses segmentos, responsáveis pelo desenvolvimento e aplicação de tecnologias inovadoras e que acabam por gerar produtos de alto valor agregado, tanto para o mercado interno quanto para exportações, contribuindo com a renda nacional e o balanço de pagamentos.

Com a proposta de relacionar as contribuições teóricas sobre as políticas de inovação pelo lado da demanda e de compras públicas com o caso específico da aeronave da Embraer, esta dissertação se qualifica para apresentar uma nova visão sobre esse relevante esforço produtivo da indústria brasileira. Portanto, dada a importância desse projeto para a indústria aeronáutica e a defesa dos interesses nacionais, principalmente no que diz respeito à FAB, considerando suas missões atreladas ao monitoramento e defesa do espaço aéreo brasileiro, faz-

se crucial analisar e compreender o potencial de geração de conhecimento e desenvolvimento tecnológico proporcionados pela participação no projeto C-390 aos órgãos estatais brasileiros e à indústria nacional, não só sobre os seus agentes mais proeminentes, mas também sobre os fornecedores das camadas inferiores.

A pergunta que esta dissertação propor-se-á a responder é: quais são as potencialidades e os limites das compras públicas de caráter inovador na indústria aeronáutica e de defesa, especialmente aquelas com ocorrência de compensações tecnológicas de companhias estrangeiras para agentes nacionais, enquanto instrumento de fomento à inovação tecnológica no Brasil? Para isso, objetiva-se entender se a indústria aeronáutica militar possui características que a destaca como de grande potencial inovador. Do lado do Estado, tentar-se-á enxergar quais as idiosincrasias do gasto público em investimento originário do Ministério da Defesa (MD) e das Forças Armadas brasileiras, com especial ênfase na FAB. Por se tratar de um programa ainda em andamento, isto é, a entrega inicial planejada da frota completa dos C-390 Millennium não foi concluída, cabe à pesquisa identificar não apenas os avanços que foram estabelecidos até então, como também, possíveis trajetórias de evolução do relacionamento entre as empresas estudadas e os demais agentes envolvidos no projeto.

O objetivo geral da pesquisa é avaliar as possibilidades que se descortinam de geração e desenvolvimento de inovações tecnológicas, no Brasil, a partir de efeitos das aquisições da FAB sobre os agentes, públicos e privados, envolvidos nesses processos. Considera-se como processo de aquisição não somente a parte do firmamento de contratos de fornecimento, mas também a concepção da compra como instrumento de fomento ao avanço tecnológico. Na prática, trata-se de enxergar a participação estatal na garantia de demanda, de empregar seu poder de barganha em negociações com agentes estrangeiros e, ainda, de pensar em longo prazo sem se limitar às condições de mercado. A hipótese a qual se pretende pôr à prova é a de que a experiência adquirida pela FAB na condução de contratos tais como o aqui estudado, bem como os conhecimentos da Embraer na fabricação de aeronaves, confere aos projetos KC-X e KC-390 um elevado grau de potencial de sucesso na condução de seus objetivos de operação e mesmo de absorção de novos conhecimentos e tecnologia. No entanto, busca-se averiguar se tal *expertise* é compartilhada pelo restante das empresas nacionais que fazem parte do programa e que forma isso pode reduzir ou não a sua efetividade enquanto instrumento de apoio à inovação. O estudo do caso C-390 visa ilustrar e servir como base para o efetivo teste dessa hipótese.

Os objetivos específicos da pesquisa são: i) levantar bibliografia acerca das políticas de inovação pelo lado da demanda, compras públicas para inovação e *offset* tecnológico; ii)

descrever as características da indústria aeronáutica militar global e a sua relação umbilical com encomendas tecnológicas demandadas para o setor de defesa; iii) analisar os atributos e particularidades da indústria aeronáutica brasileira, resgatando e destacando o papel da FAB em seu desenvolvimento, e descrever o nível de capacitação tecnológica e organizacional das empresas dessa indústria; iv) identificar os documentos e normas que regem a formulação, criação e execução do projeto KC-390; e, v) investigar se o MD e a FAB são dotados de capacidades de gerenciamento de contratos de compras públicas inovadoras que os qualificam como instituições que podem permitir o correto uso dos recursos adquiridos para a inovação tecnológica futura.

A dissertação apoiar-se-á em uma pesquisa que, quanto à natureza, é aplicada e, quanto ao tipo, é exploratória, centrada em uma abordagem qualitativa das informações a serem levantadas. Assim sendo, trata-se de uma investigação inicial acerca dos efeitos dos programas KC-X e KC-390 sobre fornecedores da cadeia aeronáutica brasileira e sobre agências públicas brasileiras, cujo objetivo é ensejar e dar recursos à discussão a respeito da capacitação tecnológica aplicada a projetos de semelhante natureza. Ainda que seja uma pesquisa essencialmente qualitativa, que visa a identificar padrões a partir das informações colhidas, eventualmente serão postos dados e estatísticas em forma de gráficos ou tabelas, a fim de endossar afirmações feitas ou informações levantadas.

Quanto aos procedimentos metodológicos, este estudo abará principalmente as seguintes estratégias metodológicas: i) uma pesquisa bibliográfica, assentada em teses, dissertações, livros, capítulos de livros e artigos científicos que abordem os temas de compras públicas inovadoras, as compensações comerciais e tecnológicas (*offset*), a configuração da indústria aeroespacial e de defesa global e brasileira – com destaque ao segmento aeronáutico –, o papel desempenhado pelo Estado brasileiro na constituição da cadeia aeronáutica brasileira e o surgimento e a evolução dos projetos KC-X e KC-390; ii) pesquisa documental, apoiada em documentos oficiais do governo do Brasil, FAB e Embraer, bem como de demais atores envolvidos nos projetos e que possam vir a contribuir com a pesquisa; e iii) pesquisa de campo, com a aplicação de entrevista a um indivíduo ligado à gerência dos projetos, de modo a obter informações e dados não disponíveis publicamente e que sejam importantes para a continuação da discussão sobre os ganhos de competitividade aliados à participação na cadeia do C-390. É preciso clarificar que, inicialmente, a pesquisa contaria com a aplicação de questionários e entrevistas juntos às empresas de engenharia aeronáutica, ferramental e usinagem que fazem parte da cadeia produtiva do C-390 e que sejam de capital nacional. Todavia, devido a insucessos em tentativas de contato e limitações no cronograma da dissertação, foi viabilizada

uma única entrevista, entre as 10h00 e as 12h00 do dia 24 de janeiro de 2023, com uma pessoa pesquisadora que está associada aos processos de aquisição e *offset* da FAB. Mantém-se tal pessoa sob anonimato, utilizando-se o pseudônimo “João da Silva” para referir a ela. As respectivas citações à entrevista serão referenciadas diretamente no texto ou por: (DA SILVA, 2023).

A dissertação está organizada em seis seções. Após esta introdução, no primeiro capítulo, é realizada uma revisão da literatura com ênfase teórica sobre os temas das compras públicas para inovação, desde sua conceituação, até orientações sobre a correta – ou mais proveitosa – utilização desse instrumento. No segundo capítulo busca-se fazer uma caracterização da indústria aeronáutica militar no mundo, suas origens associadas às necessidades de defesa dos Estados nacionais e como essa se organiza atualmente. No terceiro capítulo analisa-se a aeronáutica militar brasileira, dividindo-a em dois momentos: antes da fundação da Embraer e após a criação da empresa. Nesse capítulo é feita ainda uma discussão sobre o estado das compras públicas nesse segmento no Brasil. No quarto capítulo é estudado o caso do C-390 Millennium, sua concepção, o processo de aquisição pela FAB via Projetos KC-X e KC-390 e os acordos de *offset* pertencentes a tal processo. Ao final, são apresentadas as conclusões acerca dos temas estudados.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 COMPRAS PÚBLICAS PARA INOVAÇÃO

1.1.1 Definições, conceitos e abordagens

A aquisição de bens e serviços possibilita aos Estados nacionais o acesso a recursos, ferramentas e pessoal que, de outra forma, não estariam disponíveis no prazo desejado, permitindo a consecução de seus objetivos. Trata-se, portanto, de uma atividade fundamental e, em certa medida, corriqueira, realizada pelos agentes públicos. A essa atividade dá-se o nome de compras públicas, ou compras governamentais (ARROWSMITH, 2010). Ribeiro e Inácio Júnior (2019a, p. 7) definem as compras governamentais como as aquisições de bens e serviços feitas pelos governos e autoridades locais e que incluem quaisquer meios de contratação de fornecedores para a disposição dos serviços públicos.

Já o Federal Acquisition Regulation (FAR), documento que normaliza e rege as aquisições realizadas pelas agências federais dos Estados Unidos da América (EUA), conceitua compra (*procurement*) ou aquisição (*acquisition*), como a obtenção de suprimentos ou serviços por compra ou *lease*, via contratação com recursos adequados, sejam esses suprimentos ou serviços já existentes ou que ainda necessitem ser criados, desenvolvidos, avaliados e demonstrados. Esse processo engloba a definição das necessidades a serem sanadas, a seleção dos fornecedores, o financiamento da compra, o gerenciamento do contrato com os fornecedores, bem como demais atividades técnicas e gerenciais requeridas para o bom andamento da aquisição (GSA; DOD; NASA, 2019).

Em consonância com o que é determinado pelo FAR, Arrowsmith (2010, p. 1, tradução nossa) desdobra o processo de compras públicas em três fases:

- i) Decisão de quais bens ou serviços devem ser adquiridos e quando (planejamento de compras);
- ii) O processo de celebração de um contrato de aquisição desses bens ou serviços que envolva, particularmente, a escolha do parceiro de contratação e as

condições de fornecimento dos bens ou serviços; e iii) O processo de administração do contrato para garantir um desempenho eficaz⁴.

As compras governamentais requerem, portanto, uma visão sistêmica e integral do processo de aquisição, que abarque uma correta formulação dos requisitos que precisam ser atingidos pelo produto ou serviço contratado e o levantamento adequado dos recursos para financiamento, mas que não se encerra nessa fase. Garantir o cumprimento dos acordos e a consecução dos objetivos inicialmente traçados é função dos contratantes – no caso, o governo – tanto quanto os estágios iniciais da aquisição.

As compras públicas também são diretamente usadas por governos nacionais e subnacionais para alcançar objetivos políticos, de crescimento e desenvolvimento. Para além do atingimento desses objetivos por meio das atividades para as quais o bem ou serviço foi adquirido, tais metas podem estar inseridas no escopo do próprio processo de compra. Jeanrenaud (1984 apud EDQUIST; HOMMEN, 2000, p. 8), destaca cinco usos das compras públicas como instrumento de política econômica e que foram postos em prática em algum momento por diferentes nações: i) estímulo direto à atividade econômica e geração de empregos; ii) proteção da indústria nacional; iii) incremento da competitividade de empresas e indústrias; iv) apoio a políticas de desenvolvimento regional e de redução de disparidades entre as regiões; e, v) criação de empregos para setores da força de trabalho mais marginais.

Outro autor que enxerga as compras públicas como um dispositivo de políticas de incentivo à inovação industrial é Geroski (1990). Para ele, as aquisições levadas a cabo pelas agências governamentais são potencialmente mais eficientes em alavancar a propensão a inovar das firmas, comparativamente aos subsídios em P&D e regulações, por exemplo. O autor apresenta ainda a importância que as compras governamentais tiveram para o estabelecimento de indústrias inovadoras em meados do século XX, tais como a nuclear, a de eletrônicos, materiais sintéticos, química e aeronáutica, influenciando a trajetória de inovação das empresas participantes desses mercados (GEROSKI, 1990, p. 184-5). No bojo da discussão sobre os usos das compras públicas como instrumentos de apoio à indústria encontra-se o tópico das compras públicas para inovação (*Public Procurement for Innovation – PPI*).

De forma geral, a principal diferença da PPI em relação ao subsídio para o investimento em P&D é que neste o foco está na geração de produtos inovadores, enquanto no primeiro se

⁴ “i) Deciding which goods or services are to be bought and when (procurement planning); ii) The process of placing a contract to acquire those goods or services which involves, in particular, choosing who is to be the contracting partner and the terms on which the goods or services are to be provided; and iii) The process of administering the contract to ensure effective performance”.

busca resolver problemas específicos. Ainda que um bem ou serviço novos possam ser resultado de uma compra pública para inovação, o principal objetivo desta é satisfazer uma demanda de um usuário – ou usuários – em especial. Assim, espera-se que tal usuário se envolva no processo de geração da inovação, senão completamente, ao menos de maneira mais dedicada. Ademais, por contemplar a utilização por parte de um agente público, a PPI indica os possíveis usos que o mercado privado dará à inovação, encurtando o caminho necessário para que o produto chegue ao mercado e, conseqüentemente, reduzindo os custos associados ao seu desenvolvimento. Não se pode subestimar, também, a importância de o Estado já garantir a demanda – mesmo que apenas durante as fases iniciais do ciclo de vida do produto e em quantidades menores àquelas que os ofertantes possam desejar – do bem ou serviço produzido. Tal qual afirmam Edquist e Hommen (1998, p. 4) esse é o “tipo ideal” de compras governamentais.

A determinação do conceito de compras públicas para inovação não é tão direta quanto a de compras governamentais no sentido lato. Uma primeira alternativa de defini-las é por oposição àquilo que elas não são, a saber: as compras públicas regulares. Quando um governo realiza a aquisição de produtos relativamente simples, imediatamente disponíveis, ele está levando a termo uma compra pública do tipo regular. Edquist e Hommen (1998; 2000) apontam que esse tipo de compra governamental se dá quando não há P&D envolvida para viabilizar a oferta do produto. Representam as aquisições de bens de uso cotidiano como, por exemplo, materiais de escritório, móveis e vestuário e serviços como manutenção de eletrônicos e limpeza de instalações. A essa modalidade de compras pode-se denominar “compras de prateleira” (*off-the-shelf*), indicando que são realizadas junto ao mercado, prescindindo de investimentos em inovação.

Duas abordagens podem ser destacadas acerca das tentativas de definir as PPI a partir de seu objetivo e dos resultados obtidos com elas. A primeira é a mais restrita e dá conta do estímulo ao desenvolvimento de novos produtos, isto é, bens e serviços que ainda não existem. Já a segunda, mais ampla, sinaliza para as aquisições que criam oportunidades para a concepção ou evolução de inovações, obtendo-se ou não produtos novos no processo (LEMBER; KATTEL; KALVET, 2014).

A abordagem restrita classifica as compras públicas para inovação como a ordem, o pedido ou a intenção de compra, por parte de um órgão governamental, de um produto que não existe no momento, mas que pode vir a ser desenvolvido em um curto – ou relativamente curto – período. Essa definição, e variações muito próximas, são usadas por diferentes autores sob diferentes nomenclaturas. Edquist e Hommen (1998) chamam esse fenômeno de “compra

governamental de tecnologia” (*Government Technology Procurement*) e, em trabalho posterior, de “compra pública de tecnologia” (*Public Technology Procurement*) (EDQUIST; HOMMEN, 2000). A utilização do termo “tecnologia” denota a ideia dada pelos autores de que esse tipo de compra governamental está centrado na aquisição de bem e serviços tecnologicamente inovadores, mas pode não deixar suficientemente claro que se trata de tecnologias até então indisponíveis no mercado, já que as compras regulares também possibilitam a aquisição de produtos que embarcam tecnologias no estado da arte. Edler et al. (2005) preferem o termo “compra pública inovadora” (*innovative public procurement*). Trabalhos mais recentes adotam “compras públicas para inovação” (*Public Procurement for Innovation*) (EDQUIST, 2009; EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2012; EDQUIST; VONORTAS; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2015), sendo este o nome utilizado nesta dissertação. A troca de “tecnologia” para “inovação”, além de abordar o problema já mencionado neste parágrafo, também indica a noção de que inovação abarca mais do que apenas a tecnologia.

Já a segunda abordagem sobre as compras públicas de cunho inovador – a abordagem ampla – retira o foco sobre o grau de novidade do produto da inovação, mas versa sobre compras que incentivem a inovação de modo mais geral. De acordo com Lember, Kattel e Kalvet (2014, p. 15) essa visão “também é sobre novas capacidades (organizacionais e tecnológicas) bem como sobre inovações em mercados maduros as quais as compras públicas podem estimular”⁵. Rolfstam (2012, p. 5) é responsável por conceituar o que chama de compras públicas de inovação (*Public Procurement of Innovation*) como as “atividades de compras realizadas por agências públicas que levam à inovação”⁶.

Para se entender adequadamente essa perspectiva é preciso primeiro definir a inovação pela ótica dos autores que a seguem. Um primeiro passo seria entender o conceito a partir da contribuição de Schumpeter, para quem a inovação – ou as novas combinações para a produção – pode tomar forma em cinco diferentes configurações: i) introdução de um bem inteiramente novo ou uma variedade de um bem existente (inovação de produto); ii) introdução de método de produção novo (inovação de processo); iii) abertura de um mercado o qual a indústria nacional não tenha ainda explorado; iv) uso de uma nova fonte de matérias-primas ou suprimentos; e, v) estabelecimento de uma nova forma de organização de uma indústria, tal como a criação de um monopólio, por exemplo (SCHUMPETER, 1997, p. 76; ROLFSTAM,

⁵ “it is also about new capabilities (organizational and technological) as well as about innovations in mature markets that the government purchasing decisions can stimulate.”

⁶ “purchasing activities carried out by public agencies that lead to innovation.”

2012, p. 3). Rolfstam (2012) dá prosseguimento à tentativa de conceituar inovação apontando ainda para uma ideia que coaduna com a de Edquist (1997): de que a inovação é uma criação de significância econômica, ou seja, de que é preciso que essa criação ganhe o mercado e torne-se disponível e relevante aos usuários. Tal definição sugere uma diferenciação entre a inovação e a invenção; enquanto esta é meramente a criação de um novo bem, serviço ou processo, aquela é uma invenção com impacto econômico não desprezível.

Contudo, as definições apresentadas podem levar à conclusão de que as inovações só ocorrem no início do ciclo de vida do produto, ideia que é rejeitada por Rolfstam. Para clarificar esse ponto, o autor deriva uma discussão acerca do que se entende pela “inexistência” do produto adquirido, noção essencial para a definição dada pela primeira abordagem discutida. Ainda que não se chegue a conclusões significativas, estas reflexões são compartilhadas: i) algum nível de existência prévia é necessário para o desenvolvimento do produto, corroborando com a ideia de dependência da trajetória, sob a qual as inovações estão circunscritas a um contexto mercadológico e de pesquisa que não pode ser facilmente alterado; ii) inovações podem significar mudanças bruscas e disruptivas, mas também podem ser fruto de melhorias incrementais; e, iii) a própria “inexistência” da inovação pode variar em magnitude, a depender do nível de análise. Assim, o autor acaba por aceitar uma definição de inovação que é mais aplicada do que teórica, baseada grandemente no tempo lógico (ciclo de vida do produto), como um processo que se dá em todas as etapas da trajetória tecnológica e evolui com ela (ROLFSTAM, 2012). Essa definição é mais útil para fazer oposição à ideia de que inovação se dá apenas nos estágios iniciais de P&D e inserção no mercado do que para explicar o fenômeno em si.

Georghiou et al. (2014) alinham sua definição com a dessa abordagem, mais genérica. Os autores consideram que as atividades de compras públicas podem incorporar propósitos inovadores tanto ao “dar vida” à inovação, isto é, demandando bens e serviços que não estão imediatamente disponíveis no mercado, quanto respondendo às inovações, incluindo nos processos de aquisição aquelas que já foram inseridas no mercado, mas apresentam caráter inovador, ou produtos que não estão ainda maduros. Mais uma vez, verifica-se que a inexistência do bem ou serviço objeto da compra pública é prescindível para que essa seja tida como inovadora, segundo essa visão.

Vale notar que as definições estudadas convergem quanto ao objeto da inovação. É nítido que o que se considera por inovador no processo de PPI não são os procedimentos para a compra em si, isto é, os meios e tecnologias utilizados para a chamada aos eventuais ofertantes, pregões e licitações, por exemplo, ainda que esses possam ser inovadores. Por

consequente, tem-se no produto ou na tecnologia adquirida – ou ainda o mercado do qual tal produto ou tecnologia serão participantes – o objetivo da inovação.

Conforme será discutido mais adiante nesta dissertação, o caso do Embraer C-390 Millennium adequa-se a qualquer uma das abordagens, ou seja, sob ambos os pontos de vista é possível considerar o processo de aquisição da aeronave como uma PPI. Se, sob a primeira interpretação, a compra do C-390 é inovadora porque uma aeronave desse porte e com essas características significa a introdução de um produto inteiramente novo no portfólio da Embraer e, conseqüentemente, no mercado brasileiro; pela segunda abordagem, além dessa razão, a preocupação por parte do Estado brasileiro em gerar inovação por meio do incremento de tecnologias já existentes é suficiente para tratá-lo como um caso clássico de PPI.

1.1.2 Tipologias

Acerca dos diferentes tipos de compras governamentais para inovação, Edquist e Hommen (2000) propõem uma tipologia centrada em duas dicotomias, ou duas dimensões. A primeira dessas dimensões está ligada ao grau de novidade que a PPI representa. Os autores qualificam como PPI “para desenvolvimento” (*developmental*) a compra pública responsável por gerar um produto inteiramente novo a nível global. A PPI para desenvolvimento amplia a fronteira tecnológica da matéria em questão, expandindo o estado da arte. Já a PPI que dá origem a um produto que já possui paralelo internacionalmente, mas, a despeito disso representa uma novidade a nível nacional, é classificada como “adaptativa” (*adaptive*).

A segunda dimensão é responsável por qualificar a PPI em função de quem é o usuário final do produto objeto do processo de compra pública, distinguindo-se entre PPI direta e PPI catalítica. No caso da PPI direta, o comprador é o usuário final do bem, serviço ou processo desenvolvido, de tal forma que o objetivo da aquisição é satisfazer as necessidades diretas do órgão comprador. Isso não significa, todavia, que não possa haver disseminação desse produto para outros órgãos governamentais ou para o mercado. Já na PPI catalítica, a agência compradora age em benefício dos usuários finais, que estão fora da sua estrutura organizacional, servindo como catalisador, coordenador e recurso técnico em prol do público-alvo do produto. Tais usuários podem ser empresas privadas, outras organizações e mesmo as famílias, de modo que o poder de compra do Estado é a origem, mas não o destino do processo inovador (EDQUIST; HOMMEN, 2000, p. 20-3).

O conceito de PPI catalítica pode-se fazer difícil de ser compreendido, visto ser de natureza extrínseca à agência governamental que realiza a aquisição – em oposição à PPI direta, que é intrínseca ao comprador. Na PPI catalítica o Estado busca, efetivamente, a aquisição do bem, serviço ou processo, tornando-a distinta de uma mera recomendação ou mesmo regulação por parte da agência governamental, ainda que essas possam acompanhar o processo de compra. Todavia, a intenção desse tipo de compra pública não é dotar o ente estatal com o produto selecionado, mas impulsionar a adoção desse produto e sua subsequente demanda, privada ou pública⁷. Um caso paradigmático de PPI catalítica é o desenvolvimento de refrigeradores com maior eficiência energética, por parte da empresa Electrolux AB, fruto de uma requisição da Monarquia sueca em 1988, que resultou na adoção, anos mais tarde, desses eletrodomésticos por famílias na Suécia e internacionalmente.

No ano de 1988 o governo da Suécia lançou o Programa Sueco de Aquisição de Tecnologia (Swedish Technology Procurement Program – STPP), com vistas a reduzir o consumo de eletricidade do país em 10 TWh até o ano de 2000. A partir da consideração de que refrigeradores e congeladores representam uma significativa fatia do consumo de energia elétrica de um domicílio, o programa pôs em marcha planos para substituir os refrigeradores comuns nos lares suecos por outros, com maior eficiência energética e limpos do ponto de vista de emissão de gases clorofluorcarbonetos (CFC). Esses planos viriam a tomar a forma de uma concorrência internacional para a aquisição de 500 unidades do produto selecionado para a instalação em residências destinadas à população, bem como um acordo para a continuação da demanda. O Conselho Nacional Sueco para Desenvolvimento Industrial e Técnico (NUTEK), juntamente com a companhia de habitação popular do país, HBV, e outros agentes públicos e privados compunham o grupo comprador, responsável por selecionar as propostas que se adequavam aos requisitos do programa. O caráter catalítico da compra pública é evidente: ao contrário das aquisições diretas realizadas pelos agentes estatais, no caso em tela os beneficiários são os indivíduos residentes dos domicílios que viriam a receber o bem desenvolvido.

Ao fim do programa, em 1990, a proposta da Electrolux AB foi selecionada com base no preço e nos requisitos energéticos e ambientais estabelecidos pelo grupo comprador, mas também foi considerado o grau de acessibilidade da tecnologia, preferindo-se uma tecnologia

⁷ Não é imprescindível que se procure fomentar a demanda privada para que se configure PPI catalítica; pode-se tencionar a demanda por parte de governos estrangeiros, ou mesmo no próprio país, por agências governamentais diferentes da adquirente.

já estabelecida e disponível. Em setembro do ano seguinte o modelo escolhido foi disponibilizado para o mercado sueco, com impacto quase instantâneo. O *market share* para refrigeradores mais eficientes, tais como o selecionado, subiu de 1% para 5% em poucos anos, resultando em significativas economias de energia elétrica no país (EDQUIST; HOMMEN, 2000, p. 22; EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2012, p. 1764).

A tipologia de Edquist e Hommen (2000) pode ser visualizada em uma matriz 2x2. Tal matriz é conhecida na literatura como Matriz de Hommen e é apresentada no Quadro 1. A classificação de uma PPI é determinada pelo cruzamento entre as duas dimensões, naturalmente.

Quadro 1 – Matriz de Hommen, para compras públicas inovadoras

| Grau de Novidade | Para desenvolvimento | Adaptativa |
|---|-----------------------------|--------------------|
| Tipo de Necessidade Social | Nova globalmente | Nova nacionalmente |
| Direta Para uso da agência adquirente | | |
| Catalítica Para uso de terceiros | | |

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012) fazem uso da tipologia proposta por Edquist e Hommen (2000) para a classificação das compras públicas para inovação. No entanto, aqueles fazem adições a esta, expandindo-a em dois pontos e originando uma nova taxonomia. Primeiramente, é incluída uma terceira dimensão que capta o nível de cooperação entre a agência governamental e as firmas que participam do processo de aquisição. Essa dimensão, todavia, não conta com categorias bem discriminadas, mas aponta para o maior ou menor grau de cooperação e interação entre as partes. A segunda mudança é a introdução de uma terceira categoria à primeira dimensão⁸, isto é, o grau de novidade da inovação – definida pelos autores como o “caráter do resultado do processo de aquisição” – que é a compra pública pré-comercial

⁸ Na taxonomia de Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012) esta é a segunda dimensão, sendo a primeira aquela que dá conta da natureza do usuário final do produto adquirido (direta ou catalítica).

(*Pre-commercial Procurement* – PCP). Tal dimensão abarca, portanto, a PPI para desenvolvimento, a PPI adaptativa e a PCP.

A PCP é uma aquisição de P&D, sem que haja, necessariamente a compra do produto desenvolvido a partir desse esforço tecnológico realizado pela firma contratada. Ao contrário do que se passa na PPI, em que o produto novo ou inexistente pode vir a ser criado em um período razoavelmente curto, na PCP isso não ocorre, mas demanda um tempo maior de trabalho. Isso se dá porque a compra pré-comercial se concentra em uma etapa anterior do desenvolvimento do produto: o protótipo. Por meio da PCP busca-se atingir resultados de pesquisa pré-determinados, mas não se chega à fase de desenvolvimento do bem, serviço ou processo contemplado pela aquisição; para isto é preciso ter início a um processo distinto e novo, que já se caracteriza como PPI. Por esta razão os autores não qualificam a PCP como uma compra pública para inovação, mas sim um instrumento de política de inovação pelo lado da oferta⁹, análogo ao financiamento à P&D (EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2012, p. 1758-9).

Essa perspectiva de que a PCP não se qualifica como uma compra governamental para inovação, por se tratar de um instrumento de política de inovação pelo lado da oferta, no entanto, não é unânime entre os autores. Bittencourt e Rauén (2021, p. 530), por exemplo, qualificam tanto PPI quanto PCP como instrumentos de apoio à inovação pelo lado da demanda, uma vez que se utilizam do poder de compra do Estado para garantir a demanda, seja dos produtos a serem desenvolvidos, seja das atividades de P&D, ao mesmo tempo que direciona a trajetória tecnológica das firmas. Nesse sentido, considera-se que, em ambos os casos (PPI e PCP), as compras ocorrem anteriormente à própria existência dos bens ou serviços adquiridos, diferenciando-se pelo grau de maturidade dos projetos e o quão desenvolvidas já estão as pesquisas. Ainda assim, as diferenças entre essas modalidades são devidamente assinaladas pelos autores. Enquanto no caso das PPI é provável que o produto em questão esteja pronto para uso e comercialização em, relativamente, pouco tempo, na PCP há a necessidade de se investir mais fortemente em um projeto de P&D, o que acarreta um grau mais elevado de incerteza, além de exigir mais tempo para que a entrega (do protótipo, por exemplo, desenvolvido pela empresa contratada) ocorra.

Duas outras tipologias calcadas nas contribuições teóricas de Edquist e Hommen (2000) e que retomam a característica bidimensional original são as propostas por Edler et al. (2005) e

⁹ A seção 1.1.3 “Definição de políticas e boas práticas” aborda diferenças entre as políticas de inovação pelo lado da demanda e as políticas de inovação pelo lado da oferta.

Rolfstam (2012). Edler et al. (2005) definem, além da clássica dicotomia entre PPI direta e PPI catalítica, uma terceira possibilidade que se apresenta aos formuladores e avaliadores de políticas de compras governamentais para inovação, a PPI cooperativa. Salienta-se que, neste caso, “cooperação” não apresenta o mesmo sentido analítico do que aquele dado por Edquist e Zabala-Iturriagagoitia (2012), ainda que apontem para fenômenos muito intrincados e semelhantes. Enquanto para estes a cooperação diz respeito ao grau de interatividade e troca de informação e conhecimentos entre as partes envolvidas no processo de aquisição sendo, portanto, uma outra dimensão de avaliação da PPI, para Edler et al. (2005) a cooperação está associada à natureza da demanda social e dos usuários finais a serem contemplados pelo produto adquirido. Para esses autores, a PPI cooperativa é caracterizada por uma dualidade na utilização do bem, serviço ou processo; de modo que a agência governamental é um dos usuários finais do produto, assim como agentes privados também o são, conjuntamente.

Para ajudar na compreensão do conceito, são expostos dois exemplos de PPI cooperativa, tal como apresentados por Edler et al. (2005, p. 24-5). O primeiro deles é a compra de veículos movidos a combustíveis alternativos nos EUA por parte do governo nacional, como resposta a ameaças ao fornecimento de petróleo. Nesse caso, o governo almeja a difusão dessas tecnologias para os agentes privados, sem renunciar ao uso por agências governamentais. O segundo exemplo é a obrigatoriedade das agências governamentais dinamarquesas de levar em consideração questões ambientais e energéticas em todas as suas aquisições, num esforço de se acelerar a adoção de tecnologias sustentáveis. Todas as compras públicas na Dinamarca são auxiliadas pela Agência de Proteção Ambiental do país, que ajudam os órgãos compradores a montarem seus planos de compras públicas.

A adição da categoria “PPI cooperativa” dá ensejo a uma possível sobreposição entre PPI direta e PPI catalítica. Assim, essa nova categoria ataca possibilidades inexploradas pelos desenvolvimentos teóricos iniciais. Para que se compreenda como isso se dá, é útil tentar imaginar de que forma uma PPI cooperativa poderia ser contemplada pela dualidade entre “direta” e “catalítica”. Devido ao fato de que a PPI cooperativa atende a uma demanda própria da agência governamental que age como comprador, isto é, o Estado de fato utilizará o produto para a consecução de suas atividades cotidianas, pode-se classificar tal processo como uma PPI direta, ainda que tal produto seja disponibilizado ao mercado posteriormente. Contudo, há também que se ressaltar que a adoção do produto pelos demais agentes da economia é um dos objetivos desse tipo de compra governamental, de modo que o Estado age como um catalisador para impulsionar o desenvolvimento tecnológico; configurando-se, portanto, uma PPI

catalítica. Assim, a PPI cooperativa, tal como definida por Edler et al. (2005) faz-se útil para demarcar os limites da dicotomia original, sem que se abandone seu poder analítico.

Para além dessas três categorias, uma outra, a PPI distribuída, é destacada por Rolfstam (2012). Essa categoria se aproxima da PPI catalítica, mas não envolve o compromisso de aquisição ou mesmo a especificação de um problema por parte do adquirente, de modo que “[é] tarefa do ofertante explorar e tirar proveito da oportunidade”¹⁰ (ROLFSTAM, 2012, p. 8, tradução nossa). Para o autor, um exemplo de PPI distribuída é a publicação, por parte de um órgão público, de dados e informações que são utilizadas por agentes privados para o desenvolvimento de serviços móveis de telefonia (*mobile services*) que atendam o turismo local. Nesse caso, o órgão público não se compromete a adquirir tais serviços, mas pode optar por assim fazer.

A dimensão alternativa (grau de inovação), contudo, é a que apresenta a mudança mais significativa realizada por Edler et al. (2005). Esses substituem a dimensão que descreve intensidade da inovação – representada pela PPI adaptativa ou PPI para desenvolvimento – pelo impacto sobre os mercados ocasionado pela aquisição. Os autores consideram o potencial da PPI em não somente criar tecnologias, mas de difundí-las, de modo que não mais se analisa somente se o produto a ser gerado é uma tecnologia inexistente a nível internacional ou nacional, mas o quão desenvolvido está o mercado para a tecnologia a ser adquirida.

Há de se notar que Edquist e Hommen (2000) chegam a aludir à dimensão “impactos sobre os mercados” em sua dualidade entre PPI adaptativa e PPI para desenvolvimento. Todavia, a análise desses autores enfoca o aspecto do desenvolvimento tecnológico do produto mais do que os rebatimentos sobre as estruturas dos mercados que estejam de alguma forma contemplados – direta ou indiretamente – pelo processo de aquisição iniciado pelo governo (EDLER et al., 2005, p. 18).

Três funções distintas são atribuídas ao processo de PPI, quanto aos seus efeitos sobre os mercados: criação (*creation*); impulsionamento (*escalation*); e, consolidação (*consolidation*). A primeira função se dá quando não existe qualquer mercado disponível para o produto. Associada à PPI para desenvolvimento, a criação de mercado implica em uma iniciação da oferta da tecnologia adquirida na PPI. Essa oferta pode ter sua demanda atendida

¹⁰ “It is the task of the supplier to explore and exploit the opportunity”.

tanto pela instituição de um monopólio em que o Estado é o demandante, quanto pela difusão – planejada ou não¹¹ – dessa tecnologia para o mercado privado.

O impulsionamento de mercado, por sua vez, objetiva o crescimento e amadurecimento de um mercado que já existe no momento do processo de PPI, mas que ainda é incipiente. Relativo à PPI adaptativa, essa função age sobre a oferta e a demanda de tecnologias novas ou recentemente adotadas.

Por fim, a função de consolidação de mercado, de modo semelhante ao impulsionamento, também atua sobre mercados que já estão ativos, mas diferentemente deste, o mercado em questão já conta com participantes mais maduros e experientes. Nesse caso, a ação estatal se dá no sentido de direcionar os padrões de desempenho e atuação dos produtos e agentes, garantindo uma “harmonização” e centralização dos esforços para o prosseguimento do desenvolvimento desse mercado (EDLER et al., 2005, p. 18-9).

Rolfstam (2012) ainda acrescenta uma quarta função, a destruição (*destruction*) de mercado. Para esse autor, quando a PPI acaba por criar, impulsionar ou consolidar tecnologias novas e, por exemplo, mais eficientes, ela pode resultar na obsolescência de tecnologias antigas e, conseqüentemente, na destruição de seu mercado. Pode-se ilustrar esse tipo de PPI com a tentativa de um governo nacional em destruir o mercado de automóveis movidos a combustíveis fósseis por meio da aquisição de veículos elétricos. Nesse caso hipotético, o poder de compra do Estado seria usado com o intuito de se inviabilizar um mercado, suplantando-o por outro.

A última contribuição teórica para o estabelecimento de uma classificação das PPI a ser descrita nesta dissertação é a feita por Rolfstam (2012). Apesar de apoiar-se grandemente na obra de Edler et al (2005) e, conseqüentemente, de Edquist e Hommen (2000), o autor problematiza pontos relevantes, a saber: i) a destruição não somente como um fenômeno natural ao processo inovador, mas também relevante para este; e, ii) a percepção de que toda compra pública, se bem feita, pode ter efeitos positivos sobre o desenvolvimento tecnológico, prescindindo de um objetivo explícito de fomentar a inovação. Tais observações decorrem diretamente da visão de que a inovação se dá em todo o ciclo de vida do produto e não somente o início. O resultado é a Matriz de Hommen usada para a avaliação de políticas de compras públicas para inovação. A Matriz de Hommen expandida (4 x 4) é representada no Quadro 2.

¹¹ Por conta de as escolhas feitas pelas agências governamentais enviarem fortes sinais positivos aos agentes privados (EDLER et al., 2005, p. 14), estes podem buscar adotar tecnologias selecionadas pelo Estado, ainda que o processo de compra governamental não tenha caráter catalítico.

Quadro 2 – Matriz de Hommen, para compras públicas inovadoras, expandida

| Função em Relação ao Mercado | Criação | Impulsioneamento | Consolidação | Destruição |
|---|---------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Tipo de Necessidade Social | Desenvolvimento | Adaptação | Padronização | Remoção |
| Direta Necessidades intrínsecas às agências governamentais | Criação Direta | Impulsioneamento Direto | Consolidação Direta | Destruição Direta |
| Cooperativa Congêneres, ou necessidades compartilhadas | Criação Cooperativa | Impulsioneamento Cooperativo | Consolidação Cooperativa | Destruição Cooperativa |
| Catalítica Necessidades extrínsecas às agências governamentais | Criação Catalítica | Impulsioneamento Catalítico | Consolidação Catalítica | Destruição Catalítica |
| Distribuída Necessidade identificada e satisfeita externamente por meio de oportunidade pública exposta | Criação Distribuída | Impulsioneamento Distribuído | Consolidação Distribuída | Destruição Distribuída |

Fonte: Rolfstam (2012, p. 11).

Realizada a discussão acerca das tipologias utilizadas para a classificação das PPI em torno das condições de mercado propiciadas por essa e da origem da demanda pelo produto, faz-se relevante pontuar que a dicotomia original – entre PPI direta e PPI catalítica – é, por si só, útil para classificar os diferentes casos de PPI. De modo que a adição dos tipos “colaborativa” e “distribuída” apenas ajuda a dar tonalidades entre esses dois extremos. A expansão da segunda dimensão – impacto sobre mercados – no entanto, provê um elemento analítico muito útil para ajudar em investigações acerca da natureza das compras governamentais.

Nesse aspecto a contribuição de Rolfstam (2012) é a que parece mais problemática e congestionada, isto é, com a adição de categorias que, em uma tentativa de enriquecer a análise, acaba por torná-la mais difícil. Assume-se isso por dois motivos. Primeiro, a destruição pode surgir mais como um efeito – adverso ou não – de uma PPI com outra intenção. O próprio autor afirma que a destruição de mercado pode ocorrer a partir de qualquer um dos outros três tipos de PPI (criação, impulsioneamento e consolidação de mercado) (ROLFSTAM, 2012, p. 10). Segundo, a PPI distribuída, categoria incluída para abarcar casos em que os órgãos governamentais publicam algum tipo de oportunidade, não é uma compra pública de fato, de acordo com a definição mais restrita de PPI adotada nesta dissertação. A PPI distribuída pode sim ser um instrumento de apoio à inovação, mas por prescindir de que ocorra uma aquisição, não é tratada como uma compra pública para inovação. Ainda assim, a contribuição do autor

mantém-se relevante e seu esforço em expandir as tipologias apresentadas ajuda o processo de reflexão sobre a caracterização das compras públicas para inovação. Neste sentido, o autor orienta sobre os riscos de se tomar a matriz de maneira literal e rígida, sugerindo seu uso como uma ferramenta de apoio à proposição e avaliação de políticas de compras governamentais (ROLFSTAM, 2012, p. 12).

1.1.3 Definição de políticas e boas práticas

As compras públicas para inovação estão circunscritas às chamadas “políticas de inovação pelo lado da demanda”. Esse tipo de política é caracterizado por apoiar a atividade inovadora por meio de intervenções sobre as condições de demanda prevalentes nos mercados em que as firmas inovadoras estão inseridas. Edler (2010, p. 276, tradução nossa) define política de inovação pelo lado da demanda como “um conjunto de medidas públicas para aumentar a demanda por inovações, melhorar as condições para a sua aceitação ou para melhorar a articulação da demanda de modo a incentivar as inovações e a difusão dessas”¹². Trata-se, na prática, de empregar um potencial latente do Estado para agir como demandante ou para direcionar os esforços da sociedade civil para essa atuação.

As políticas de inovação pelo lado da demanda, de modo geral, visam garantir às firmas inovadoras que haverá um mercado interessado na aquisição dos bens e tecnologias desenvolvidos por elas, utilizando-se da capacidade do Estado para realizar compras em grande escala ou regular os mercados. A criação dessa demanda, no entanto, pode se dar não apenas pelas compras governamentais, mas também por regulações e determinações de conformidade a certos produtos – como a obrigatoriedade de que automóveis sejam fabricados com airbags ou motores elétricos, por exemplo. É justamente a presença dessa demanda que serve como guia às empresas em suas atividades inovadoras. Portanto, a ação, por parte do Estado, com vistas a impulsionar a demanda, não somente pode estimular o prosseguimento de atividades inovadoras já em marcha dentro das firmas, como pode fazer surgir produtos inteiramente novos, a partir das exigências estatais, seja para cumprir objetivos sociais, políticos ou econômicos.

¹² “a set of public measures to increase the demand for innovations, to improve the conditions for the uptake of innovations or to improve the articulation of demand in order to spur innovations and the diffusion of innovations”.

Há de se apontar que entre os principais objetivos de uma política de inovação pelo lado da demanda figura o de diminuir a incerteza a qual as empresas alvo dessa política estão sujeitas. Assim, busca-se incentivar o processo inovativo – e a difusão das inovações – que, de outra maneira, não seria colocado em prática pelas firmas. Tais políticas são opostas, mas complementares, às políticas de inovação pelo lado da oferta que, assumindo a incerteza inerente ao ambiente competitivo, buscam “empurrar” a inovação nas empresas (BITTENCOURT; RAUEN, 2021). Entre os instrumentos de política de inovação pelo lado da demanda destacam-se as compras públicas, créditos fiscais e abatimentos aos consumidores, e leis, regulações e normas que versem sobre a matéria. Já pelo lado da oferta pode-se citar o subsídio à P&D, gastos em educação e o estabelecimento de relacionamentos e vínculos, em prol da inovação, entre firmas, universidades e outras organizações públicas ou não (EDQUIST; HOMMEN, 2000, p. 20; OECD, 2011, p. 19). As políticas pelo lado da oferta fogem do propósito desta dissertação.

Vários motivos podem levar à necessidade – ou, ao menos, ao interesse – da adoção dessas políticas em um determinado mercado, mas dois em especial são destacados por Edler (2010): i) quando não existe demanda por inovações, ou essa é insuficiente, mas o benefício potencial em fortalecê-la é alto; e, ii) quando a indústria não consegue articular a demanda por si só, isto é, transformar as necessidades dos usuários em uma demanda explícita e evidente.

No primeiro caso, as razões estão mais ligadas a uma abordagem de falhas de mercado, isso porque o produto inovador ou a tecnologia inovadora não conseguem adentrar ou se disseminar no mercado a partir de sua própria dinâmica. As causas elencadas pelo autor para esse comportamento são: i) custos de entrada muito elevados, característicos de produtos nos estágios iniciais de seu ciclo de vida; ii) falta de informação ou de conhecimento por parte dos potenciais usuários acerca dos benefícios, da segurança e da confiabilidade do produto; iii) custos de aprendizado e ajustamento à inovação, que afetam com mais intensidade os primeiros usuários, e podem afastar demandantes nos estágios iniciais; iv) a dependência da trajetória tecnológica ocorrida no mercado e seu consequente efeito *lock-in*, isto é, os usuários acabam por ficar “presos” às tecnologias existentes por conta de altos investimentos e custos incorridos para se adequar a elas; e; v) presença de efeitos de rede no mercado, o que também prejudica a adoção inicial da tecnologia, uma vez que os benefícios do uso só se manifestam à medida que

o número de usuários cresce¹³ (EDLER, 2010, p. 277-8). O Estado pode, então, agir em todas essas frentes de modo a mitigar os riscos de se adotar a inovação em questão, seja assumindo ele mesmo esse risco ao ser o demandante original, seja reduzindo assimetrias de informação entre vendedores e compradores.

Os primeiros usuários de uma tecnologia possuem uma função central em sua difusão. São eles que lidam com os riscos e dificuldades iniciais de utilização de um produto que foi pouco testado e provado em situações reais. Por um lado, provêm uma importante fonte de receita para o ofertante; por outro lado, são responsáveis por fornecer as primeiras opiniões acerca do funcionamento do produto. O fracasso em conseguir usuários iniciais e, principalmente, que eles desempenhem as funções expostas, pode colocar em xeque todo o desenvolvimento da inovação (OECD, 2011).

É importante, portanto, que as políticas pelo lado da demanda influenciem os estágios iniciais de adoção da inovação, principalmente no caso de uma inovação radical – o tipo concernente a uma PPI para desenvolvimento. Edler et al. (2005) apontam para três características das compras públicas que capacita o Estado a impulsionar a inovação por meio de suas aquisições. Primeiro, o governo costuma ser mais exigente do que as firmas privadas, em termos do grau de inovação demandado dos bens e serviços a serem adquiridos. Isso se dá tanto para a satisfação de necessidades civis quando das forças armadas do país. Segundo, os órgãos governamentais estão mais dispostos a pagar pelos altos valores relacionados a produtos em desenvolvimento ou nos primeiros estágios do seu ciclo de vida. Terceiro, as compras públicas rapidamente fazem surgir uma “massa crítica” em torno da inovação, a partir tanto de uma coordenação entre diferentes agências governamentais quanto das comunicações e sinais transmitidos aos entes privados. Essa massa crítica, que pode ser entendida como um conjunto de pessoas e organizações que se dedicam à compreensão e utilização da tecnologia em questão, ajuda a reduzir os custos e os riscos em adotá-la. Além dessas três citadas pelos autores, o grande volume de compras, comparativamente às compras privadas, também é um elemento a ser considerado, pois garante uma escala de produção maior para a tecnologia desenvolvida.

A segunda razão para a dificuldade encontrada por uma inovação promissora se expandir não está tanto nas limitações impostas pelas próprias tecnologias, mas em uma interação insuficiente – a nível quantitativo ou qualitativo – entre as firmas e os consumidores.

¹³ Um exemplo tradicional de tecnologia que apresenta efeitos de rede é o telefone: quanto maior o número de usuários, maior é o valor para um usuário individual, já que esse pode se comunicar com mais pessoas via um único meio. Outro exemplo são as redes sociais. Os incentivos a se manter um perfil em uma rede com poucos utilizadores são baixos.

Estes, quando confrontados com necessidades que não podem ser supridas pelo atual estado da tecnologia, tornam-se uma importante força de incentivo à inovação, mas apenas quando os ofertantes conseguem captar essas necessidades e transformá-las em ideias e planos de ação inovadores. Em indústrias em que ocorre essa cooperação mais intensamente, como a de videogames e a de softwares, por exemplo, é esperado pelas empresas que os usuários sejam participantes ativos no processo criativo e de melhoria dos produtos (OECD, 2011, p. 25). Uma forma que os formuladores de políticas podem atuar para proporcionar uma melhor interação entre os agentes do mercado é “dar voz” a grupos que têm necessidades sociais não atendidas, mas não são influentes o suficiente a ponto de serem levados em consideração pelas firmas que poderiam satisfazer essas necessidades e ocupar a posição de ofertantes para esses indivíduos.

Nesse sentido, manifesta-se a necessidade de as agências governamentais pensarem claramente sobre as demandas sociais para, por fim, levar as inovações a termo. É tendo em mente as demandas socioeconômicas que precisam ser atendidas que uma agência governamental deve definir as demandas técnicas e funcionais que a tecnologia a ser adquirida deve satisfazer (EDQUIST; HOMMEN, 2000, p. 5). Geroski (1990, p. 189), ao falar especificamente sobre a política de compras públicas, indica que essas são mais eficientes em promover a atividade inovadora quando resultam em um conjunto claro e coeso de necessidades explícitas. Para o autor, por mais que os agentes públicos possam estar em desvantagem ao tentarem identificar as demandas das famílias e firmas, são perfeitamente capazes de o fazerem em relação às suas próprias exigências. É possível argumentar, apoiado nessa visão, que as PPI diretas são preferíveis às PPI catalíticas; no entanto, estas podem partir de demandas determinadas pelas agências governamentais, à medida que, do uso – primário, original – do produto por parte do órgão estatal, haja a difusão para os demais setores da sociedade.

Outros autores que apresentam entendimento semelhante são Georghiou et al. (2014). Para estes, a falha em se transmitir as necessidades aos potenciais ofertantes, em termos que não sejam restritivos, mas comuniquem o que é que precisa ser solucionado, é um obstáculo significativo ao sucesso de uma política de inovação pelo lado da demanda. Quando a comunicação entre demandantes e ofertantes não expressa o problema a ser resolvido, mas especificações técnicas muito bem definidas, o processo de aquisição acaba por ser decidido em termos de preços e adesão a essas especificações, e não pelo surgimento de inovações. As PCP – aquisições de esforços em P&D – são instrumentos com potencial de ajudar os compradores a definir concretamente suas necessidades, uma vez que agem bem nos estágios iniciais do surgimento do produto e permitem um desenvolvimento “do zero” das inovações. Outras iniciativas apontadas para lidar com esse problema são, por exemplo, o uso de previsões,

roadmaps tecnológicos e consultas ao mercado, e a separação do processo de compra pública em duas fases: uma inicial, chamada de comissionamento (*commissioning*), em que o foco é deliberar e estabelecer as demandas reais a serem atendidas; e a fase da compra (*procurement*) em que se dá o processo formal para a escolha da melhor oferta.

Um bom emprego das políticas pelo lado da demanda e, conseqüentemente, das PPI, passa por pensá-las para que sejam eficientes em termos de mercado e possam vir a se tornar sustentáveis no tempo, mas também do ponto de vista do bem-estar da sociedade, corrigindo distorções ou diretamente melhorando a qualidade de vida da população. Por outro lado, é preciso considerar os impactos sobre a atuação de diferentes agentes, sejam privados ou públicos, evitando surpresas e mudanças repentinas nas regras de engajamento entre as partes. Acerca desse segundo ponto, o relatório da OCDE de 2011 sobre políticas de inovação pelo lado da demanda recomenda que os órgãos governamentais implementem mudanças de cultura e organizacionais, convertendo esforços em gerar competências na formulação e administração das políticas, inclusive no trato com os atores das indústrias atingidas (OECD, 2011).

As PPI são provavelmente o principal instrumento de apoio à inovação pelo lado da demanda que um Estado pode lançar mão. Edquist e Hommen (2000) chamam a atenção para o histórico de incentivo ao desenvolvimento de novos produtos que as compras governamentais têm. Silva (2009, p. 16) problematiza os diferentes objetivos das compras públicas em oposição àquelas feitas por entes privados: enquanto as últimas são condicionadas por critérios mercadológicos e de eficiência no sentido clássico, aquelas podem ser decididas com base em outros objetivos, como a promoção do desenvolvimento industrial, tecnológico e científico do país. Essa liberdade em poder não se ater aos critérios de eficiência mercadológica, característica às compras públicas, dá ao Estado a possibilidade de fazer uso desse instrumento para fomentar setores industriais específicos como, por exemplo, o aeronáutico. Ademais, as compras públicas, para além de seu efeito direto sobre os ofertantes, também enviam importantes sinais ao mercado, que ajudam a moldar a demanda privada por bens e serviços (RAUEN, 2017b).

As PPI carregam em si um caráter estratégico, de atendimento de demandas sociais e de desenvolvimento. Mesmo as compras públicas mais cotidianas e menos estratégicas, que não aderem ao conceito de PPI, podem contemplar critérios de seleção que favoreçam a inovação (EDLER et al., 2005; ROLFSTAM, 2012). No entanto, é preciso que os agentes públicos responsáveis tenham cuidados ao pensarem e executarem planos de PPI, bem como entender suas limitações. Uma dessas limitações é a menor capacidade das PPI em impulsionar inovações nos estágios não iniciais do ciclo de vida do produto. Inovações incrementais, em tecnologias

mais maduras e cujos mercados não sejam nascentes são menos beneficiadas pela ação estatal em garantir a demanda, seja porque há menos oportunidades para o surgimento de inovações, seja porque o mercado já consegue definir bem suas próprias necessidades e dinâmica.

Outro elemento que age como um limite às PPI é a má especificação dos contratos de aquisição. A já citada ênfase em requisitos técnicos que acabam por dificultar o processo criativo das firmas ou, de outra forma, a incapacidade de se definir quais são as demandas socioeconômicas a serem atendidas, diminuem as chances de que os potenciais ofertantes pensem e desenvolvam diferentes meios de se satisfazê-las. Por fim, contratos que não preveem relacionamentos de longo prazo entre os setores público e privado correm o risco de abortar inovações que viriam a se concretizar a médio ou longo prazo.

Um terceiro ponto que limita a efetividade das compras públicas para a inovação é um mau endereçamento dos esforços governamentais, isto é, não escolher adequadamente o foco do processo, o que é que se deseja atingir. Desenvolver novas capacidades, tanto nas firmas quanto no governo, e novos produtos exige que não ocorra um retrabalho naqueles que já são produzidos ou dominados por esses agentes. É preciso, então, que as PPI sejam pensadas desde o início para suplantarem obstáculos que impedem a geração de inovações e que supram carências relativas à capacitação das firmas e dos órgãos públicos (GEROSKI, 1990).

Com vistas a analisar as circunstâncias que permeiam as decisões governamentais a respeito das PPI, Edquist, Hommen e Tsiouri (2000b) estabelecem uma dicotomia entre ambientes em que os desafios relativos à implantação de políticas de compras públicas inovadoras exigem esforços significativos e aqueles em que esse processo é mais fácil, ainda que não sem dificuldades. Às esferas de atuação do primeiro tipo os autores chamam “ambientes imaturos”, já essas segundas recebem o nome de “ambientes inovadores”. Compreender as problemáticas associadas a cada uma dessas categorias é conveniente, no sentido em que é capaz de chamar a atenção para – e ajudar a resolver – obstáculos característicos e próprios de regiões específicas, inclusive o Brasil, a partir do entendimento dos elementos comuns com os ecossistemas de compras públicas que prevalecem em outras partes do globo.

Os ambientes inovadores são, geralmente, aqueles encontrados em países e regiões mais avançados, nos quais as instituições são mais favoráveis à consecução das PPI e, de certa forma, mais maduros. Neste caso as principais adversidades enfrentadas pelas agências governamentais estão centradas em identificar as mais promissoras oportunidades de compras públicas em termos de potencial de apoio à inovação. Não obstante, é preciso que os formuladores das políticas de PPI estejam atentos ao nível de capacidades técnicas e

organizacionais tanto das agências compradoras, quanto dos potenciais ofertantes dos produtos a serem adquiridos. Um certo nível de equilíbrio e conhecimento mútuo entre as competências desses agentes é importante para se reduzir os riscos intrínsecos ao processo.

Nos ambientes imaturos, menos adequados à realização de compras públicas para inovação, é oportuno aos agentes estatais “levantar a questão” em prol das PPI antes de se dedicarem às definições das melhores oportunidades inovadoras que se apresentam. Isso porque em tais meios existe um certo nível de bloqueio – inclusive cognitivo – em relação a processos de aquisição que não estão ancorados na perspectiva de seleção por menores preços. Segundo Edquist, Hommen e Tsipouri (2000b, p. 304-5) dois procedimentos, ou cursos de ação, se combinam de modo a tornar possível iniciar o debate sobre as PPI nesse tipo de ambiente. Primeiro, estabelece-se um comitê de estudo acerca das características dessa modalidade de compras, informa-se os agentes que podem vir a fazer parte dos processos de aquisição e determina-se o conjunto de regras que guiarão tal processo. Em segundo lugar, a entidade pública terá que viabilizar e executar frentes de conscientização para políticos e o público geral, a fim de que dúvidas e suspeitas possam ser dirimidas. A ideia dessas intervenções é reorganizar as instituições informais que predominam no ambiente imaturo e obstaculizam as PPI, de forma a aproximá-las daquelas dos ambientes inovadores.

O conselho dos autores se mostra aplicável tanto aos casos de agências que desejam realizar um processo de aquisição específico e, para isso, precisa convencer outros setores sociais da necessidade da PPI, quanto àqueles em que se busca empregar um esforço sistemático de tornar a região um lugar mais favorável às compras públicas para inovação. Assume-se que da dualidade entre ambientes inovadores e ambientes imaturos pode-se depreender que esses últimos, quando objeto de esforços deliberados dos agentes públicos para o convencimento e por tornar as regras de engajamento entre Estado, firmas e sociedade mais propícias às PPI, podem vir a se tornar ambientes inovadores.

Na linha da recomendação dos autores aos formuladores de políticas e agentes públicos interessados no sucesso das PPI em ambientes inovadores, esses apontam para a importância de as agências governamentais dos ecossistemas imaturos desenvolverem capacidades em relação ao papel de compradores, especialmente nas seguintes áreas: i) *timing*, para que possam agir em momento oportuno, com celeridade e flexibilidade; ii) competências técnicas que permitam às agências conhecerem, fazerem bom uso, proporem as PPI de tecnologias inovadoras ou no estado da arte; e, iii) competências organizacionais, de modo que os agentes públicos sejam capazes de gerenciar e conduzir as PPI para além dos aspectos técnicos.

As competências dos compradores tornam-se especialmente relevantes quanto investigadas conjuntamente às perspectivas de prazo e de coordenação entre as partes. A capacidade de se determinar uma demanda “precoce e sofisticada” em termos técnicos é essencial para assegurar que os eventuais ofertantes possuam oportunidade para desenvolver o nível de complexidade necessário para cumprir com os requisitos inovadores de uma PPI, especialmente no caso das PPI para desenvolvimento. Falhas em se atingir esse objetivo podem resultar na incapacidade de se entregar os produtos requisitados no prazo desejado, comprometendo um, ou ambos, os quesitos, isto é: oferecer bens ou serviços tecnologicamente inferiores aos demandados ou extrapolar o prazo estipulado.

Outro problema, de natureza semelhante, mas contrário em seu sentido, é a eventualidade de se estabelecer muito cedo uma trajetória tecnológica e ficar preso a ela; uma solução apontada para essa questão é a adoção de uma “diversidade pré-paradigmática”, ou seja, usar os instrumentos de PPI em várias frentes diferentes, contemplando diferentes trajetórias, de modo que se possa escolher por uma delas (ou múltiplas) em um período posterior, quando essa se mostrar viável e menos incerta (EDQUIST; HOMMEN; TSIPOURI, 2000a, p. 287-8). Naturalmente, a resoluções desses problemas não podem ser alcançadas sem que haja um núcleo bem avançado de capacidades técnicas e organizacionais nas agências governamentais, equivalente ao das firmas ofertantes.

É possível – e mesmo provável, em alguns casos – que os órgãos públicos sejam avessos ao risco, inclusive por motivos de autopreservação ante acusações de má gestão ou mesmo corrupção. Por isso, é essencial que aos agentes econômicos envolvidos – não somente os agentes públicos – seja completamente claro a realidade de que atividades inovadoras e políticas públicas estão envoltas em riscos e, no caso das PPI, necessitam de uma relação, senão íntima, ao menos próxima entre demandantes e ofertantes. Tais características podem abrir margens para questionamentos acerca da lisura e eficiência do processo de aquisição. Portanto, é preciso que a racionalidade econômica, em um caso típico de PPI, seja entendida como o ganho provável em termos de inovação e não somente em termos de preço e que, conseqüentemente, alterações no orçamento, no prazo e até mesmo nos objetivos inicialmente traçados são inerentes a tal modalidade de política pública (EDQUIST; HOMMEN; TSIPOURI, 2000a; 2000b).

Não se trata, entretanto, de abrir precedentes para a desimpedida ocorrência de corrupção e favoritismo a determinadas firmas, mas de aplicar garantias ao processo que, caso não estejam presentes, impossibilitam o sucesso da compra pública para inovação. Geroski (1990) é enfático ao defender uma prática em compras públicas que não se apoie no fomento

às chamadas “campeãs nacionais”, isto é, firmas de grande escala que são beneficiadas pelas decisões de política industrial do governo. Para o autor, esse favoritismo aplicado a tais firmas é muito ineficiente quando o propósito do Estado é incentivar a inovação, mas havendo um razoável nível de competição entre firmas menores é possível atingir resultados mais satisfatórios.

Porém, regiões menos desenvolvidas economicamente, com ambientes imaturos do ponto de vista das instituições, formais e informais, concernentes à inovação industrial, podem apresentar menor número de oportunidades para que ocorra uma concorrência mais competitiva, como apontada por Geroski (1990). Isso porque a quantidade de firmas com capacidades técnicas e organizacionais em níveis suficientemente altos para levar a termo projetos demandados pelo Estado nas PPI – seja adaptativa ou para desenvolvimento – é esperadamente menor do que nas regiões avançadas. Nessas condições as PPI acabam por ter de ser prosseguidas contando com um número reduzido de eventuais ofertantes, ou mesmo sem a ocorrência de competição, dado não ser possível a alternativa.

As recomendações de práticas e a descrição de dificuldades concernentes a todo o processo de PPI realizada aqui não é exaustiva, de modo que apenas a contínua investigação e o exercício de políticas de inovação pelo lado da demanda podem contribuir para o entendimento desse instrumento de apoio à inovação. Ainda assim, é possível esboçar algumas recomendações gerais acerca do assunto. Primeiro, em um nível mais abstrato, um processo de compras públicas para inovação precisa ser enxergado não apenas em si mesmo, mas como inserido em um contexto social e econômico, e com objetivos claros e bem definidos. É o que afirmam Edler et al. (2005), após estudarem nove casos de compras públicas de países da União Europeia. Para esses, há a necessidade, por parte dos agentes governamentais, de visualizar o processo de aquisição como uma operação sistêmica, ou seja, que afeta todo um conjunto de atividades, a curto, médio e longo prazos, e que podem vir a criar restrições ou oportunidades no futuro. Segundo, em um nível mais aplicado, a compreensão dos efeitos, dificuldades, sucessos e fracassos de um processo de PPI é tão melhor quanto mais detalhado é seu estudo. Assim, os estudos de casos apresentam-se como uma alternativa útil e interessante à expansão do conhecimento sobre as PPI. Conforme afirmado por Ribeiro e Furtado (2015, p. 265) “[s]omente por meio de uma abordagem sistemática e em nível micro é possível capturar como a política de compras contribui para transformar as capacidades inovadoras das firmas locais”¹⁴.

¹⁴ “Only through a systematic and micro-level approach is it possible to capture how the procurement policy contributes to transforming the innovative capabilities of local firms”.

2 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA AEROESPACIAL E DE DEFESA

A indústria aeronáutica é frequentemente englobada como um segmento de um mercado maior: o aeroespacial e de defesa. Enquanto a aeronáutica dá conta da construção, operação e reparo de aeronaves, a astronáutica (espacial) se ocupa de atividades semelhantes, mas com veículos espaciais – as espaçonaves – que atuam fora da atmosfera terrestre. Em suma, toda atividade aeronáutica pode ser considerada aeroespacial, mas nem toda atividade aeroespacial é aeronáutica. Já o segmento de defesa, ainda que compreenda companhias localizadas fora do escopo da indústria aeroespacial é, de certo modo, dominado pelas empresas que estão nessa indústria. Portanto, é necessário um aviso de modo a evitar confusões e para que haja melhor entendimento deste capítulo. Quando possível distinguir o segmento aeronáutico dos segmentos espacial e de defesa, isso será feito. Todavia, dada a natureza das fontes utilizadas, e a já aludida semelhança entre os três mercados, usar-se-á a nomenclatura que mais se adegue àquilo que é retratado na fonte original. Toma-se como exemplo as análises que serão realizadas na seção “2.3 MEDIDAS DE INTENSIDADE EM P&D NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL E DE DEFESA”: nesse caso, a base de dados não apresenta valores distintos para cada segmento, mas os aglutina na indústria aeroespacial e de defesa. Assim, se buscará seguir rigorosamente a nomenclatura presente na base de dados.

Este capítulo se propõe a examinar a indústria aeroespacial e de defesa em cinco etapas. Primeiro, resgatar o histórico das compras públicas na indústria aeroespacial e de defesa, destacando sua evolução a partir dos conflitos e das condições geopolíticas prevalentes nos últimos séculos. Assim como reconhecer e discutir a existência ou não de efeitos de transbordamento da indústria de defesa para as indústrias civis. Segundo, descrever o modo com o qual a indústria aeroespacial – com destaque ao segmento aeronáutico – se organiza, as relações entre clientes e fornecedores, e eventuais idiosincrasias. Terceiro, explicitar a dinâmica de F&A na indústria global, bem como apresentar uma discussão acerca do grau de concentração. Quarto, avaliar a inovatividade da indústria a partir de métricas de esforço em P&D. Quinto, é feita uma breve exposição sobre o *offset* tecnológico, conceitos relacionados e o estado recente do *offset* nos EUA, como uma *proxy* à dinâmica global.

2.1 COMPRAS PÚBLICAS PARA INOVAÇÃO NOS SEGMENTOS AERONÁUTICO E DE DEFESA

Sendo a guerra parte fundamental da história humana, e uma atividade que acompanha as civilizações bem-sucedidas desde os seus primórdios, é natural que o acesso a armas e instrumentos para uso em conflitos fosse relevante a essas sociedades. Assim, o processo de aquisição de produtos de defesa não é novo – e nem mesmo é possível apontar suas origens claramente. Entretanto, as modernas atividades de compras públicas, realizadas por agentes estatais junto a firmas (privadas ou não) para o aparelhamento das forças armadas de um país, valendo-se de negociações e considerando preço, eficiência e outros critérios, como o avanço tecnológico local, por exemplo, são tradicionalmente apontadas como tendo início na Segunda Guerra Mundial e o período imediatamente subsequente.

Reeves (1996) aponta que questões relacionadas ao gerenciamento de compras públicas de defesa podem ser observadas desde os séculos XVIII e XIX, nos EUA¹⁵. Já no século XX, foi criada a Air Corps Act de 1926, cujo objetivo era o aperfeiçoamento do corpo aéreo do Exército para uma força capaz de manter combates e efetuar missões por conta própria¹⁶. No entanto, tal lei viria a modificar o processo de compras públicas de produtos de defesa, permitindo mais flexibilidade aos agentes responsáveis. Trata-se de uma legislação que estabeleceu instituições que perdurariam por décadas no país, convertendo-se em precursor de normas e práticas atuais.

O Air Corps Act possibilitou que a agência pública responsável pelas aquisições de produtos de defesa – à época o Departamento da Guerra (Department of War) – buscasse projetos e desenhos em países estrangeiros, ainda que a produção devesse ser feita em solo americano; além de lançar as bases da contratação negociada, isto é, modalidade a partir da qual o Departamento da Guerra podia entrar em contato direto com as empresas fornecedoras para a negociação, prescindindo de licitações competitivas. O ato permitiu ainda a realização de

¹⁵ A literatura que organiza sistematicamente a história das aquisições de defesa concentra-se prioritariamente no caso americano. Apesar das idiossincrasias e peculiaridades do país em relação ao restante do mundo, por sua influência sobre aliados ocidentais e orientais, o caso dos EUA é aqui considerado útil para prover um panorama sobre a evolução do relacionamento entre governos e empresas e do gerenciamento de aquisições.

¹⁶ O Air Corps Act mudou o nome do Air Service (Serviço Aéreo) para Air Corps (Corpo Aéreo) do Exército dos EUA, de modo a fortalecer a percepção de que esse se tratava de uma força ofensiva, não somente uma força auxiliar às tropas em terra. As missões desempenhadas pelo Air Corps seriam transferidas para a USAF, na ocasião de sua criação em 1947.

auditorias governamentais sobre as empresas contratadas, como inspeções às unidades fabris e livros contábeis. É nesta ocasião que se torna compulsória a publicação de requisitos detalhados para os produtos a serem adquiridos e que o desempenho, e não o preço, torna-se o principal fator decisivo para a aquisição de material de defesa.

A Segunda Guerra Mundial, por sua vez, representa um ponto de ruptura na história das compras públicas do setor. De um lado, a guerra demandava enormes quantidades de produtos de defesa, por outro lado, o conteúdo tecnológico desses produtos crescia rapidamente a reboque dessa demanda. Já as firmas do setor aproveitavam esse volume de ordens para buscar maiores lucros. A ocorrência concomitante desses fenômenos leva a uma reavaliação da dicotomia preço-desempenho por parte do governo dos EUA, buscando um estado em que os preços e os custos precisavam ser analisados e revisados cuidadosamente. Conforme adiciona Reeves (1996), é nesse período que o mercado concorrencial, com baixas barreiras à entrada, estrutura vigente na indústria de defesa até então, começa a dar lugar à atual estrutura concentrada do setor. Na esteira da Segunda Guerra Mundial a indústria e os órgãos públicos militares americanos nutriram relacionamentos que iriam ditar a dinâmica das aquisições de produtos militares nos anos seguintes no país e, de certa forma, no restante do mundo.

Pouco após o ataque da Marinha Imperial Japonesa à base de Pearl Harbor em 7 de dezembro de 1941, e a conseqüente entrada dos EUA na guerra, o governo americano tomou providências para que as aquisições de armas e equipamentos pelos ramos das forças armadas do país fossem facilitadas. O correr da guerra e a necessidade do fluxo constante de armamentos para as duas frentes em que os americanos lutavam – nas ilhas do Pacífico contra o Império do Japão e nos teatros de guerra europeu e africano – acelerou um processo de aumento do poder discricionário das forças armadas, que se concretizou, principalmente, por meio do primeiro e do segundo War Powers Act de 1941 e 1942, respectivamente. Tais marcos legais privilegiavam a rápida negociação e contratação de produtos de defesa por parte do Exército e da Marinha dos EUA, distanciando-se dos antigos meios de contratação, baseados principalmente em licitações de propostas seladas, e possibilitando um relacionamento próximo entre os órgãos federais e as empresas privadas (BROWN, 2005).

O fim da guerra, no entanto, não significou o fim das relações entre esses agentes forjadas durante o conflito. O desenvolvimento de armamentos relevantes e tecnologicamente avançados (como as armas nucleares, por exemplo) foi determinante para que essa nova forma de pensar as aquisições militares imperasse no país. Ademais, o pós-Segunda Guerra Mundial introduziria os EUA e seus aliados à realidade do conflito “frio” ante a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e o chamado bloco comunista. A Guerra Fria impõe à sociedade

americana um conflito latente, e a percepção de que uma nova mobilização nacional poderia ser necessária a qualquer momento. O desenvolvimento de armas nucleares e mísseis balísticos intercontinentais e o lançamento do satélite Sputnik-1 (e o sucesso do programa Sputnik) pelos soviéticos, entre 1949 e 1957, viria a alimentar ainda mais essa percepção (CONVERSE III, 2005, p. 30). Para Brown (2005, p. 9-10) os vínculos entre a indústria, instituições de pesquisa e as forças armadas mantidos e fomentados pela dinâmica desse período formariam as bases das aquisições modernas, isto é, os recursos humanos e financeiros, a gestão de capacidades industriais e os conhecimentos científicos e tecnológicos.

É em 1958 – um ano após o lançamento do Sputnik-1 – que o DOD americano cria uma das agências mais célebres por incentivar o desenvolvimento tecnológico na indústria de defesa, a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA), originalmente denominada ARPA apenas. A filosofia de pesquisas da DARPA era a promoção de investigações que não tivessem, necessariamente, uma finalidade específica, mas que produzissem vantagens e oportunidades estratégicas ao Estado americano.

As pesquisas básicas e aplicadas em semicondutores e informática, inclusive a supervisão dos primeiros esboços da internet, financiadas pela DARPA, ajudaram a moldar a indústria nas décadas seguintes. Na década de 1960 a DARPA atuaria para incentivar e financiar a criação dos cursos de ciência da computação por universidades dos EUA. Na década seguinte, financiaria um laboratório da Universidade do Sul da Califórnia (University of Southern California), aceitando projetos de microchips de qualquer indivíduo que demonstrasse suas potencialidades. Em 1976 a Apple lançaria o primeiro computador pessoal moderno, o Apple II (MAZZUCATO, 2014).

As primeiras modernas compras públicas da indústria de defesa não mais enfatizavam componentes físicos ou tecnologias de maneira avulsa, mas priorizavam uma abordagem de sistemas; o foco deixou de ser atingir determinados parâmetros operacionais para se tornar a consecução de missões específicas por parte dos produtos (BROWN, 2005, p. 10). Era essencial – na mente dos formuladores de políticas e militares americanos – que os sistemas desenvolvidos nos EUA fossem sempre mais eficientes e tecnologicamente avançados do que os da URSS. Assim, o aprimoramento tecnológico se converteu no condutor dos processos de compras no país, o que resultaria em um maior foco em ciência e P&D na indústria de defesa americana (CONVERSE III, 2005).

Todavia, tal movimento também gera uma crescente complexificação dos sistemas, aumentando grandemente o volume de trabalho e de componentes demandados pelos produtos de defesa. Como resposta a esse contexto, as firmas avançam no processo de subcontratação,

delegando tarefas a outras empresas e espalhando geograficamente suas atuações. Tal prática continuaria a evoluir nas décadas seguintes para a estrutura hierarquizada da indústria atual, e que rebateria também em indústrias civis, como a aeronáutica¹⁷.

A indústria de defesa veria uma continuação de seu status econômico e político, dado o contexto geopolítico da segunda metade do século XX, não apenas nos EUA, mas também nas nações europeias. No entanto, o fim da Guerra Fria e a dissolução do Pacto de Varsóvia, no início da década de 1990, representou uma mudança de paradigma no relacionamento dos governos – especialmente os de nações ocidentais – com suas respectivas indústrias nacionais de defesa, ainda que tal paradigma se mantivesse apoiado sobre as bases de priorização de desempenho e foco em P&D lançadas após a Segunda Guerra Mundial.

A cessação da ameaça clara e simétrica representada pelo bloco comunista levou a esforços pela diminuição e “racionalização” das forças armadas, pressionando as firmas desse setor a se adaptarem à nova realidade de compras públicas mais escassas (SKÖNS, 2002; DOWDALL, 2004). Entretanto, a gama de possíveis implicações que o desenvolvimento tecnológico da indústria de defesa tem sobre as atividades econômicas civis – aliada a *lobbies* e pressões – provoca um interesse contínuo das nações inovadoras em manter o apoio às empresas que atuam no setor. Transbordamentos (*spin-off*) das tecnologias de uso militar para aquelas de uso civil foram bastante comuns durante a história, e estão ligados ao caráter dual dos produtos de defesa. Ao mesmo tempo que o propósito desses produtos é o uso em campos de batalha ou para dissuasão, também representam o resultado de esforços de firmas intensivas em tecnologia e que, por vezes, encontram aplicações para seus produtos em outras áreas.

2.1.1 A controvérsia do spin-off

A relação entre governos e a indústria de defesa não é livre de controvérsias. Para além de disputas e questões políticas e diplomáticas, não há consenso se o apoio a essa indústria beneficia ou prejudica o desenvolvimento econômico. Isso porque pode-se argumentar, por um

¹⁷ As tecnologias aeroespaciais receberam especial atenção pelas autoridades dos EUA no período, por serem encaradas como fundamentais para a estratégia de enfrentamento à URSS. Desde os bombardeiros de longo alcance, que rapidamente escalaram a quantidade de componentes necessários para sua fabricação (CONVERSE III, 2005, p. 30) até a fabricação de mísseis, veículos lançadores e foguetes, utilizados para a dissuasão e a corrida espacial. As práticas e rotinas originadas na indústria militar influenciavam as indústrias civis dada a primazia tecnológica dos produtos militares sobre os civis que existia à época.

lado, que os gastos em defesa são, muitas vezes, ineficientes, e carregam um elevado custo de oportunidade, de modo que esses recursos poderiam ser melhor realocados em investimentos para a solução de problemas sociais ou em produtividade, por exemplo; por outro lado, as firmas desse setor trabalham em projetos tecnicamente mais ambiciosos do que suas contrapartes civis, de modo que diversas invenções e inovações radicais na história são frutos diretos ou indiretos de PPI de defesa (RUTTAN, 2006, p. 3-5; EDQUIST, 2009, p. 8; DRACA, 2013, p. 2-3).

Gholz (2011), ao avaliar a evolução de projetos civis e militares da indústria aeronáutica americana, percebe que o impacto dos contratos militares como uma forma de incentivo à inovação e competitividade da indústria é superestimado. O autor rejeita a chamada “teoria do subsídio militar”, a qual afirma que a compra pública de um projeto de defesa pode se converter em um subsídio aos projetos civis. Para além da mera ausência de efeitos positivos, a participação intensa de uma companhia em atividades militares pode diminuir sua efetividade em projetos civis, além de criar no mercado uma visão de que a empresa prioriza seus contratos de defesa ante os contratos civis. Em outras palavras, os projetos civis e militares tendem mais a serem substitutos entre si do que complementares.

Outros autores argumentam que os transbordamentos de tecnologias das indústrias militares para as indústrias civis cessaram ou se reduziram consideravelmente. Por isso, as políticas de investimento em P&D militar, com vistas a geração de *spin-off* não são mais aderentes à realidade atual. Leske (2018) afirma que no período posterior à Segunda Guerra Mundial e o início da Guerra Fria, com os transbordamentos causados pelos enormes gastos em pesquisas de defesa, o *spin-off* era esperado de maneira quase natural, um resultado lógico derivado do P&D militar, mas que isso não mais ocorre.

Dagnino (2008) propõe uma evolução da abordagem empreendida sobre tais transbordamentos, compreendendo desde o período citado até os primeiros anos do século XXI. Para o autor, o *spin-off* deixou de ser um fenômeno observado, meramente resultante das inovações geradas pelos esforços militares das potências globais ao fim da guerra que rapidamente ganharam espaço no mercado civil – bem como da exploração de economias de escala pelas empresas produtoras de produtos de defesa. A disseminação de tecnologias por *spin-off* foi substituída por um modelo de tecnologias de uso dual, isto é, com aplicações civis e militares ao mesmo tempo e, até mesmo, pelo fenômeno de *spin-in*, isto é, de transbordamentos no sentido inverso (tecnologias desenvolvidas para contextos civis encontrando aplicações em produtos de defesa).

Esse progresso na observância do *spin-off* se deu em quatro etapas. Primeiro é o já descrito momento em que os transbordamentos foram tidos, tão somente, por um fato

perceptível e manifesto – e temporalmente localizado – nos países industrializados. Segundo, chega-se à ideia de *spin-off*, centrada em um argumento que defendia a exequibilidade de se reproduzir os efeitos dos transbordamentos de maneira duradoura, bem como de seus benefícios sociais, econômicos e científicos. Terceiro, da ideia de *spin-off* alcança-se, então, um paradigma segundo o qual a disseminação das tecnologias e dos conhecimentos originados em contextos militares se daria sem grandes esforços e em escala muito significativa para os setores civis, tal qual trazido à atenção por Leske (2018). Assim, a economia sempre se beneficiaria de uma demanda crescente por produtos de defesa, seja pelo aumento do estoque de capital, pelas pesquisas em tecnologias supostamente mais avançadas do que as civis ou mesmo por incrementos no capital humano. O êxito desse paradigma redundaria, segundo algumas perspectivas, no aumento do número e da complexidade das tecnologias embarcadas nos produtos de defesa, aumentando significativamente os seus custos, sem que esses se tornassem, no entanto, mais eficientes em suas missões, em um processo que se denominou “barroquização” do arsenal (KALDOR, 1982 apud DAGNINO, 2008).

É a partir da quarta etapa dessa evolução que já se pode perceber uma inflexão da percepção muito otimista sobre o *spin-off* e uma possível superação do paradigma até então vigente. Esta etapa inicia-se por volta do início dos anos 1990, com a dissolução da URSS e o fim da Guerra Fria. Conforme já explicitado, nesse período verificou-se uma alteração na organização da indústria de defesa e sua relação com os governos nacionais, fruto das novas relações internacionais que surgiam. Os reduzidos gastos militares e o crescimento do P&D das indústrias civis – principalmente em setores como microeletrônica, aeroespacial e telecomunicações, em que o *spin-off* era mais paradigmático – podem ter feito o fenômeno do *spin-off* perder espaço nos países avançados, dando lugar ao *spin-in* e às tecnologias de uso dual.

O amadurecimento da ideia de que o *spin-in* e as tecnologias de uso dual representam uma nova etapa no funcionamento da indústria de defesa deu origem a uma nova estratégia de apologia ao apoio a essa indústria e aos gastos militares, de forma geral. Na prática, trata-se de uma inversão do argumento pró *spin-in* prevalente no século XX: se antes os gastos em P&D militar deveriam ser incentivados porque ocasionavam efeitos positivos sobre as demais atividades econômicas, agora devem ser impulsionados por representarem mais uma utilidade para as tecnologias já desenvolvidas ou em desenvolvimento pelos departamentos de P&D, abrindo – ou mantendo – um mercado consumidor para essas tecnologias.

Apesar do exposto, a indústria de defesa ainda é relevante em diferentes partes do globo, por se tratar de uma indústria com alto potencial inovador, sendo alvo de políticas industriais e

tecnológicas. Duas regiões que mantêm relevantes políticas de PPI de defesa, com rebatimentos sobre a indústria aeronáutica, são os EUA e a União Europeia¹⁸. Nos EUA as compras públicas federais são regidas pelo FAR, documento editado conjuntamente pelo Department of Defense (DOD), a General Services Administration (GSA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Apesar de não tratar explicitamente de políticas de inovação via aquisições, o FAR prevê uma série de mecanismos que incentivam atividades inovadoras nas firmas americanas, tais como: compra de P&D; recebimento de propostas não solicitadas pelos órgãos governamentais, de modo que possam avaliar tecnologias não conhecidas; e, negociação a partir de critérios de qualidade e capacidades das firmas, não somente o preço de suas propostas (GSA; DOD; NASA, 2019). Acerca da política americana de compras de defesa, Draca (2013) destaca a estrutura das aquisições realizadas pelo DOD, uma vez que há uma grande demanda de produtos como aeronaves, mísseis, navios e eletrônicos, configurando-se como importante fonte de demanda de bens com alta tecnologia embarcada. É indispensável ter em mente, contudo, que a realidade do setor de defesa americano é significativamente diferente daquela encontrada em outros países, principalmente países em desenvolvimento, como o Brasil. Os EUA são hoje o único país capaz de desenhar e produzir equipamentos militares no estado da arte de maneira autossuficiente – com possíveis exceções na China e na Rússia¹⁹.

Na União Europeia, por sua vez, existe um esforço recente por uma maior integração entre as indústrias nacionais dos Estados-membros. Ao longo da história, as firmas de defesa na Europa contaram com uma atitude protecionista de seus respectivos governos, o que não mudou com a entrada dos países na União Europeia, de modo que não é possível ainda apontar a existência de um mercado europeu de defesa. Esse protecionismo baseia-se, frequentemente, na interpretação que as entidades governamentais fazem do Artigo 346 do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (TFEU) (SIGMA, 2016), o qual declara que os Estados-membros podem tomar quaisquer ações que julguem necessárias à proteção de seus interesses de segurança nacional, em relação à comercialização e produção de munições e materiais de uso militar específico (UNIÃO EUROPEIA, 2012). Ainda assim, existem casos de parcerias

¹⁸ O Reino Unido fez parte da União Europeia até janeiro de 2020. Portanto, parte do que é discutido neste texto aplica-se a esse país.

¹⁹ Sköns (2002, p. 8) enxerga China, Rússia, França, Itália, Alemanha e Reino Unido como países dotados de capacidades tecnológicas de alta intensidade, mas que não conseguiam alcançar os EUA por não as terem em todas as fronteiras tecnológicas do setor. Recentes avanços nos campos aeroespacial e naval, contudo, parecem ter colocado China e Rússia a frente dos países europeus, em termos de autossuficiência.

entre os Estados europeus para o desenvolvimento e aquisição de produtos de defesa, como é o caso da aeronave de caça Eurofighter Typhoon, resultado da colaboração entre Alemanha, Espanha, Itália e Reino Unido, e adquirido também pela Áustria²⁰ (EUROFIGHTER TYPHOON, [2021?]).

2.2 ATORES E ATIVIDADES DA INDÚSTRIA AEROESPACIAL E DE DEFESA

2.2.1 A organização da indústria

Na indústria aeronáutica civil, o desempenho de um único projeto pode determinar, até mesmo, o sucesso ou o fracasso da empresa que o desenvolve. Isso porque a trajetória de inovação no segmento civil é fortemente influenciada pelos chamados “projetos dominantes”. Os projetos dominantes são aqueles cujas vantagens (técnicas, econômicas, de performance etc.) sobre os demais modelos vigentes são tão pronunciadas que esse passa a dominar o mercado, forçando os concorrentes a adotarem tal modelo. A influência do projeto dominante sobre a indústria conduz o mercado de tal modo que, até que outro projeto dominante suplante o prevalente, o caminho das inovações tecnológicas passa por aprimorar marginalmente o paradigma corrente (FERREIRA, 2009).

Não faltam exemplos de modelos e conceitos que se tornaram dominantes na indústria aeronáutica, mas que foram escanteados quando do aparecimento de novos modelos e conceitos, mais eficientes. Cita-se o caso do Wright Flyer (Flyer I), o primeiro avião (aeronave motorizada, tripulada e mais pesada que o ar) a conseguir sustentar voo por meios próprios, desenvolvida por Willbur e Orville Wright em 1903 e que consagrou o controle em três eixos²¹. Outro caso é o do icônico Douglas DC-3, originalmente projeto para atender o mercado civil na década de 1930, obtendo muito sucesso, mas que também teve uma notável carreira militar sob a designação C-47 Skytrain. Por fim, destaca-se o surgimento do Boeing 707 ao final da

²⁰ Para uma investigação dos benefícios econômicos e das lacunas do projeto Eurofighter, ver Hartley (2006).

²¹ As aeronaves se movimentam em três eixos: o lateral, da ponta de uma asa à outra, que é o movimento de levantar ou baixar o nariz da aeronave; o longitudinal, do nariz à cauda, em que a aeronave se movimenta ao inclinar suas asas para a direita ou para a esquerda; e, o vertical, que passa pelo centro de massa da aeronave, e cuja movimentação é semelhante à de um automóvel ou uma embarcação.

década de 1950. Aeronave quadrimotor a jato, o Boeing 707 foi o responsável por popularizar os aviões impulsionados por esse tipo de motor, deixando para trás o pioneiro, mas relativamente inseguro, de Havilland Comet.

Até a data da elaboração desta dissertação é amplamente considerado que o novo projeto dominante, isto é, aquele que irá estabelecer os novos paradigmas da indústria aeronáutica civil, é o Boeing 787. A aeronave emprega extensivamente materiais compósitos em sua fuselagem, o que a torna mais leve e mais resistente em comparação às tradicionais estruturas de alumínio, além de tecnologias mais eficientes em controles de voo e condicionamento de ar²² (FERREIRA; SABBATINI, 2014; SLOAN, 2021).

No caso da engenharia de aeronaves militares, a trajetória tecnológica é definida pelos governos ou, em última instância, pelo ramo das Força Armadas responsável pela aquisição do projeto ou da aeronave. São os governos, por meio das compras públicas e regulações, que decidem os requisitos e, por vezes, os fornecedores de cada projeto (FERREIRA; SABBATINI, 2014). A colaboração entre empresas e governos para se desenvolver sistemas capazes de cumprir as missões definidas pelos militares e, ao mesmo tempo, serem tecnologicamente mais avançados do que os produtos concorrentes, cria os incentivos e as condições para a progressão tecnológica das aeronaves de defesa. Essa dinâmica estabelece que, na prática, sejam as potências militares hegemônicas que delimitem os avanços da tecnologia aeronáutica no ramo de defesa.

Destaca-se a evolução das aeronaves de caça (*fighters*). Tais aeronaves são as que primeiro embarcam as tecnologias mais avançadas – e com menos tempo de uso e testes – visto serem as mais expostas aos combates, priorizando a eficácia em combate à eficiência ou segurança, por exemplo. Ademais, por não possuírem paralelos civis, o desenvolvimento de tais aviões é completamente decidido pela interação empresas-governos, tornando-o independente da trajetória tecnológica na aviação civil. O avanço tecnológico das aeronaves de caça é tradicionalmente dividido em gerações, de acordo com os componentes utilizados em suas fabricações. A primeira geração dá conta dos primeiros aviões a jato, ao passo que a última (quinta geração) é aquela cujos representantes são construídos a partir de um ideal de furtividade, além do intensivo emprego de sistemas aviônicos. O Quadro 3 resume cada uma das gerações de aviões de caça.

²² Em uma nota quase anedótica que simboliza uma nova fase da empresa, a Boeing substituiu o nariz mais angulado, característico das aeronaves da marca desde os 727, por um nariz mais curvo no 787, semelhante aos presentes em aviões da Embraer e da Airbus, por exemplo.

Quadro 3 – Gerações de aeronaves de caça, segundo o período de introdução e características principais.

| Geração | Período de introdução | Características principais | Exemplos de representantes |
|--------------|--|---|---|
| 1ª geração | Meados da década 1940 a meados da década de 1950 | Primeiras aeronaves a jato; voo subsônico; não possuíam radares e operavam apenas armas não guiadas. | ME-262, Gloster Meteor, F-86 Sabre, MiG-15 e MiG-17 |
| 2ª geração | Meados dos anos 1950 a início da década de 1960 | Introdução de radares e mísseis guiados; incrementos na aerodinâmica e motores, permitindo voos supersônicos. | F-104, F-5, MiG-19, MiG-21 |
| 3ª geração | Começo da década de 1960 a 1970 | Melhorias na manobrabilidade, aviônica e sistemas de armas; primeiras aeronaves multimissão e desenvolvimento do combate sem contato visual | MiG-23, F-4 Phantom e Mirage III |
| 4ª geração | 1970 a final dos anos 1980 | Avanços na aviônica e aerodinâmica; Introdução do “fly-by-wire”. | MiG-29, Su-27, F/A-18, F-15, F-16 e Mirage 2000 |
| 4,5ª geração | Fim da década de 1980 até os anos 1990 | Ampliação do alcance; algumas melhorias baseadas na quarta geração. | F/A-18E/F Super Hornet, Eurofighter Typhoon, Saab JAS 39 Gripen e Dassault Rafale |
| 5ª geração | A partir de 2005 | Tecnologias furtivas (stealth); primazia de softwares e conexão em rede. | F-22, F-35, Su-57 e J-20 |

Fonte: Sousa (2018).

Considerando-se que as inovações em aeronaves militares dependem mais das necessidades das Forças Armadas do que de uma demanda distribuída do mercado, ainda assim, dado o possível caráter dual das tecnologias aeronáuticas militares, é preciso também considerar a dinâmica civil do setor que, muitas vezes, dita os rumos do setor militar. Tal é o caso do C-390 Millennium, pensado para aproveitar componentes desenvolvidos para aeronaves civis da Embraer²³.

De modo a se problematizar o potencial de participação das empresas relativamente periféricas na cadeia aeronáutica global, principalmente ligado à terceirização de atividades relacionadas ao desenvolvimento e fabricação de componentes, sistemas, e subsistemas e serviços especializados (tais como, pacotes de engenharia – relacionados a cálculos estruturais de partes da aeronave – e tratamento térmico de peças), convém explicitar a estrutura da indústria aeronáutica mundial. Acima na hierarquia estão as fabricantes originais (original equipment manufacturer – OEM), empresas tais como Airbus, Boeing, Embraer, Lockheed Martin e a russa United Aircraft Corporation. Essas empresas são responsáveis por integrar os

²³ Ver a seção “4.1 A GÊNESE DO PROJETO”.

sistemas produzidos pelos fornecedores das camadas mais baixas, sendo por isso cognominadas integradoras de sistemas. O restante da indústria é composto pelos fornecedores de componentes aeronáuticos. Essas empresas fazem parte de uma estrutura que é frequentemente representada por meio de três ou quatro níveis, também chamados de camadas (do inglês *tier*), que categorizam as empresas de acordo com as suas posições na cadeia produtiva e, em certa medida, pelo grau tecnológico dos serviços e produtos ofertados.

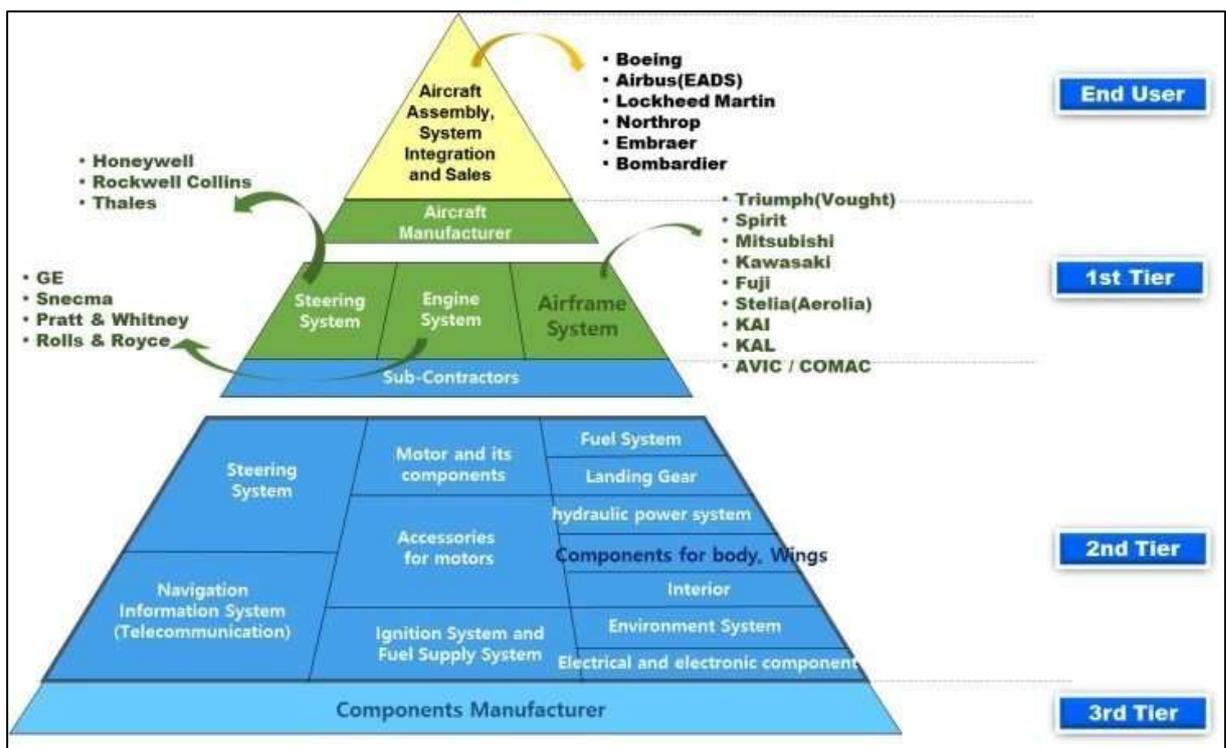
A primeira camada (*tier 1*) de fornecedores da indústria aeronáutica é composta de empresas com grande escala e que fabricam os principais componentes usados nas aeronaves como, por exemplo, motores, aviônica, fuselagem, trens de pouso e asas. Alguns representantes notáveis dessa camada são General Electric, Rolls-Royce e Pratt & Whitney (as “três grandes” fabricantes de motores aeronáuticos), bem como Honeywell, Thales e BAE Systems. Geralmente são firmas com capacidades tecnológicas e receita similares àquelas observadas entre as OEM. Semelhantemente à relação das integradoras com os fornecedores de primeira camada, esses são supridas por uma grande base de fornecedores das camadas inferiores.

A fabricação de motores é uma atividade particularmente crítica da indústria aeronáutica. Os sistemas de propulsão representam, em média, cerca de 25% do custo total de uma aeronave comercial nova (TRESVISTA, [202?]). O mercado de motores se divide em três categorias: o de motores turboeixo, que equipam principalmente helicópteros e unidades auxiliares de energia (*auxiliary power unit* – APU); o de motores turboélice, utilizados em aviões de pequeno a médio porte, com destaque à aviação regional; e, o de motores turbofan, que equipa grande parte das aeronaves comerciais e militares, e cujo mercado é o principal dentre os três tipos de motores (TIWARI, 2005). É comum, nesse segmento, a junção de duas ou mais companhias em uma aliança. Tal é o caso da International Aero Engines, formada por Pratt & Whitney, Japanese Aero Engines Corporation e MTU Aero Engines, e que contava anteriormente com a Rolls-Royce; e da CFM Engines, parceria entre General Electric e Safran.

A partir da segunda camada (*tier 2*) a especificidade dos ativos ofertados diminui, de modo que as empresas que a compõem também servem outros setores para além do aeronáutico – e aeroespacial – como o automotivo, o de eletrônicos ou mesmo de softwares. Entre as empresas da segunda camada, destacam-se aquelas que fabricam equipamentos de comunicação, controle e demais subsistemas usados pelos fornecedores da primeira camada (TIWARI, 2005, p. 34-5). A terceira camada (*tier 3*) é composta por empresas responsáveis pela feitura de componentes fundidos e usinados, softwares usados pelos fornecedores das camadas superiores e provisão de matérias-primas. Contudo, Gomes, Barcellos e Fonseca (2017, p. 14) dividem essa camada em duas, considerando como a terceira camada, de fato,

aquela povoada por fornecedores de pequenas peças e componentes, além dos ofertantes de softwares, e identificam uma quarta camada, essa sim composta pelos fornecedores de matérias-primas e empresas que realizam processos especiais de tratamentos em materiais. A Figura 1 (em inglês) representa as camadas de fornecedores da indústria aeronáutica em forma de pirâmide, bem como apresenta exemplos de companhias participantes das camadas superiores. Vale notar que a divisão por camadas é um tanto quanto arbitrária, e diferentes segmentos e companhias podem estar em diferentes camadas, a depender da classificação empregada.

Figura 1 – Diagrama das camadas dos fornecedores da indústria aeronáutica, de acordo com as atividades desempenhadas e os componentes ofertados



Fonte: CHABANON, M. The Aerospace Supply Chain Revolution - How Market Trends Affect Aircraft OEM And Tier Suppliers. **Naver**, 2016. Disponível em: <https://m.blog.naver.com/sonwbsy/220710006656>. Acesso em: 14 fev. 2023.

Segundo Tiwari (2005, p. 35) excetuando-se as integradoras de sistemas, não é incomum que haja um certo nível de cooperação e comércio mútuo entre empresas concorrentes no setor aeroespacial. Isso possibilita se atingir níveis tecnológicos cada vez mais elevados, bem como alcançar os objetivos da indústria em relação a prazos e custos menores. De acordo com relatório da Deloitte, em 2015 os segmentos de aeroestruturas, propulsão e as demais empresas das primeira e segunda camadas empregavam cerca de 27,7% do total da força de trabalho da indústria aeroespacial e de defesa (CAPTAIN; HUSSAIN, 2016). No mesmo relatório, é

possível ver a divisão do mercado, em termos de receita, para os anos de 2014 e 2015, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Receita de venda, por subsegmento da indústria aeroespacial e defesa

| | 2014 | | 2015 | |
|-----------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------------------|
| | US\$ bilhões | Participação relativa (%) | US\$ bilhões | Participação relativa (%) |
| OEM | 356,4 | 54,89% | 370,8 | 54,99% |
| Primeira camada | 40,1 | 6,18% | 40,6 | 6,02% |
| Segunda camada | 32,9 | 5,07% | 33,7 | 5,00% |
| Terceira camada | 7,4 | 1,14% | 7,2 | 1,07% |
| Eletrônicos | 77,8 | 11,98% | 80,2 | 11,89% |
| Aeroestruturas | 31,8 | 4,90% | 32,7 | 4,85% |
| Propulsão | 62,3 | 9,59% | 67,6 | 10,03% |

Fonte: Captain e Hussain (2016)

Pelos dados é possível atestar a primazia das OEM sobre as demais empresas do mercado, concentrando a maior parte das receitas. Por outro lado, essas companhias tendem a operar com margens significativamente menores do que alguns de seus fornecedores. Ademais, dado o período analisado, eventuais mudanças na composição do faturamento oriundos da Pandemia de Covid-19 e da invasão russa da Ucrânia²⁴, não puderem ser captadas.

2.2.2 Terceirização

A indústria aeronáutica militar enquadra-se como um segmento multitecnológico. Indústrias multitecnológicas caracterizam-se por experimentarem ritmos diferentes de inovação e evolução das áreas do conhecimento que são aplicadas em suas atividades. Para não correrem o risco de ficarem para trás em relação às mudanças tecnológicas, as empresas precisam nutrir e manter conhecimentos nessas diferentes áreas.

Um dos efeitos que essa peculiaridade causa sobre a indústria é que as firmas tendem a dominar mais tecnologias do que aquelas que são utilizadas em seus processos fabris. Ou, de

²⁴ Especificamente a segunda fase da invasão que teve início em fevereiro de 2022, de maior escala do que a primeira de 2014,

outra forma, as empresas precisam ter conhecimentos mais vastos e profundos do que aqueles que são efetivamente empregados em suas rotinas. De forma simples: as empresas sabem mais do que aquilo que usam (BRUSONI; PRENCIPE; PAVITT, 2001).

Isso cria uma dinâmica em que a especialização e a divisão da atividade de gestão do conhecimento é mais lenta do que a especialização e a divisão das atividades produtivas. Quanto mais previsível o grau de interdependência entre componentes e tecnologias, ou quanto mais equânimes são os ritmos de inovação nas áreas do conhecimento empregadas na indústria, mais especializadas tendem a ser as empresas. Por outro lado, se a interdependência dos sistemas é pouco previsível, ou as tecnologias avançam em ritmos muito diferentes umas das outras, maiores são os incentivos das firmas a manter o controle sobre seus conhecimentos.

Brusoni, Prencipe e Pavitt (2001) ilustram essa dinâmica com o caso de três empresas fabricantes de sistemas de controle de motores aeronáuticos (identificadas por A, B e C)²⁵ perpassando o comportamento dessas durante a mudança do paradigma de controles hidromecânicos para controles eletrônicos. Entre as décadas de 1950 e 1970 os sistemas de controle de motores hidromecânicos dominavam a indústria. Esses sistemas eram complexos e dependiam de uma grande quantidade de componentes, mas no auge da maturidade da tecnologia as interdependências entre os componentes tornaram-se mais conhecidas e previsíveis.

Durante esse período duas das empresas analisadas (empresas A e C) partiram de uma posição inicial de maior integração vertical para uma descentralização progressiva, à medida que o mercado de sistemas hidromecânicos amadurecia. Ambas as empresas adotaram uma postura de terceirizar o projeto e a manufatura de componentes a fornecedores. A terceira empresa (B) manteve uma posição de forte integração vertical durante todo o período. Postura que os autores creditam ao maior envolvimento da companhia na indústria de defesa.

No entanto, o desenvolvimento de motores de maior empuxo nos anos 1970 evidenciou as limitações dos sistemas hidromecânicos, abrindo espaço para sistemas de controle eletrônicos, que permitiam maior precisão em cálculos paramétricos, como velocidade das lâminas do motor, temperatura do motor e altitude, por exemplo, e maior desempenho dos motores. Na esteira dessa mudança tecnológica surgiram mudanças de função nos sistemas de controle. Comandos e funções previamente exercidos pela tripulação puderam ser movidos para

²⁵ Brusoni, Prencipe e Pavitt (2001, p. 601) explicitam que essas empresas são as três maiores fabricantes de motores aeronáuticos do mundo. A partir dessa informação é bastante provável que as companhias referidas sejam General Electric, Pratt & Whitney e Rolls-Royce, não necessariamente nessa ordem. As chamadas “três grandes” do segmento.

o escopo de atuação dos sistemas eletrônicos, aumentando o nível de relacionamento desse com os demais sistemas da aeronave.

Esse incremento na quantidade de atividades desempenhadas pelos sistemas de controle levou a um desequilíbrio no ritmo de avanço das tecnologias empregadas em tais sistemas em relação aos sistemas de força dos motores. Ao mesmo tempo, a interdependência entre sistemas manteve-se relativamente previsível, uma vez que suas relações podem ser geridas via softwares e os componentes são de natureza modular, isto é, são intercambiáveis, de modo que alterações em um componente pouco (ou nada) afetam o comportamento dos outros componentes. Tem-se, então, o estabelecimento de uma díade de incentivos opostos: em um sentido, o avanço desigual do conhecimento incentiva a integração vertical; por outro lado, a previsibilidade do relacionamento entre componentes cria incentivos à especialização em algumas atividades.

No caso das empresas observadas pelos autores, a mudança do paradigma tecnológico fez com que a empresa A adotasse uma estratégia de integração, desenvolvendo internamente os componentes eletrônicos a serem usados nos sistemas de controle. Essa estratégia foi sendo progressivamente abandonada, abrindo espaço para uma conduta de terceirizar a produção de componentes, enquanto ainda mantinha algumas competências essenciais em projetos e integração dos componentes. A companhia B permaneceu com sua estratégia de forte integração vertical. Já a empresa C fez um caminho relativamente oposto à empresa A, ao partir de uma situação de grande especialização quando do crescimento dos sistemas eletrônicos, atrasando sua adoção desses sistemas em relação às concorrentes. Contudo, por meio de movimentações para a internalização de atividades iniciadas na década de 1980, a companhia conseguiu se equiparar às demais empresas do segmento ao fim do período (fim da década de 1990).

Como no caso do primeiro paradigma (hidromecânico), duas companhias se moveram para uma mesma posição à medida que a tecnologia se tornou mais conhecida e mais previsível, mas com pontos de partida diferentes entre si. Tal postura é definida pelos autores como “fracamente acoplada”, isto é, mantém-se níveis relativamente semelhantes de integração vertical e especialização. Isso é atingido por meio de um aparente paradoxo: as empresas mantêm internamente as capacidades de desenvolvimento e de coordenação do trabalho dos fornecedores (projeto, P&D e manufatura), ao mesmo tempo em que terceirizam parte de seu trabalho complexo a fornecedores especializados.

Ferreira e Sabbatini (2014) apontam que as competências essenciais das empresas do setor aeronáutico localizam-se, principalmente, na engenharia de projetos, atividade intensiva

em conhecimento. Visto ser a atividade que mais tem capacidade de gerar vantagens competitivas aos participantes das primeiras camadas. Os autores, ao discorrerem sobre o estado atual da engenharia de projetos na indústria, complementam uma das facetas mostradas Brusoni, Prencipe e Pavitt (2001): a terceirização de atividades intensivas em conhecimento.

Segundo o exposto por Ferreira e Sabbatini (2014), mesmo se tratando da principal fonte de vantagens competitivas, as grandes empresas fabricantes de aeronaves (OEM) têm destinado parte das atividades de engenharia para outras empresas. Os autores argumentam que esse movimento recente da indústria se dá por dois motivos: i) a elevação contínua dos custos de desenvolvimento dos projetos; e, ii) a intermitência da demanda, isto é, a inconstância dos períodos de desenvolvimento de novas aeronaves.

A intermitência da demanda cria um ciclo de dois momentos. No primeiro deles, quando do início do processo de desenvolvimento, há a necessidade da execução intensa de atividades de engenharia. As empresas precisam contar com uma quantidade relativamente grande de profissionais qualificados, exigindo a contratação ou manutenção desses profissionais, de maneira a provocar um aumento dos custos com pessoal. No segundo momento, quando se reduz a demanda por serviços de engenharia, os profissionais alocados já não são tão mais necessários, e os custos passam a ser um grande problema para as empresas. Contudo, a demissão ou realocação desses profissionais não é simples ou mesmo pode não ser desejada, visto que isso abriria espaço para a perda de talentos cuja reposição é difícil.

A terceirização de serviços de engenharia é encarada como uma solução para tais problemas, uma vez que reduz a necessidade de contratação de engenheiros e outros profissionais pelas empresas líderes. Como será discutido à frente, a tendência de subcontratação de serviços de engenharia por parte das grandes fabricantes de aeronaves traz oportunidades auspiciosas às empresas situadas mais abaixo na estrutura da indústria aeronáutica. A terceirização da engenharia de projetos tem sua face mais visível na concretização de parcerias de risco. As parcerias de risco são tipos de governança nos quais a OEM e seus fornecedores dos componentes mais críticos dividem os riscos do desenvolvimento do projeto e as receitas provenientes de suas vendas, reduzindo a incerteza e os custos assumidos pelas integradoras de sistemas. Para participar de uma parceria de risco, no entanto, o fornecedor em questão precisa ser maduro financeiramente e em termos administrativos. São as empresas da primeira camada as que usualmente dispõem de recursos e capacidades suficientes para serem parceiros de risco das OEM.

A proliferação das parcerias de risco, aliada à complexificação dos projetos de aeronaves, aumenta a exigência sobre os fornecedores, de modo que nem todos conseguem

atender às necessidades das OEM e dos fornecedores da primeira camada. Com a terceirização, tem-se uma indústria aeronáutica cuja cadeia produtiva é continuamente mais globalizada, o que ameaça a posição de empresas menores – principalmente de países com uma indústria aeronáutica menos desenvolvida, caso do Brasil – que não consigam atingir os requisitos exigidos pelas empresas nas camadas superiores. Contudo, nos projetos militares, por questões estratégicas, a internacionalização dos serviços de engenharia é grandemente impedida pelos estados nacionais (FERREIRA; SABBATINI, 2014; GOMES; BARCELLOS; FONSECA, 2017).

A forma mais tradicional de trabalho sob uma terceirização de projetos de engenharia aeronáutica é pelo modelo de homens-hora de trabalho (*job shoppers*). Nesse modelo de contratação a contratante exerce gestão diretamente sobre os profissionais do fornecedor. Por vezes, esses profissionais são fisicamente deslocados para a contratante, compondo, na prática, o quadro de trabalhadores desta. Esse tipo de contratação confere grande poder às demandantes, garantindo parte significativa das vantagens competitivas dessas empresas ao manter suas competências essenciais “dentro de casa”.

Há, também, a participação de fornecedores em atividades mais complexas, nas quais se privilegia modelos de contratação baseados em entregas de pacotes e sistemas, em oposição ao modelo mais simples de homens-hora de trabalho. Um desses tipos de contratação são os chamados pacotes fechados (*work package*), no qual as partes envolvidas acordam preços, prazos e os requisitos antes do início dos trabalhos. Outra modalidade de contratação é aquela na qual a contratada gerencia todas as partes do processo, da concepção à certificação, entregando o componente especificado à contratante. Essa modalidade é conhecida por *end-to-end design*. As empresas que atuam por esses modelos são, em geral, mais capacitadas tecnologicamente do que seus pares que não o fazem (FERREIRA; SABBATINI, 2014, p. 49-50).

Como se percebe, a tendência de transferência dos serviços de engenharia para os fornecedores cria, ao mesmo tempo, uma oportunidade e um desafio a esses fornecedores. Por um lado, abre-se uma nova categoria de demanda, possibilitando às empresas das camadas mais baixas a inserção em posições mais nobres da cadeia aeronáutica. Por outro lado, caso não consiga se inserir em novas posições, a empresa pode perder espaço no mercado.

2.2.3 Fusões e aquisições

As compras públicas de defesa podem ser definidas de duas formas distintas: i) amplamente, considerando todas as aquisições realizadas pelos órgãos de defesa de um país, de bens e serviços simples como alimentação e materiais de escritório, até satélites e belonaves, por exemplo; e, ii) estritamente, em que são consideradas apenas as compras de bens e serviços de uso específico militar, ou aqueles que, apesar de serem de uso civil, foram pensados primariamente – ou adaptados – para uso de forças de defesa.

A distinção entre produtos de uso civil e militar, entretanto, tem se tornado crescentemente imprecisa, a ponto de que o uso, e não a natureza, do produto é o que define essa diferença (SIGMA, 2016). O próprio C-390 é um exemplo disso; adquirido para satisfazer as demandas militares da FAB, a aeronave pode ser convertida para uso civil, como avião de transporte de cargas, com relativa facilidade. Não obstante, essa discriminação é útil ao objetivo de se focar nas compras públicas, e na PPI, de bens concernentes tão somente à defesa nacional.

Dessa dinâmica é que surge a heterogeneidade da indústria defesa global, na qual empresas que trabalham com diferentes tecnologias e mesmo diferentes produtos, estão incluídas no mesmo mercado. Tendo em vista a amplitude de atividades que são incluídas nessa indústria é verdadeiramente difícil fazer um estudo setorial que abarque sua totalidade – ou a maior parte das atividades – sem se incorrer em generalizações e equívocos. Além disso, mesmo estudos que se concentram em mercados mais específicos, também padecem dos mesmos problemas, visto que é difícil traçar os limites do que são produtos civis e produtos de defesa. Ou ainda, determinar se uma empresa que fornece mísseis que serão lançados de aeronaves, mas que não fabrica componentes ou integra sistemas aeronáuticos, por exemplo, pode ser incluída no mercado de aeronaves.

As próprias bases de dados utilizadas para montar essa investigação refletem a problemática apontada. Algumas bases mesclam as indústrias aeroespacial e de defesa em uma só, apoiando-se em argumentos que reforçam suas características comuns, amalgamando fornecedores que atuam em segmentos civis e militares e, mais importante, combinando valores de negócios desses dois segmentos. Já a base de dados do SIPRI, particularmente importante por mostrar apenas os negócios com a venda de armamentos – somente o segmento militar, portanto – acaba por reunir empresas que atuam em indústrias muito diversas entre si. Esse vem a ser um tema recorrente nesta seção, que reforça constantemente a necessidade de não se perder de vista essas diferenças. Ainda assim, considera-se que as informações a serem apresentadas

são relevantes e úteis para se formar um panorama da dinâmica da indústria aeronáutica de defesa.

Ressalta-se, ainda, que por conta da própria estrutura da indústria de defesa, nesta seção, privilegia-se uma investigação acerca das empresas envolvidas nas atividades de maior conteúdo tecnológico e que são mais críticas à defesa nacional, tais como, a produção de aeronaves, carros de combate e navios, ou ainda aquelas ligadas à guerra eletrônica e inteligência, por exemplo. São justamente as firmas que atuam com o estado da arte da tecnologia de defesa as que figuram no topo do mercado de produtos de defesa. Com isso, reduz-se em certo grau os problemas de se considerar firmas que não atuam no mercado aeronáutico, visto que tais firmas não estão ocupadas com atividades bem menos intensivas em tecnologia, como a fabricação de fardamento, por exemplo.

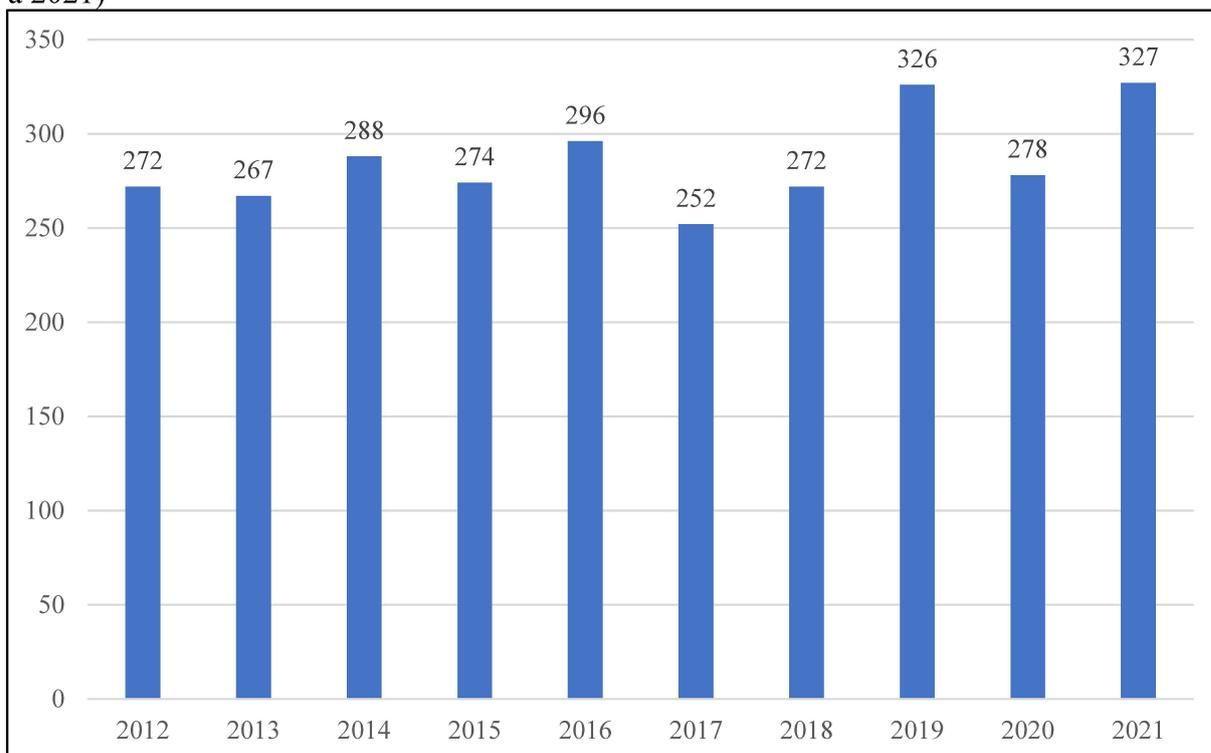
Uma das estratégias mais utilizadas por essas empresas para se manterem nas primeiras posições são as fusões e aquisições (F&A). Um marco da indústria são a frequência e o volume com os quais as F&A acontecem. A título de exemplo, recentemente, em 3 de fevereiro de 2020, a Raytheon e a United Technologies (a quarta e a décima-primeira maiores vendedoras de armamentos do mundo²⁶ em 2020, em receita bruta (SIPRI, 2021)) concretizaram uma fusão, dando origem à Raytheon Technologies. O conglomerado é proprietário de outras grandes empresas como a fabricante de motores de aeronaves Pratt & Whitney e a Collins Aerospace Systems (RAYTHEON TECHNOLOGIES, 2022). Em junho de 2019 a L3 Technologies e a Harris Corporation também fizeram o mesmo movimento, resultando na L3Harris Technologies (L3HARRIS, 2019). De acordo com SIPRI (2021) as firmas americanas estão passando por uma onda de F&A, de modo a aumentar seus portfólios e, conseqüentemente, ganhar competitividade.

Outras F&A importantes e notáveis para a indústria foram a junção das fabricantes de aeronaves Lockheed Corporation e Martin Marietta em 1994, em um esforço para cortar custos em meio às reduções no orçamento de defesa americano ao fim da Guerra Fria, e originando a líder de mercado Lockheed Martin; a aquisição da McDonnell Douglas pela Boeing em 1997; e, no Reino Unido, o surgimento da British Aerospace (BAe) (que se tornaria a BAE Systems por meio de outra fusão, com a Marconi Electronic Systems) a partir da união de várias

²⁶ Pela metodologia do SIPRI são considerados “vendas de armamentos” as vendas de bens e serviços de finalidade exclusivamente militar. Tais bens não incluem produtos de propósito geral, como material de escritório e combustível, por exemplo. Os serviços incluem serviços de manutenção, TI, inteligência e treinamento, segurança armada e logística e serviços gerais para tropas alocadas em conflitos; mas não os serviços civis em tempos de paz, como cuidados médicos e transporte (BÉRAUD-SUDREAU et al., 2022).

empresas britânicas com dificuldades financeiras em uma única empresa estatal, em 1977 (LYNCH, 1994). O Gráfico 1 exibe o número de negociações de F&A concluídas no setor aeroespacial e de defesa durante o período de 2012 a 2021, em todo o mundo.

Gráfico 1 – Número de fusões e aquisições, na indústria aeroespacial e de defesa, por ano (2012 a 2021)



Fonte: KPMG International (2022).

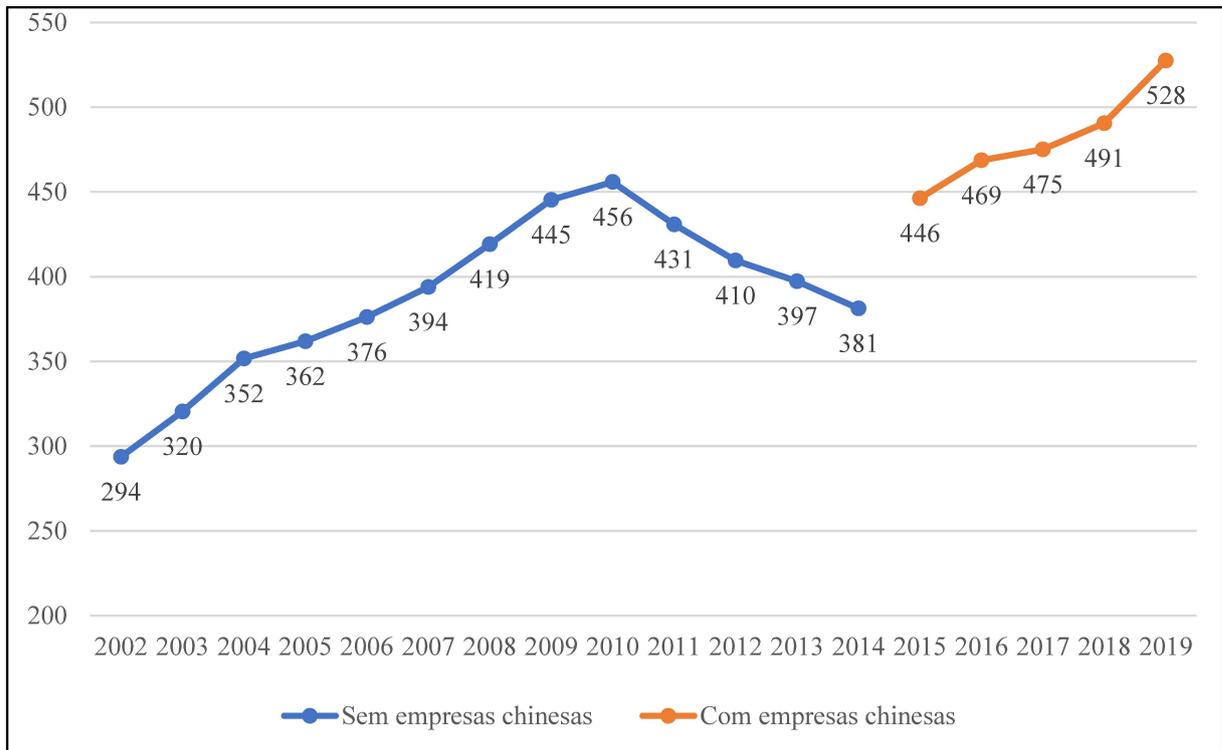
Os números apresentados no Gráfico 1 demonstram que efetivamente houve um aumento na quantidade de F&A nos mercados aeroespacial e de defesa a partir de 2019. No entanto, não é possível afirmar tal tendência se manterá nos anos seguintes. Segundo relatório da KPMG International (2022), entre janeiro e junho de 2022 observou-se uma redução no número e nas cifras associadas às F&A, comparativamente ao segundo semestre de 2021, em função de incertezas políticas e macroeconômicas. O volume de transações caiu de 189 entre julho e dezembro de 2021 para 128 entre janeiro e junho de 2022. Já os valores das transações nos EUA saíram de US\$ 33,6 bilhões para US\$ 8 bilhões entre os mesmos períodos. Comparando o primeiro semestre de 2022 com todo o ano de 2021, as transações envolvendo firmas americanas com firmas de outros países saltaram de US\$ 24,5 bilhões para US\$ 2,5 bilhões.

Apesar de não ser medida, a concorrência potencial da indústria não é desprezível. Quando um governo nacional inicia um processo de fortalecimento da indústria local, com

vistas a reduzir a dependência de produtos de defesa estrangeiro, isso tem um duplo efeito sobre as empresas estrangeiras: i) a diminuição do volume de compras por parte desse país reduz o mercado disponível para as referidas empresas; e, ii) o governo desse país, ao criar ou fomentar as empresas nacionais, gera novos concorrentes às empresas estabelecidas. Mais recentemente, pode-se citar o caso das empresas criadas pelo governo da República Popular da China que exibiram notável crescimento, incluindo em termos tecnológicos, fruto de um esforço estatal de modernização (BÉRAUD-SUDREAU et al., 2022).

O Gráfico 2 mostra a evolução da receita das cem empresas obtidas por meio da venda de armamentos durante o período de 2002 a 2019. A série constitui-se de três momentos bem definidos e contrastantes entre si. No primeiro deles, que vai de 2002 a 2010, há significativo crescimento na receita de vendas da indústria, coincidindo com as fases mais agudas das guerras iniciadas pelo governo dos EUA naquilo que ficou conhecido como “Guerra ao Terror”, notadamente as guerras do Afeganistão e do Iraque. No segundo momento, que compreende os anos de 2011 a 2014, essa tendência se reverte, chegando em 2014 a valores menores do que aqueles conseguidos no ano de 2007. Já no terceiro e último período da análise, de 2015 a 2019, a série volta a apresentar crescimento rápido; no entanto, a comparação desse período com os demais é mais difícil, uma vez que é quando se passa a considerar as empresas chinesas na análise.

Gráfico 2 – Receita de vendas de armamentos, somatório das cem maiores empresas da indústria de defesa global, em US\$ bilhões de 2020¹ (2002 a 2019)

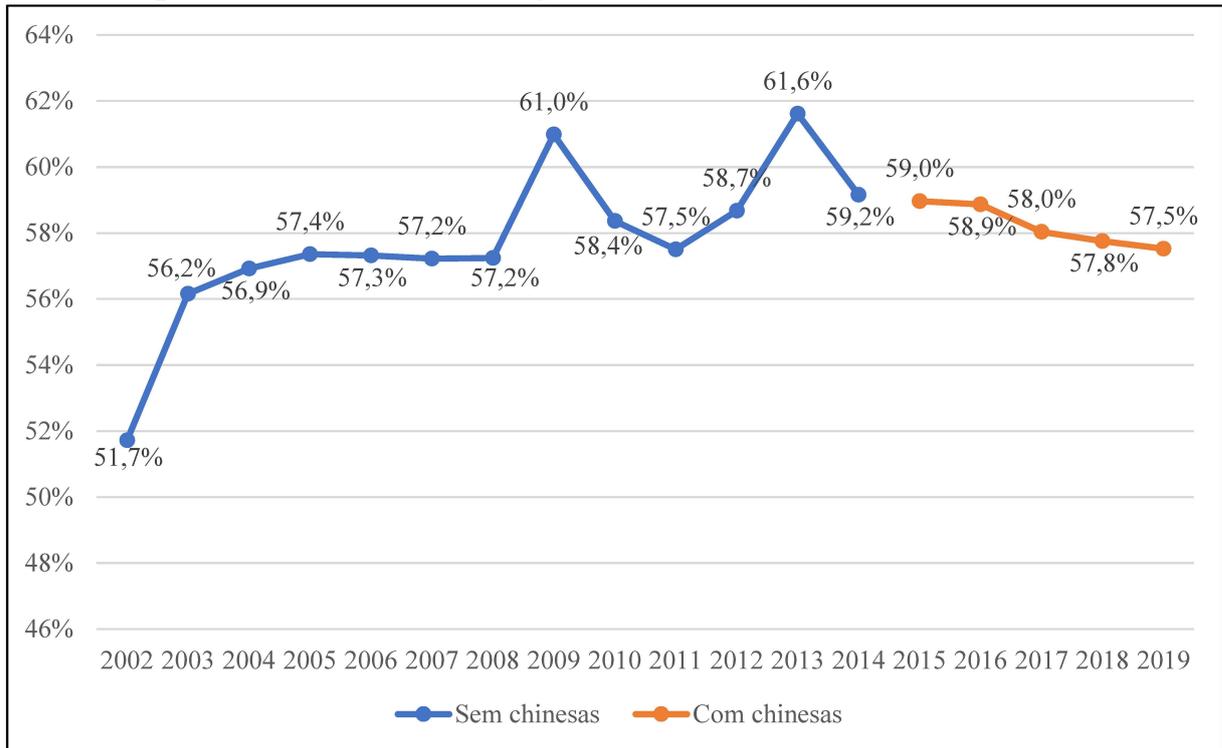


Fonte: SIPRI (2021).

¹ Excluindo companhias subsidiárias. Os valores corrigidos pela inflação são disponibilizados na própria base de dados, mas não é discriminado o índice de preços utilizado.

Já o Gráfico 3, por sua vez, mostra o percentual médio que a receita com vendas de armamentos representa na receita total das empresas. Durante todo o período esse valor se localiza entre 56,2% e 61,6, à exceção do ano de 2002. Tal comportamento perene pode advir, entre outros motivos, da reduzida variação nas empresas – ou, ao menos, no perfil das empresas – que compõem o mercado.

Gráfico 3 – Percentual das vendas de armamentos, na receita total de vendas, média das cem maiores empresas da indústria de defesa global¹ (2002 a 2019)



Fonte: SIPRI (2021).

¹ Excluindo companhias subsidiárias.

No ano de 2019, dentre as dez maiores empresas da indústria, aquela cuja venda de armamentos contribuiu para o maior percentual de suas receitas foi a BAE Systems, estabelecendo-se em um percentual de 95%; já aquela com a menor participação dos produtos de defesa nas vendas foi chinesa NORINCO, com 23%. Aquelas com menor participação das vendas de armamentos, no total da receita de vendas, dentre as 100 maiores empresas da indústria, foram Fujitsu, ThyssenKrupp e General Electric, com 3%, 4% e 5%, de suas receitas advindo da venda de armas, respectivamente. Além de apontar para a diversificação das atividades e organização em conglomerado bastante comum entre essas empresas, esse fato também ilustra um traço do mercado de defesa: a ênfase nas chamadas tecnologias de uso dual, isto é, com aplicações civis e militares. As tecnologias de uso dual serão abordadas mais profundamente no decorrer deste capítulo.

2.3 MEDIDAS DE INTENSIDADE EM P&D NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL E DE DEFESA

Quanto ao investimento em P&D das empresas da indústria aeroespacial e de defesa e a dispersão espacial desse investimento, as grandes empresas americanas são as que estão mais bem posicionadas. Conforme vê-se na Tabela 2, durante todo o período de 2010 a 2019, os EUA mantêm a liderança como país que mais abriga empresas entre aquelas que mais investiram em P&D na indústria aeroespacial e de defesa. No entanto, chama-se a atenção para o acentuado crescimento das empresas chinesas nesse ranking.

A queda no número de representantes americanos no ranking de quarenta empresas deve-se, em certo ponto, pelas já aludidas F&A. É o caso, por exemplo, da Alliant Techsystems e da Orbital Systems, que se fundiram na Orbital ATK em fevereiro de 2015. Posteriormente, a própria Orbital ATK viria a ser adquirida pela Northrop Grumman, em 2018. Ou ainda da UTC Technologies que foi responsável pela aquisição de empresas como Rockwell Collins e Goodrich, ambas ainda ativas nos primeiros anos da amostra.

A empresa brasileira constante em todos os anos analisados é a Embraer, que varia da 33ª posição em 2010, a mais baixa da empresa no período, até a 11ª posição no ranking, a mais alta, em 2016 e 2015. Em 2019 a Embraer ocupou a 22ª posição na classificação.

Tabela 2 – Quantidade de empresas da indústria aeroespacial e de defesa entre as 40 que mais investiram em P&D, por país (2010 a 2019)

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EUA | 18 | 17 | 15 | 15 | 15 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 |
| China | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| França | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Reino Unido | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Rússia | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Israel | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Brasil | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Resto da Europa | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 5 | 6 |
| Resto do Mundo | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |

Fonte: Elaboração própria a partir de EU Industrial R&D Investment Scoreboard (vários anos).

A Tabela 3 apresenta os valores da intensidade em P&D (investimento em P&D/vendas líquidas) para as quarenta empresas da indústria aeroespacial e de defesa com maior gasto em P&D, comparativamente às empresas que mais investem em P&D, de todos os setores da economia. A intensidade de P&D é uma medida de esforço inovativo das empresas que permite comparações que não são possíveis ao se utilizar apenas as quantias despendidas.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas selecionadas para a intensidade de P&D nas 40 empresas da indústria aeroespacial e de defesa que mais investiram em P&D e demais empresas da amostra (2010 a 2019)

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| Quarenta empresas da indústria aeroespacial e de defesa que mais investiram em P&D no ano | | | | | | | | | | |
| Média (%) | 4,85 | 5,19 | 5,31 | 5,74 | 7,49 | 5,41 | 5,06 | 4,78 | 4,94 | 4,87 ¹ |
| Mediana (%) | 4,67 | 5,02 | 5,21 | 5,44 | 5,38 | 5,19 | 4,63 | 4,50 | 4,56 | 4,64 |
| Totalidade das empresas da amostra (todas as indústrias) ² | | | | | | | | | | |
| Mediana (%) | 4,64 | 4,56 | 4,66 | 4,65 | 4,74 | 4,80 | 4,93 | 5,12 | 5,28 | 5,43 |

Fonte: Elaboração própria a partir de EU Industrial R&D Investment Scoreboard (vários anos).

¹ A empresa Virgin Galactic Holdings foi excluída da amostra, uma vez que se constituía um *outlier*.

² Amostra de 1400 empresas em 2010, 1500 em 2011, 2000 em 2012 e 2500 nos demais anos.

No ano de 2019, para fins da contabilização da média, optou-se por excluir a empresa americana Virgin Galactic Holdings por esta apresentar valor em intensidade de P&D muito

destoante das demais (3416,4%) – um *outlier* – assim a amostra selecionada contou com apenas 39 empresas nesse caso específico. A mediana, por sua vez, considerou as quarenta empresas da amostra. Por motivo semelhante, a única estatística descritiva usada para caracterizar a totalidade da amostra – isto é, as empresas de todas as indústrias contempladas – foi a mediana, visto haver um número não desprezível de empresas com valores de intensidade de P&D que distorcem a média.

Os únicos anos em que as estatísticas da indústria aeroespacial e de defesa foram menores do que a mediana de todas as empresas da amostra foram 2019, 2018 e 2017, sendo que em 2016 a mediana desse primeiro grupo foi menor do que a mediana da totalidade das empresas, enquanto a média apresentou valor maior. As séries mostram tendência de redução da intensidade de P&D na indústria aeroespacial e de defesa que não é acompanhada pelas demais indústrias da economia.

A Tabela 4 apresenta a posição das dez empresas que apresentaram os maiores gastos em P&D em 2019, mais a Embraer, e a respectiva posição de cada uma delas em anos anteriores. É perceptível a pouca variação entre as empresas líderes em P&D na indústria aeroespacial e de defesa, durante o período analisado. A posição da Embraer, já citada em parágrafo anterior, evoluiu substancialmente durante o período, com destaque para o ano de 2012. Como será visto na seção “3.3 COMPRAS PÚBLICAS DE DEFESA NO BRASIL”, esse é o período que coincide com o aumento dos investimentos do Estado brasileiro com o programa de desenvolvimento do C-390 Millennium (Programa KC-X), sendo que em 2017 nota-se uma redução nesses montantes. Em 2011 o dispêndio em P&D da Embraer correspondeu a € 85,9 milhões, já em 2012 o valor foi de € 217,2 milhões, indicando um crescimento real nessa atividade inovadora, e não apenas relativo às outras empresas.

Tabela 4 – Posição no ranking de empresas da indústria aeroespacial e de defesa que mais investiram em P&D e seus respectivos países de origem. Empresas selecionadas (2010 a 2019)

| | País de origem | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|------------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Airbus ¹ | Países Baixos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Raytheon Technologies ² | EUA | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Boeing | EUA | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Leonardo - Finmeccanica | Itália | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| Rolls-Royce | Reino Unido | 6 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| Safran | França | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 8 | 7 | 6 |
| Lockheed Martin | EUA | 8 | 10 | 9 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 | 6 | 7 |
| Thales | França | 5 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 |
| Textron | EUA | 13 | 12 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 10 | 10 | 9 |
| Dassault Aviation | França | 15 | 16 | 11 | 11 | 11 | 12 | 15 | 15 | 13 | 10 |
| Embraer | Brasil | 33 | 30 | 15 | 13 | 12 | 11 | 11 | 12 | 15 | 15 |

Fonte: Elaboração própria a partir de EU Industrial R&D Investment Scoreboard (vários anos).

¹ Nomeada EADS até 2012.

² Representada pela United Technologies em todos os anos à exceção de 2019.

A primazia no quesito P&D, no setor, é do Grupo Airbus, que detém a liderança durante quase todos os anos analisados, à exceção de 2017. Em 2019 vê-se a ascensão da Raytheon Technologies, indicando que a fusão entre Raytheon e United Technologies foi suficiente para impactar os resultados a ponto de ultrapassar os gastos da Boeing²⁷. A Raytheon figurou na lista das dez firmas que mais investiram em P&D apenas em 2010 e 2011, enquanto a United Technologies fez parte de tal grupo em todos os anos, até 2018. A canadense Bombardier figurou nesse ranking ininterruptamente entre 2011 e 2018, mas caiu para a décima-segunda posição em 2019, mantendo-se ainda entre as empresas que mais investem nessa cifra. A empresa vendeu a participação majoritária em sua divisão de jatos C-Series para a Airbus em 2018 e, em 2020, abriu mão do restante de suas ações. O C-Series (atualmente Airbus A220) é uma família de jatos regionais de grande porte, pensados para ocupar a lacuna existente entre as aeronaves *narrow-body* como o Airbus A320 e o Boeing 737 e os jatos regionais menores, como os E-Jets da Embraer.

²⁷ Apesar da fusão ter sido concretizada em 2020, a base de dados apresenta os valores para 2019 já consolidados entre ambas as empresas. Os valores de 2019 dos investimentos em P&D são divulgados no EU Industrial R&D Investment Scoreboard de 2020.

A participação da Safran²⁸ e da Rolls-Royce em posições tão proeminentes evidencia o desempenho e a relevância das fabricantes de motores para o mercado. Motores de aeronaves são, em si, produtos de alta complexidade e tecnologia embarcada, integrando diferentes sistemas, tal atividade – a fabricação de motores – pode ser comparada à fabricação de aeronaves. Tal qual a integração de sistemas para a montagem de aeronaves, a fabricação de motores demanda esforços similares em relação à intensidade de engenharia. Já a Thales provê diversas soluções para a indústria aeroespacial e de defesa, tais como aviônicos, entretenimento a bordo, sistemas de controle de tráfego, sensores e aparelhos de comunicação, assim como serviços de treinamento de pessoal. A empresa francesa é um conglomerado com atuação, além do segmento aeroespacial e de defesa, nos transportes terrestres e em segurança digital.

Não é inútil salientar, contudo, que as observações sobre os dispêndios em P&D não esgotam as análises sobre a inovação na indústria. Devido à natureza dinâmica e multifacetada da inovação, essa pode advir de diferentes fontes, como a aquisição de máquinas e equipamentos, a contratação de pessoal, parcerias com centros de pesquisa e outros agentes, entre outras. Ainda assim, os indicadores ajudam a compreender a distribuição territorial das inovações, bem como comparar o esforço inovativo da indústria com o dos demais mercados da economia.

2.4 OFFSET TECNOLÓGICO

2.4.1 Conceito e uso

Chama-se *offset* “toda e qualquer prática compensatória, acordada entre as partes, como condição para a importação de bens e serviços, com a intenção de gerar benefícios de natureza industrial, tecnológica e comercial” (BRASIL, 2005). Os benefícios buscados pelo país comprador podem envolver, entre outros, a “coprodução, produção licenciada, subcontratação, transferência de tecnologia, compra [de bens e serviços do país importador pelo país

²⁸ Para além da fabricação de motores aeronáuticos, o Grupo Safran se dedica ao desenvolvimento de equipamentos e sistemas de defesa, interiores, trens de pouso, entre outras atividades. No ano de 2020 o segmento de motores foi o principal negócio da empresa, em termos de receita, respondendo por cerca de £7,6 milhões (SAFRAN, 2020).

exportador], e crédito”²⁹ (BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY, 2022, p. 1). Já para a Organização Mundial do Comércio (OMC), em seu Acordo em Compras Governamentais (Agreement on Government Procurement – GPA), *offset* é

qualquer condição ou empreendimento que estimule o desenvolvimento local ou melhore as contas do balanço de pagamentos de uma Parte, como o uso de conteúdo nacional, o licenciamento de tecnologia, investimento, contra-comércio e ação ou exigência similar (WORLD TRADE ORGANIZATION, 2012).

De maneira geral, os contratos de aquisição com a previsão de incidência de *offset* precisam definir o percentual do valor da compensação, em relação ao valor da compra. Esse valor é que determinará, a partir dos instrumentos de compensação escolhidos, qual será a magnitude das transferências que o país ofertante realizará ao país importador. A escolha dos instrumentos vem logo após e, com ela, associa-se um coeficiente (fator multiplicador) a cada um deles que, ao multiplicar o valor da compensação, resulta no crédito de compensação.

Cardoso (2017, p. 18-9) apresenta um exemplo de fácil compreensão para ilustrar essa dinâmica. No caso hipotético da aquisição de 30 aeronaves de caça pelo governo brasileiro, a um preço unitário de US\$ 20 milhões, totalizando uma compra de US\$ 600 milhões, fica definido pelo governo um percentual de compensação de 100% em *offset*. Os instrumentos definidos, neste caso, são a transferência de tecnologia e a produção sob licença. O próximo passo, então, é decidir os coeficientes para cada um desses instrumentos. Opta-se por um coeficiente 3 (três) para a produção sob licença e 5 (cinco) para a transferência de tecnologia.

Uma vez definidos os créditos de compensação devidos, as modalidades de *offset* e os fatores multiplicadores, cabe às partes dar prosseguimento e acompanhar o cumprimento das compensações. Assim, caso a empresa que vendeu as aeronaves ao governo brasileiro já tenha compensado US\$ 40 milhões para transferência de tecnologia e US\$ 50 milhões para a produção sob licença, tem-se um total de créditos de compensação já compensados de US\$ 350 milhões, sendo US\$ 200 milhões em transferência de tecnologia (US\$ 40 milhões multiplicado por 5) e US\$ 150 milhões em produção sob licença (US\$ 50 milhões multiplicado por 3). Como os créditos de compensação precisam totalizar US\$ 600 milhões, restaria, neste exemplo, US\$ 250 milhões a serem compensados ao Brasil pela empresa exportadora.

A prática do *offset* é consagrada na história das compras governamentais, tanto no Brasil quanto no resto do mundo. Pode ser considerada a mais popular e complexa modalidade de

²⁹ “co-production, licensed production, subcontracting, technology transfer, purchasing and credit assistance”.

contra-comércio³⁰ (RIBEIRO; INÁCIO JÚNIOR, 2019b). As compensações de natureza comercial e tecnológica são expedientes utilizados pelos órgãos públicos para extrair o máximo possível de vantagens da compra, apoiando-se no grande poder de compra do Estado. Apesar disso, o *offset* não se limita – no campo das possibilidades, pelo menos – ao setor público, uma vez que empresas privadas também podem exigir contrapartidas de seus fornecedores.

O *offset* é frequentemente dividido em duas categorias distintas: o *offset* indireto e o *offset* direto. No *offset* indireto o produto adquirido não guarda relação com o escopo das compensações. Um exemplo real de *offset* indireto é a compra de aeronaves britânicas Gloster Meteor TF-7 e F-8 pelo governo brasileiro na década de 1950. Para a conclusão dessa compra a Coroa britânica teve que adquirir algodão produzido no Brasil (OLIVEIRA, 2014, p. 5-6). Já para ilustrar o *offset* direto pode-se citar o caso do acordo entre Brasil e Suécia para a aquisição dos aviões Saab JAS 39 Gripen E/F firmado em 2013, no âmbito do Programa F-X2. Na ocasião a FAB, a Embraer e outras empresas brasileiras receberam transferências de tecnologia da Saab e participaram do desenvolvimento da aeronave (SOUSA, 2018). Importante notar, entretanto, que essa dualidade não é absoluta e um mesmo acordo de compensação pode ser, simultaneamente, direto e indireto.

Acordos de *offset* são instrumentos que podem estar subscritos a uma miríade de objetivos e estratégias dos Estados nacionais. Ribeiro e Inácio Júnior (2019b, p. 11) destacam a criação de empregos e capacitação de mão de obra, o controle sobre tecnologias e a formação de *joint ventures*. Brauer e Dunne (2005, p. 6) citam e exemplificam alguns desses objetivos e estratégias, a partir da realidade global observada à época. Essas transferências podem cumprir um propósito puramente de industrialização ou, de outra forma, de sofisticação tecnológica em uma grande variedade de indústrias, como é o caso da República da Coreia (Coreia do Sul). Outra possibilidade de utilização do *offset* é dentro de uma política de consolidação de uma indústria profundamente especializada em certos nichos do mercado de defesa, de modo que, nesses nichos, países menos avançados consigam competir com aqueles mais desenvolvidos; nessa categoria, os autores citam os casos de Cingapura e Taiwan. A finalidade do *offset* pode ser a reestruturação de uma indústria em falência, ou já colapsada, como é o caso polonês, ou simplesmente “manter o dinheiro em casa”, como feito pela África do Sul.

Um propósito ligado a uma percepção estratégica mais geral, isto é, de caráter não somente econômico e de política industrial, mas de uma visão de construção de superioridade

política regional, é utilizar as contrapartidas tecnológicas para desenvolver uma gama de manufaturas de produtos de defesa, de maneira que a indústria evolua em várias frentes. Para isso, é preciso que seja firmado um número grande de contratos de aquisição com *offset*, de modo que se consiga adquirir conhecimento nas áreas em que se deseja desenvolver a indústria de defesa. Os exemplos de países que adotaram essa estratégia, conforme citado pelos autores, são Brasil, Índia e Indonésia.

As regras da Organização Mundial do Comércio (OMC) restringem o uso do *offset* apenas aos casos em que as compras públicas estejam relacionadas à segurança nacional. Enquanto o Artigo IV do GPA dita que nenhuma das partes signatárias “(...) não deve buscar, levar em conta, impor ou executar qualquer *offset*”³¹ (WORLD TRADE ORGANIZATION, 2012, p. 18, tradução nossa), o Artigo III prevê que quaisquer ações que sejam consideradas essenciais aos interesses da defesa nacional, especialmente ligados à aquisição de armas e munições e produtos de defesa, não podem ser impedidas. Naturalmente, esse é o caso das compras para o setor de defesa. Ademais, conforme o Artigo V do GPA, países em desenvolvimento também podem aplicar exigências de compensação em suas compras, de maneira transitória.

Há de se salientar que o *offset* não é uma panaceia, no qual automaticamente irá ocasionar ganhos de capacidades à parte recebedora do acordo. Ainda assim, se bem aplicados, contratos de *offset* podem sim resultar em trocas de conhecimento essenciais à geração de capacidades. Isso porque o *offset* permite a troca de conhecimento tácito, mais difícil de ser adquirido no mercado, se comparado ao conhecimento codificado em livros, manuais, artigos, vídeos e outros meios.

2.4.2 Métricas de *offset* recentes nos EUA

Apesar de abrir oportunidades para o florescimento da inovação em países menos avançados tecnologicamente, ou em processo de *catching-up* tecnológico, os acordos de *offset* podem não ser tão atrativos para aquelas nações que já se encontram no estado da arte da tecnologia em questão, e que costumam estar do lado ofertante, tendo de assentir com os

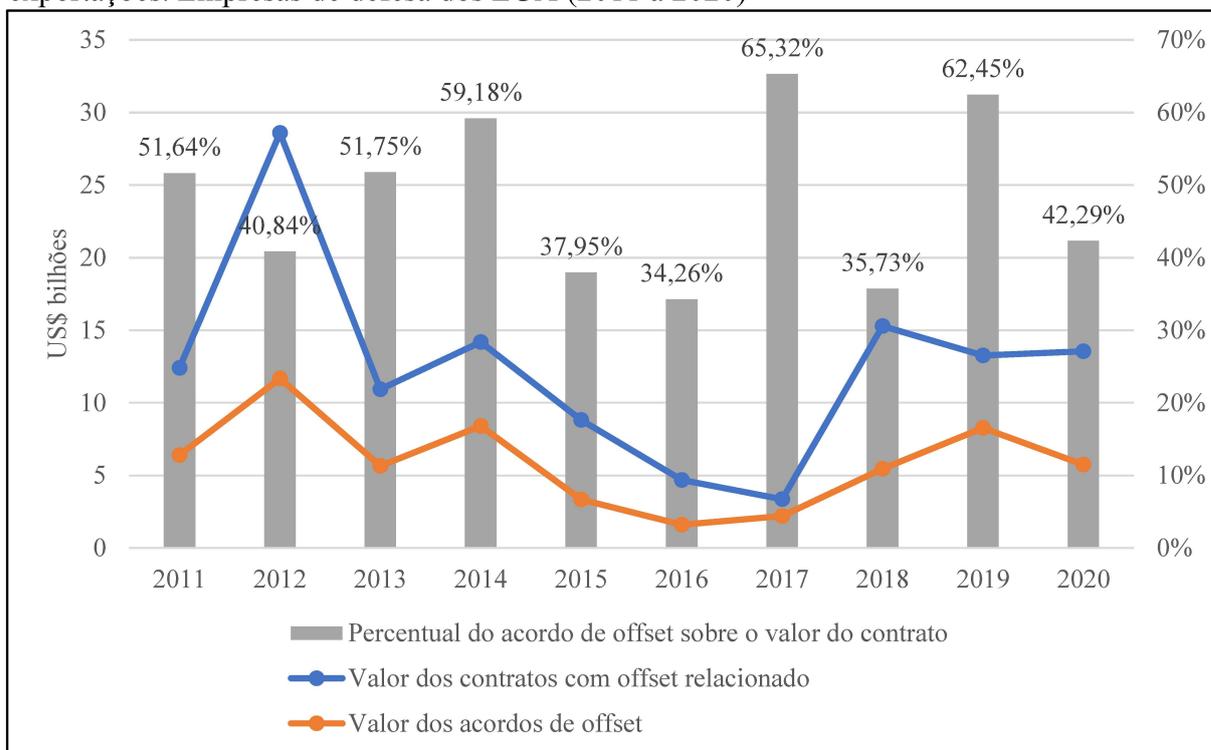
³¹ “With regard to covered procurement, a Party, including its procuring entities, shall not seek, take account of, impose or enforce any *offset*”.

requisitos de transferência de seus conhecimentos e outros expedientes de compensação comercial, industrial ou tecnológica. Um exemplo de país que se encontra nessa posição são os Estados Unidos da América, cuja política governamental em relação aos *offsets* é de considerar que esses são ineficientes do ponto de vista econômico e distorcem os mercados, proibindo órgãos públicos de adotarem essas práticas, bem como de encorajar a sua adoção por empresas. Mesmo com a oposição do governo do país, o *offset* é visto como uma realidade inescapável pelas empresas dos EUA. No ano de 2020 foram celebrados 25 contratos de *offsets* pela indústria de defesa americana, com nove países diferentes, representando um total de US\$ 5,7 bilhões. No mesmo ano 320 transações, com 24 nações, foram efetuadas por firmas dessa indústria, para honrar contratos de *offsets* firmados anteriormente (BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY, 2022).

A dinâmica da indústria americana, em relação à celebração de acordos de *offset*, pode ser utilizada como um indicador da tendência da indústria de defesa global para ilustrar o aumento ou a redução da ocorrência de contratos com tais contrapartidas, principalmente quanto aos países ocidentais. Isso porque, ao se considerar somente as exportações – condição necessária para a configuração de *offset* – não são calculadas as compras realizadas pelas forças armadas dos EUA que, pela magnitude, não podem ser comparadas àquelas feitas pelo restante das nações. Além disso, as exportações realizadas pelas empresas de defesa americanas representam parcela significativa do total das exportações da indústria global. Segundo dados do Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), no período de 2017 a 2021, cerca de 39% das exportações de armamentos e produtos de defesa, no mundo todo, foram realizadas por empresas dos Estados Unidos da América, ao passo que entre 2012 e 2016 essa fatia foi de 32% (WEZEMAN; KUIMOVA; WEZEMAN, 2022).

O Gráfico 4 e o Gráfico 5 retratam a dinâmica, ano a ano, das exportações de produtos de defesa que possuem *offset* relacionado por empresas americanas, conforme reportadas pelo Bureau of Industry and Security (BIS) dos EUA. Essas informações dizem respeito somente aos contratos de venda firmados, e não às transações de *offset* efetivamente realizadas, isto é, mostram o valor do *offset* contratado, mas não aquele que foi compensado pela firma ofertante.

Gráfico 4 – Valor das exportações de produtos de defesa com offset relacionado, valor dos acordos de offset, em US\$ bilhões de 2020¹, e percentual do valor do offset sobre o valor das exportações. Empresas de defesa dos EUA (2011 a 2020)



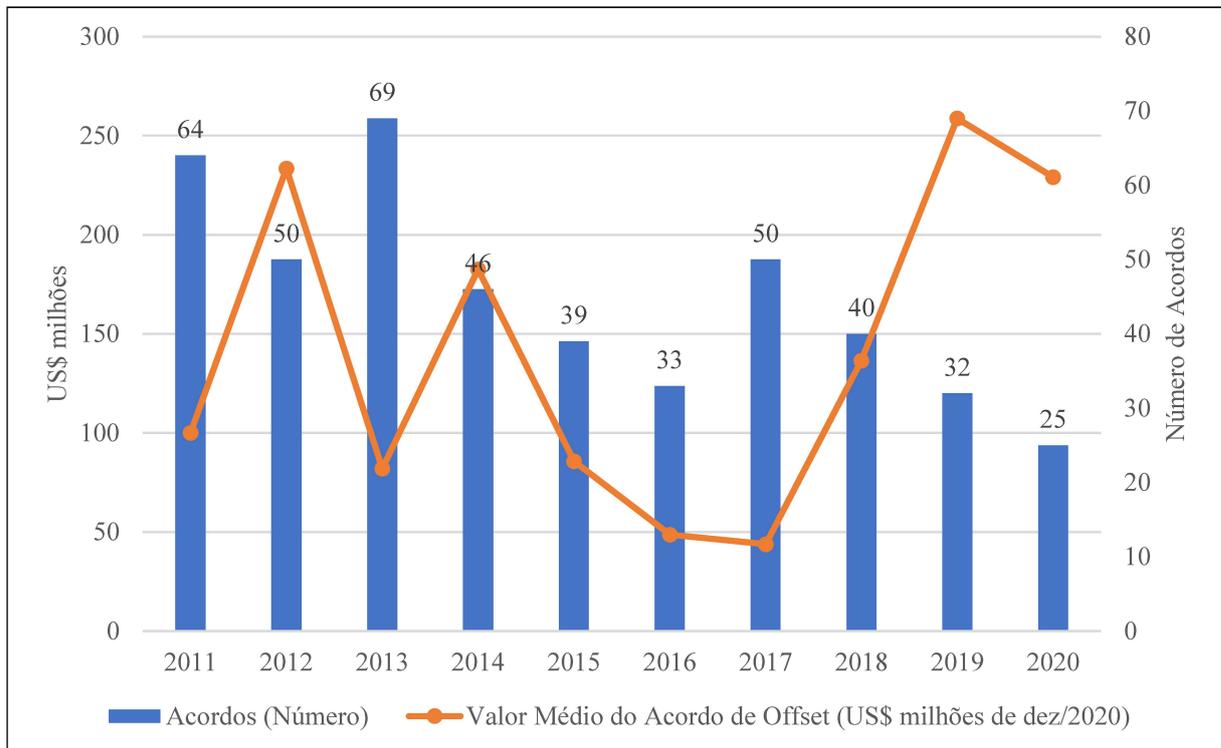
Fonte: (BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY, 2022).

¹A preços de dezembro de 2020, corrigidos pelo Producer Price Index Commodity data.

Como esperado, o montante do valor dos acordos de *offset* apresenta comportamento semelhante ao do valor total dos contratos. O desempenho das exportações mostra um padrão mais ou menos errático, com tendência de queda no período analisado, mas mostrando ligeira recuperação a partir de 2017, colocando-as em patamares próximos aos do começo da série. Apesar da incidência da pandemia de Covid-19 a partir do ano de 2020 e, conseqüentemente, uma esperada redução nos gastos em defesa por parte dos governos nacionais, a trajetória das exportações com acordos de *offset* relacionados não demonstra queda no ano em questão; já o valor dos acordos de *offset* cai de US\$ 8,28 bilhões em 2019 para US\$ 5,73 bilhões em 2020.

Os picos das duas séries são alcançados no ano de 2012, sendo US\$ 28,58 bilhões o valor exportações com *offset* relacionado e US\$ 11,67 bilhões o valor dos acordos de *offset*, aos preços de dezembro de 2020, representando uma variação 2,45 e 1,99 desvios-padrão em relação à média, respectivamente. O vale da série de exportações por sua vez, se dá em 2017, em US\$ 3,36 bilhões, a 1,39 desvio-padrão da média; já o valor mínimo dos *offsets* é US\$ 1,60 bilhão, verificado no ano anterior (2016), divergindo da média em 1,47 desvio-padrão. A partir dessas estatísticas pode-se afirmar que os comportamentos das séries são semelhantes entre si.

Gráfico 5 – Número de acordos com *offset* relacionado e valor médio dos acordos de *offset*¹. Empresas de defesa dos EUA (2011 a 2020)



Fonte: (BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY, 2022).

¹ Valores a preços de dezembro de 2020, corrigidos pelo Producer Price Index Commodity data.

O Gráfico 5 apresenta a quantidade de acordos (contratos) de exportação de produtos de defesa com *offset* relacionado assinados pelas empresas americanas e o valor médio por acordo de *offset*, que é a razão entre o valor total dos acordos de *offset* assinados no ano – série apresentada no Gráfico 4 – e o número de acordos, para os anos de 2011 a 2020. Tal qual observado nos montantes anuais de exportações e de valores de *offset*, o número de contratos firmados pelas firmas americanas mostra tendência de queda nos primeiros seis anos da série, com recuperação a partir de 2017. No entanto, o comportamento difere daquele das séries citadas ao não sustentar essa recuperação, chegando em 2020 ao menor patamar de todo o período analisado³². A esse resultado sim pode ser atribuído o efeito da Covid-19 sobre as decisões de compras dos países (BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY, 2022, p. 3).

O valor médio dos acordos de *offset* mais alto em 2019, para além do mero efeito matemático de a razão possuir um denominador maior, representa também o impacto da

³² O número de 25 acordos de *offset* é, empatado com o valor de 2005, o menor já registrado pelo BIS desde 1993, o início da série histórica. Os números de todos os anos, e outras informações, podem ser vistas no relatório do BIS “*Offsets in Defense Trade*” (BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY, 2022).

recuperação no montante de tais contratos verificada no ano, assim como pôde ser visto no Gráfico 4. Em 2019, tal valor foi de cerca de US\$ 258,73 milhões. Já o menor valor médio se dá em 2017, em que os efeitos ocorridos em 2019 (quantidade de contratos e montante dos acordos de *offset*) agem em sentido oposto. Nesse ano, a cifra foi de US\$ 43,88 milhões.

Por meio da análise dos dois gráficos é possível ver que a dinâmica do *offset* na indústria de defesa americana – e, por extensão, em grande parte da indústria global – não guarda uma perfeita relação o volume de acordos e transações com os seus respectivos valores. Nos dez anos analisados há uma tendência de queda na quantidade de exportações e cumprimentos de acordos de *offset*, ao passo que as cifras relativas a esses acordos se mantêm em patamares próximos aos do início da série. Alguns períodos em específico podem ser destacados, no entanto: i) os anos entre 2016 e 2018 presenciaram uma recuperação nos indicadores, de modo geral, revertendo tendências de quedas nas séries; ii) o ano de 2020, que experimenta uma redução no número de acordos de *offset* assinados e nos valores desses acordos, em parte por conta da pandemia enfrentada.

Tendo sido realizada a investigação sobre o atual estado (quantitativo) dos acordos de *offset* na indústria de defesa global, faz-se necessário entender se, de fato, as contrapartidas tecnológicas têm potencial para transformar a estrutura produtiva de um país ou, no mínimo, gerar efeitos positivos sobre os sistemas de inovação.

2.4.3 A questão da eficiência do offset

Por conta de serem assuntos concernentes à segurança nacional e a decisões orçamentárias, os *offsets* estão sujeitos ao escrutínio de pesquisadores, instituições e formuladores de políticas. Garantir um bom desenho dos acordos de compensação faz-se importante para o sucesso das PPI, isto é, atingir os objetivos pretendidos no campo da inovação, mas sem abrir mão de algum nível de eficiência econômica, ainda que o preço não seja o fator determinante. Assim, alguns pontos de atenção podem ser levantados em relação à eficiência do *offset* enquanto mecanismo de política de inovação.

Dagnino (2008) apresenta a ideia de que os acordos de *offset* não são interessantes aos países importadores quanto pode-se inicialmente supor. Em primeiro lugar, eles não têm sido capazes de gerar os empregos e o crescimento pretendidos. Brauer e Dunne (2005) apontam que a maior parte dos países – inclusive países ricos – que viam no *offset* um caminho para o

desenvolvimento econômico já abandonaram essa visão, adotando perspectivas menos ambiciosas, e que “não há virtualmente nenhuma evidência de que objetivos gerais de desenvolvimento econômico são atingidos via *offsets*”³³ (BRAUER; DUNNE, 2005, p. 10). Em segundo lugar - e mais importante, da perspectiva da inovação – os acordos de *offset* não vêm se mostrando úteis para transferir tecnologias e conhecimentos e, quando isso ocorre, a tecnologia transferida rapidamente torna-se obsoleta, uma vez que as tecnologias embarcadas nos produtos adquiridos já estão maduras, ao passo que as novas tecnologias muitas vezes ainda se encontram em fases iniciais ou mesmo de experimentação. Nesse cenário, os países que já estão em estágios avançados no desenvolvimento de inovações no campo militar se mantêm na liderança.

A obra de Behera (2015) considera ainda dois complicadores para o aproveitamento eficiente dos *offsets* por parte dos países importadores. Em primeiro lugar, esses países raramente se preocupam se os acordos de contrapartida levam ao surgimento de novos negócios no país. Desse modo, empreendimentos que já se estabeleceriam no país, sem a necessidade de um acordo de *offset* e, portanto, poderia abrir espaço no contrato para outras iniciativas mais importantes, são frequentemente aceitos como transações de *offset* válidas. Em segundo lugar, os acordos de *offset* encarecem significativamente, não somente pelo maior prêmio cobrado pelo exportador, mas também pelos custos burocráticos e administrativos do gerenciamento do acordo (BRAUER; DUNNE, 2005; BEHERA, 2015). Os altos níveis de complexidade que os acordos de *offset* atingem por conta, muitas vezes, da grande quantidade e profundidade dos objetivos esperados pelos receptores contribuem para esse aumento nos preços dos contratos de defesa e, conseqüentemente, para eventuais distorções no mercado.

Outro objetivo usual dos acordos de *offset*, a geração de capacidades técnicas e produtivas que, em teoria, poderiam ser mais fáceis de serem adquiridas em razão do intercâmbio entre as partes envolvidas, é prejudicada e difícil de ser alcançada se o país importador não conta com capacidades prévias e infraestrutura adequada. Uma escala insuficiente, aliada a recursos e capacidades inadequadas reduzem as possibilidades de sucesso do *offset* tecnológico (RIBEIRO; INÁCIO JÚNIOR, 2019b, p. 15). Vale notar, também, que a inovação tecnológica depende da trajetória adotada pelo agente inovador e, no caso de países que não possuem trajetórias já bem desenvolvidas, as contribuições feitas pela empresa exportadora podem: i) alterar significativamente a trajetória, levando a confusões e atrasos na

³³ “virtually no evidence exists that general economic development goals are ever achieved via *offsets*”.

captura das capacidades; e, ii) estar muito à frente daquilo que já é dominado pelos agentes receptores, necessitando de um grande trabalho para que todos estejam “na mesma página”, quando isso é possível.

Não se pode desconsiderar, ainda, os obstáculos – ou mesmo a impossibilidade – que podem ser levantados pelos países detentores dos direitos de comercialização e propriedade intelectual de componentes dos produtos de defesa transacionados. Um país terceiro, não envolvido no processo de aquisição como comprador ou como vendedor, mas que possua os direitos de propriedade sobre um item que compõe o produto transacionado pode exercer um poder discricionário de não habilitar a venda. Geralmente isso se dá quando esse país não deseja que o Estado comprador tenha acesso a tecnologias sensíveis ou a equipamentos de melhor desempenho, por motivos geopolíticos mais do que econômicos.

Esses obstáculos podem se materializar, ao menos, em dois momentos distintos: i) a importação do produto de defesa é dificultada ou barrada, fazendo com que os acordos de *offset* sejam incompletos ou proibidos (a empresa ofertante não pode oferecer o bem com o item cuja venda é barrada); e ii) mesmo após a concretização do *offset*, o país não pode exportar os produtos que vieram à existência por conta do *offset*, isso pode acontecer, por exemplo, no caso da produção licenciada de um bem que conte com um componente originário desse país terceiro. Sem poder exportar seus produtos de defesa e, portanto, restringindo-se ao consumo interno, a nação que adquire o *offset* perde grande parte dos benefícios desse.

Para Brauer e Dunne (2005) a previsão de *offset* em contratos de importação têm mais a ver com uma busca por justificar a aquisição perante a sociedade do que com a busca por benefícios econômicos e tecnológicos da transação. Consequentemente, pode-se atribuir aos *offsets* um caráter mais político do que inovador. Uma outra questão problemática envolvendo os *offsets* é a tendência desses em se limitarem às tecnologias de uso militar. Isso não significa dizer que os produtos que são objetos de tais tipos de acordo são apenas os produtos de defesa, visto que são justamente esses os que estão fora do escopo das determinações de incentivo à concorrência da OMC. Mas sim que as tecnologias transferidas, muitas das vezes, não conseguem transbordar para a indústria civil do país demandante. Como é natural que o país que recebe o *offset* esteja em desvantagem tecnológica no setor de defesa, relativamente ao país ofertante, as possibilidades de ganhos econômicos para o primeiro, na ausência de transferência de tecnologias de uso dual, reduz-se consideravelmente.

É importante o surgimento e fortalecimento de profissionais, práticas e órgãos especializados em lidar com os acordos de *offset*, de modo que esses sejam costurados da melhor forma possível para os países envolvidos. O *offset* ideal é aquele que é corretamente

valorado pelo ofertante e pelo demandante, e que dota o país receptor com os sistemas e equipamentos desejados – e necessários – ao mesmo tempo em que promove a capacitação tecnológica nesse país. É preciso também que seja suficientemente claro aos formuladores de política, aos militares e à sociedade civil que o pagamento de um prêmio mais alto, para a obtenção das contrapartidas, é necessário, sendo a aquisição com *offset* mais cara do que a sua alternativa sem contrapartidas. Cabe aos agentes envolvidos no processo de aquisição administrarem o acordo com a diligência e o cuidado exigidos para que esse valor mais alto não resulte simplesmente em ineficiência econômica, mas seja suficiente para se atingir os ganhos em inovação desejados. Conforme concluem Brauer e Dunne (2005), os governos precisam entender muito bem o que funciona e o que não funciona em termos de aquisição de produtos de defesa, principalmente aqueles de países em desenvolvimento, em que o custo de oportunidade do gasto nessa área é grande.

3 A AERONÁUTICA MILITAR BRASILEIRA

3.1 DAS ORIGENS AO SURGIMENTO DA EMBRAER

A consolidação da indústria aeronáutica brasileira se deu, em grande medida, a partir de ações deliberadas do Estado brasileiro, em diferentes períodos do século XX, para o surgimento de um sistema setorial de inovação no país. A instalação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) – atual Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) – e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), ambas instituições subordinadas à FAB, na cidade paulista de São José dos Campos, a partir da década de 1950, lançou as bases para a consolidação de um *cluster* aeronáutico, anos mais tarde, nessa região (ARMELLINI; KAMINSKI; BEAUDRY, 2014, p. 464).

Todavia, o surgimento dessa indústria precede o aparecimento do CTA em algumas décadas. Desde o primeiro voo realizado em ares nacionais – e latino-americanos – em 1910, em Osasco, São Paulo, pelo engenheiro Dimitri Sensaud de Lavaud, em um avião inteiramente produzido no Brasil, até o nascimento das primeiras fábricas de aviões, predominaram no país as aeronaves experimentais construídas por entusiastas e pioneiros da aviação inspirados pelo avanço da navegação aérea aqui e internacionalmente.

Nesse período o Estado, na figura do Ministério da Guerra, já demonstrava algum interesse nas capacidades das aeronaves produzidas nacionalmente. O oficial do Exército Brasileiro (EB) Marcos Evangelista Villela Júnior foi, possivelmente, o primeiro a se dedicar à fabricação de aviões militares no país (ANDRADE; PIOCHI, 1982, p. 1-10; VINHOLES, 2021). Após ter um projeto rejeitado pelo Ministério da Guerra em 1912, Villela Júnior dedicou-se ao estudo de materiais para projetar uma nova aeronave, o Aribu; posteriormente, e já contando com algum apoio do ministério, o oficial viria a desenhar, construir e demonstrar em voo o avião Alagoas. Para Andrade e Piochi (1982) o sucesso de Villela Júnior despertou nos oficiais do Exército e da Marinha o desejo de expandir o uso de aeronaves nas operações das forças armadas. Na década de 1930, no entanto, com o avanço da industrialização no Brasil e a evolução da manufatura de aviões no mundo todo, a produção de aeronaves em grande escala teve início.

A primeira empresa nacional a se dedicar à fabricação em série de aviões foi a Fábrica Brasileira de Aviões, subsidiária da Companhia Nacional de Navegação Aérea (CNNA),

fundada entre 1934 e 1935 pelo industrial Henrique Lage. A companhia inicialmente produziu, sob licença, aeronaves desenhadas por Antônio Guedes Muniz, oficial do Exército Brasileiro, que também supervisionava a produção da CNNA. De acordo com Andrade e Piochi (1982, p. 16-9) o presidente do Brasil na ocasião, Getúlio Vargas, foi pessoalmente responsável pela aproximação entre Lage e Muniz. Entre os anos de 1936, quando se iniciou a manufatura dos aviões, até 1948, mais de 200 aeronaves foram fabricadas pela CNNA.

Outra iniciativa relacionada às Forças Armadas foi a instalação da Fábrica do Galeão, no Rio de Janeiro, pela Marinha do Brasil (MB), em 1938. À época a empresa conseguiu contratos para fabricar aeronaves da companhia Focke-Wulf, contando com a assistência técnica dos alemães. Com a chegada da Segunda Guerra Mundial e o alinhamento do Governo brasileiro aos Aliados, a Fábrica do Galeão se viu obrigada a deixar de produzir as aeronaves da Focke-Wulf. No entanto, a empresa passaria a fabricar aeronaves da americana Fairchild Aircraft, também sob licença (VÉRTESY, 2011, p. 132-3; VINHOLES, 2021).

Ainda na década de 1930 diferentes empreendimentos surgiram para disputar o mercado de fabricação de aviões no Brasil. Em 1935 a Empresa Aeronáutica Ypiranga – fundada em 1931 na cidade de São Paulo³⁴ – deu início à produção de aviões. A empresa viria a fabricar o protótipo EAY-201, que culminaria, após mudanças no projeto realizadas pela Companhia Aeronáutica Paulista (CAP), no CAP-4 Paulistinha (FAB, [S.d]c), aeronave muito usada na formação de pilotos até o século XXI. A Companhia Aeronáutica Paulista foi, em números de aeronaves produzidas, a principal fabricante nacional da era pré Embraer, em grande parte por conta do sucesso comercial do Paulistinha. A Tabela 5, adaptada e expandida a partir da Tabela 6.1 de Vértesy (2011), apresenta um levantamento dos modelos e unidades produzidas das primeiras fabricantes de aeronaves a atuarem em solo brasileiro, antes da criação da Embraer.

³⁴ Inicialmente a empresa se dedicou à produção de planadores (VINHOLES, 2021), isto é, aeronaves sem motores que voam se aproveitando das correntes de ar atmosféricas.

Tabela 5 – Modelos de aeronaves produzidas em série no Brasil, por fabricante, período de produção e número de unidades produzidas (1936 a 1969)

| Fabricante | Modelo | Período de produção | Unidades produzidas |
|---|--------|---------------------|--------------------------|
| CNNA | M-7 | 1936-1941 | 26 + 1 protótipo |
| CNNA | M-9 | 1939-1943 | 40 |
| CNNA | HL-1 | 1940-1941 | 108 |
| CNNA | HL-6 | 1942-1948 | 60 |
| Fábrica do Galeão | 1 FG | 1940-1942 | 40 |
| Fábrica do Galeão | 2 FG | 1940-1942 | 25 |
| Fábrica do Galeão | 3 FG | 1942-1943 | 232 |
| CAP | CAP-1 | 1942-1943 | 9 |
| CAP | CAP-3 | 1945 | 8 |
| CAP | CAP-4 | 1943-1948 | 777 |
| Lagoa Santa/Companhia Aeronáutica | T-6 | 1946-1951 | 81 |
| Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva | N-56B | 1955-1969 | 261 |
| Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva | 360C | 1961-1968 | Ao menos 80 ¹ |

Fonte: Andrade e Piochi (1982), Silva (2011), Vértesy (2011), Casagrande (2020), FAB ([S.d]a; [S.d]b; [S.d]c).

¹ Corresponde ao número de unidades vendidas à FAB.

Para Vértesy o período de avizinhamo do conflito global, no fim da década de 1930, e de sua consumação na primeira metade dos anos 1940, arrastou consigo um significativo crescimento na demanda por aviões militares, o que também teve efeitos na indústria nacional. A procura por “qualquer coisa que voasse” manteve as empresas brasileiras no mercado, apesar da relevante defasagem tecnológica em relação às empresas americanas e europeias. A infraestrutura de apoio à aviação (aeroportos, cursos de formação de pilotos, pessoal técnico e especializado etc.) também se encontrava obsoleta, ou, no mínimo, desatualizada. Naturalmente, o fim da guerra escancarou essa defasagem acumulada (VÉRTESY, 2011, p. 132-4).

A criação do Ministério da Aeronáutica (MAER) em 20 de janeiro de 1941 pode ser considerada a primeira tentativa organizada e bem-sucedida de unificar esforços para o desenvolvimento da infraestrutura aeronáutica no Brasil. Outros movimentos já tinham sido feitos nesse sentido, mas esbarravam na indecisão sobre a cargo de quem ficaria essa responsabilidade. Juntamente ao MAER surgiu também a terceira força armada do país, a FAB, lançando as bases para a estrutura que permanece até hoje: o Exército Brasileiro como a força terrestre; a Marinha do Brasil, que emprega o poder naval; e a Aeronáutica, que, a partir das atribuições da Força Aérea Brasileira, tem por missão defender o espaço aéreo nacional. É também pela intervenção direta do MAER que viria surgir a Embraer.

Conforme pontua Forjaz (2005) o MAER já tinha como objetivo, desde sua criação, a consolidação de uma indústria aeronáutica brasileira tecnologicamente avançada. Para o

governo brasileiro, tratava-se da continuação de uma política de industrialização. Já para os militares o controle de tecnologias aeronáuticas, e dos processos de fabricação, era essencial para a segurança nacional. Os primeiros passos nessa direção foram dados na criação dos institutos de ciência e tecnologia (CTA e ITA), sendo a criação da Embraer um passo além. Essas instituições foram criadas pelo governo brasileiro com o intuito de integrar ensino, pesquisa tecnológica e indústria. Tais instituições se converteram em verdadeiras “ilhas” de conhecimento, possibilitando a formação de engenheiros e técnicos qualificados em um país cuja formação educacional não era desenvolvida.

A fundação do ITA, em janeiro de 1950, se dá após uma série de tentativas dos militares da FAB em estabelecer cursos superiores de engenharia aeronáutica em universidades brasileiras. Com o insucesso dessas tentativas, o MAER optou pela instalação do ITA em São José dos Campos, com a ajuda de uma missão de professores do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Quase quatro anos depois o CTA seria oficialmente criado, complementando o trabalho já iniciado pelo ITA. O CTA tinha por objetivo

ministrar o ensino de grau universitário correspondente às atividades de interesse para a aviação nacional e, em particular, para a Força Aérea Brasileira; promover, estimular, conduzir e executar a investigação científica e técnica, visando ao progresso da aviação brasileira; homologar aeronaves no país; cooperar com a indústria do país para orientá-la em seu aparelhamento e aperfeiçoamento, visando a atender às necessidades da Aeronáutica; colaborar com as organizações científicas, técnicas e de ensino do país e de outras nações, para o progresso da ciência e da técnica (FORJAZ, 2005, p. 290-1).

O ITA e o CTA viriam, ainda, a apoiar o surgimento de diversas empresas brasileiras da indústria aeronáutica, incentivando aquilo que viria a ser conhecido por Cadeia Aeronáutica Brasileira (CAB), ao formar os profissionais e empreendedores que viriam a inaugurar e atuar nessas mesmas empresas.

3.2 A ERA EMBRAER

O agente central da CAB, a Embraer, tem suas raízes no setor de defesa. Já em seu princípio, a empresa estava atrelada às decisões estratégicas do Ministério da Aeronáutica (MAER) e do governo brasileiro em relação ao domínio de tecnologias críticas e capacidade fabril. A criação da empresa está ligada à necessidade enfrentada pela FAB de projetar uma

aeronave de transporte de pequeno porte que pudesse ser fabricada no Brasil. O EMB-110 Bandeirante, que já estava em desenvolvimento pelo CTA e cujo primeiro protótipo voou em outubro de 1968, foi a resposta do então MAER a essa necessidade. Cerca de um ano mais tarde, em agosto de 1969, a Embraer fora criada para dar início à produção em série da aeronave (FORJAZ, 2005, p. 292; DANIEL FILHO, 2007, p. 1; RIBEIRO, 2017, p. 239).

Salienta-se, ainda, que desde sua fundação, a Embraer projetou e participou do desenvolvimento de diversas aeronaves militares, sejam de combate ou não, de tal modo que a participação nesses projetos representou expressivos ganhos de capacitações para a empresa em diferentes áreas. Além do Bandeirante e do C-390, a Embraer se fez presente no desenvolvimento de outras aeronaves que viriam a servir a FAB, tais como: o EMB-326 Xavante; o EMB-121 Xingu; o EMB-312 Tucano; o AMX; e o EMB-314 Super Tucano.

A trajetória do surgimento e desenvolvimento da Embraer e, de certo modo, de todo o setor aeronáutico brasileiro, está intimamente relacionada ao papel desempenhado pelo DCTA. São subordinadas ao DCTA onze organizações militares e quatro organizações civis, destacando-se entre elas: o ITA; o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE); o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI); o Instituto de Estudos Avançados (IEAv); e o Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo (IPEV). Essa organização, formada por institutos independentes, mas interligados sob uma mesma administração, proporciona o aproveitamento de diferentes especializações no campo aeronáutico, mas com a coesão necessária para que as pesquisas desenvolvidas possam ser efetivamente aplicadas à realidade da FAB e, eventualmente, encontrem seu caminho até o mercado.

A Embraer, por sua vez, foi estruturada para agir como o ramo dessa rede de institutos tutelados pelo antigo CTA que fosse responsável pela produção de aeronaves propriamente. Oliveira (2005, p. 71) observa que “desta forma, criou-se um ambiente em que o desenvolvimento de capacitação está estruturado desde a formação do ‘capital intelectual’ (ITA) até a utilização deste capital, através da produção de aeronaves (Embraer)”. O autor ainda pontua que, o intenso relacionamento entre Embraer e CTA proporcionou uma troca de capacitações entre as duas instituições que, por um lado, possibilitava uma significativa redução de custos com P&D à Embraer, por outro lado, representou um melhor direcionamento aos técnicos do CTA de quais rumos a pesquisa tecnológica deveria seguir (OLIVEIRA, 2005, p. 72). Para Dalla Costa e Souza-Santos (2010, p. 175), CTA, ITA e Embraer constituíam o “tripé que daria sustentação ao desenvolvimento de tecnologias aeroespaciais” no Brasil.

Segundo Quadros et al. (2009, p. 75-8) a Embraer caracteriza-se por ser uma empresa integradora de sistemas de aeronaves – também podendo ser classificada como uma OEM, tal

qual firmas como Airbus, Boeing e Lockheed Martin – atuando conjuntamente com parceiros de risco no desenvolvimento, financiamento e montagem de seus aviões. A função da Embraer como integradora de sistemas é de liderança e centralidade na relação com seus fornecedores, exigindo um nível de governança e relacionamento com parceiros que seja superior àquele necessário para dar conta de sua própria linha de montagem, mas que permita à empresa acompanhar e ter voz nas decisões das empresas contratadas. Trata-se, portanto, mais de saber incorporar distintos sistemas e produtos de elevada complexidade tecnológica, do que de saber fazê-los, estimulando um processo de desverticalização das atividades da firma.

A primeira experiência da Embraer em atuar com parceiros de risco foi no projeto da aeronave civil de transporte regional ERJ145, que se deu muito por questões de natureza financeira, visto que os gastos com o desenvolvimento e fabricação dos aviões excediam os recursos da empresa (BERNARDES et al., 2002 apud QUADROS et al., 2009). Entretanto, a consolidação do posicionamento como integradora de sistemas ocorreu no projeto da família dos E-Jets, especificamente o E170 e o E190. A concepção dessa família de aeronaves significou uma mudança considerável na estrutura de relacionamento e governança da Embraer com sua cadeia de valor. Quadros et al. (2009, p. 82-4) resumem essas transformações em quatro pontos: i) a Embraer passou a contratar fornecedores de sistemas integrados, ou seja, delegando a integração aos parceiros, sem que a própria Embraer precisasse fazê-la – uma iniciativa pioneira no mundo; ii) como consequência direta dessa contratação de sistemas integrados, os fornecedores da cadeia produtiva da Embraer adquiriram capacitações e competências que os permitiram participar assumindo papel semelhante em outros projetos; iii) há uma mudança na forma de governança predominante na cadeia produtiva da Embraer, do tipo modular para o tipo relacional, com uma participação mais ativa dos fornecedores no desenvolvimento dos aviões, e; iv) redução da quantidade total de fornecedores, permitindo à Embraer se especializar na função de integradora de sistemas.

A fim de se compreender o real efeito das alterações no padrão de governança é preciso, naturalmente, expandir o conceito e as diferentes formas de governança em cadeias de valor. Quadros et al. (2009) remetem à tipologia proposta por Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005) que opõe, nos extremos, as relações de governança baseadas em mercado e as baseadas em hierarquia. No intervalo entre esses dois tipos posicionam-se as redes, subdivididas em três modelos distintos, resultando na seguinte estrutura: i) mercados, nos quais os custos de se trocar de parceiros é baixo para ambas as partes; ii) cadeias de valor modulares, em que os fornecedores dominam e assumem responsabilidade pelo processo de fabricação dos produtos, com uso de maquinário genérico, mas que são feitos de acordo com as especificações dos

clientes, que podem ser muito detalhadas ou não; iii) cadeias de valor relacionais, caracterizadas por relações complexas e que podem levar a dependência mútua entre as partes, além de alta especificidade dos ativos contratados; iv) cadeias de valor cativas, nas quais os fornecedores são pequenos frente aos compradores, o que causa uma significativa dependência dos primeiros em relação aos últimos, fazendo com que os custos de se trocar de comprador sejam altos, e; v) hierarquia, caracterizada por integração vertical, em que o controle flui da matriz para as subsidiárias, ou da gerência para seus subordinados (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005, p. 83-4).

O fato de a Embraer ser responsável por essa integração de todos os sistemas embarcados nas aeronaves patenteia sua influência sobre os fornecedores, especialmente entre aqueles de menor escala. Especificamente sobre os fornecedores nacionais, Quadros et al. (2009, p. 85) apontam para a grande assimetria existente na relação entre a Embraer e tais fornecedores, caracterizando-as como um caso de governança predominantemente cativa – em oposição à governança relacional que se dá com a cadeia de fornecedores internacionais. A organização da produção via parcerias de risco cria a exigência de que os parceiros disponham de muitos recursos financeiros e de conhecimento, inviabilizando que empresas de menor porte possam participar de tal modelo, o que reduz a quantidade de firmas da cadeia produtiva (GOMES; BARCELLOS; FONSECA, 2017, p. 15).

Para Oliveira (2005) os possíveis fornecedores locais foram escanteados frente ao expressivo papel assumido pelos fornecedores internacionais na cadeia produtiva da Embraer. Esse movimento torna-se ainda mais nítido após a privatização da empresa, em 1994. O processo de privatização, combinado às políticas de abertura comercial e liberalização iniciadas nos anos anteriores no país, permitiram que a Embraer aderisse a um padrão de produção e organização mais internacionalizado do que o anteriormente praticado. Como resultado, inúmeras firmas brasileiras não conseguiram manter-se na cadeia de produção da Embraer e, aquelas que se mantiveram, o fizeram desempenhando papéis de menor intensidade tecnológica e, conseqüentemente, menos destacados. Tal como observado por Quadros et al. (2009), essas empresas – mesmo aquelas que conservaram suas posições na cadeia – apresentavam uma característica eminente: a fragilidade de suas rotinas e capacidades, não só a nível produtivo, mas também gerencial e mercadológico; com uma possível exceção encontrada nos fornecedores de serviços de engenharia, que lograram se inserir em atividades mais intensivas em tecnologia. A isso soma-se a predominância de micro e pequenas empresas entre essas, configurando um perfil que obstaculiza a geração de capacidades tecnológicas mais avançadas.

A lacuna existente em relação a fornecedores nacionais com alta qualificação leva a uma dependência de conhecimentos e tecnologias de origem estrangeira (ARMELLINI; KAMINSKI; BEAUDRY, 2014), ao mesmo tempo que aponta para oportunidades de crescimento do rol de atuação e capacitação tecnológica das firmas brasileiras pertencentes à CAB. Tal crescimento das capacidades tecnológicas, no entanto, não prescinde de interação entre as firmas estrangeiras que atuam em projetos nacionais, a Embraer, instituições governamentais e as demais firmas nacionais.

É natural esperar que os agentes menos interessados em manter tal interação sejam precisamente as empresas sediadas fora do Brasil, uma vez que assim estariam, potencialmente, repassando conhecimentos e capacidades tecnológicas essenciais ao negócio e reduzindo suas vantagens competitivas. Contudo, políticas governamentais – inclusive as de compras públicas – podem criar incentivos suficientes para solucionar essa problemática. Como é o caso da fabricante sueca de aeronaves Saab que, ao ser selecionada como fornecedora da nova aeronave de caça da FAB, o JAS-39 Gripen E/F, construiu no Brasil instalações de P&D, e de montagem e manutenção, nas quais interagem engenheiros e profissionais brasileiros e suecos, além de abrir as portas de seus espaços na Suécia para esses profissionais (ARMELLINI; KAMINSKI; BEAUDRY, 2014; LEITE, 2016; SAAB, [2020?]; SAAB, [2021?]). Ademais, a aquisição de firmas nacionais por contrapartes estrangeiras é outro elemento que, ao menos no curto prazo, podem ocasionar uma intensificação da interação e, conseqüentemente, geração e troca de conhecimentos tácitos. Tais são os casos, por exemplo, da aquisição da empresa Autômata pela alemã Thyssenkrupp, em 2005, e da Omnysis pela francesa Thales, em 2011. Não se pode, no entanto, desconsiderar os eventuais efeitos de aprofundamento da dependência de tecnologias estrangeiras.

De acordo com Armellini, Kaminski e Beaudry (2014), apesar do peso expressivo da Embraer³⁵, as indústrias aeronáutica e de defesa, no Brasil, não se resumem a essa, mas são populadas por empresas que atuam em diferentes nichos e, especialmente no setor de defesa, que dependem grandemente da atuação do governo brasileiro como comprador. As instituições governamentais são responsáveis, inclusive, pela demanda por serviços de P&D. A combinação dessas duas modalidades de compras (aquisição de produtos e de P&D) por parte do governo configura demandas do tipo PPI e PCP. Todavia, conforme identificado pelos autores, essa

³⁵ Em 2007 a empresa foi responsável por 84,5% da receita total do setor aeronáutico brasileiro. Tal setor, por sua vez, representou 92,9% das receitas do setor aeroespacial nacional (FERREIRA, 2009 apud ARMELLINI; KAMINSKI; BEAUDRY, 2014, p. 464).

relação com as compras públicas não se dá sem embaraços, visto que o papel exercido pelo governo não é estável e nem uniforme, com as instituições adotando políticas distintas entre si, prejudicando a tomada de decisão a médio e longo prazo dos fornecedores nacionais.

Francelino (2016, p. 199-200) reforça a relevância das compras públicas na geração de capacidades tecnológicas das firmas nacionais. A autora argumenta que as encomendas realizadas pela FAB à Embraer incentivam indiretamente a acumulação tecnológica nos fornecedores locais da CAB. Ao serem selecionadas pela OEM para a fabricação de peças ou provisão de serviços, tais fornecedores são contemplados com possibilidades de agudizar e desenvolver novas capacidades tecnológicas. Fica evidente, portanto, não somente o papel desempenhado pelo Estado na manutenção e crescimento das empresas da CAB, como também a janela de oportunidades que se abre ao país para, ao fomentar o desenvolvimento dessas empresas, incentivar a criação e adoção de capacidades tecnológicas às firmas nacionais.

3.3 COMPRAS PÚBLICAS DE DEFESA NO BRASIL

De modo a entender a dinâmica das compras públicas nas Forças Armadas brasileiras e, mais especificamente, na FAB, far-se-á, nesta seção, um levantamento de informações sobre o orçamento federal concernente às atividades de defesa nacional. Ademais, tentar-se-á estabelecer diferenças entre as compras públicas tradicionais e aquelas que possuem finalidade inovadora, ainda que tal tarefa não seja simples, do ponto de vista do orçamento da União.

A utilização do poder de compra do Estado para o desenvolvimento da indústria nacional é um objetivo do Ministério da Defesa manifesto no Plano de Articulação e Equipamento de Defesa (PAED). O PAED consolida os planos e projetos estratégicos para o MD e as Forças Armadas do país. Entre os projetos estratégicos da FAB, destacam-se o desenvolvimento e a aquisição do cargueiro médio Embraer C-390 Millennium, no âmbito dos Projetos KC-X e KC-390, e a aquisição das aeronaves Saab Gripen E/F, designados F-39 na FAB, e que estão sob o escopo do Programa F-X2. Tais programas envolvem as principais ações da Força Aérea para a dotação de meios aéreos tecnologicamente avançados e operacionalmente capazes. As ações orçamentárias correspondentes aos projetos citados, e que serão analisadas no restante desta seção são: ação 123B (Desenvolvimento de Cargueiro Tático Militar de 10 a 20 Toneladas (Projeto KC-X)); ação 14XJ (Aquisição de Cargueiro Tático

Militar de 10 a 20 Toneladas – Projeto KC-390); e, ação 14T0 (Aquisição de Aeronaves de Caça e Sistemas Afins – Projeto FX-2)³⁶.

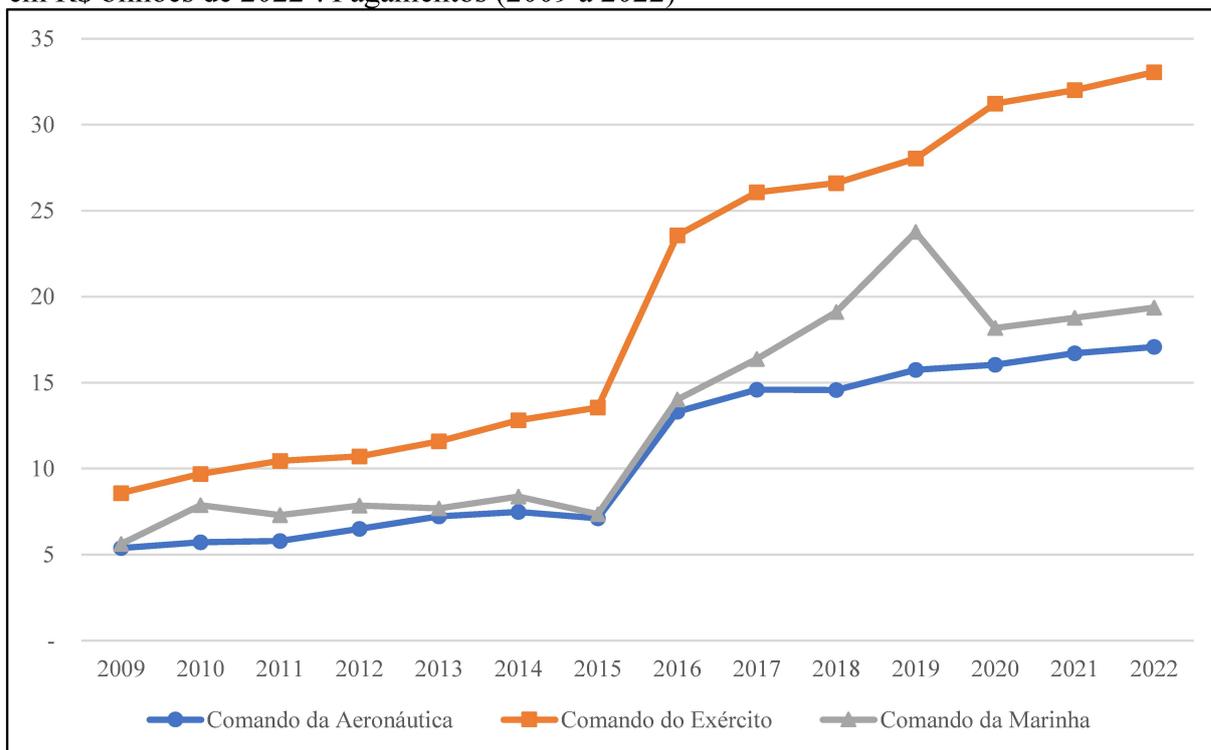
Todas as análises abaixo referem-se a valores constantes na esfera do orçamento fiscal da União. De acordo com o Art. 165, § 5^a, I da Constituição Federal de 1988, o orçamento fiscal se remete “aos Poderes da União, seus fundos, órgãos e entidades da administração direta e indireta, inclusive fundações instituídas e mantidas pelo Poder Público” (BRASIL, 1988). Exclui-se do orçamento fiscal os dispêndios com a seguridade social e o orçamento de investimentos em empresas em que a União detenha a maioria do capital social com direito a voto. O período de investigação inicia-se em 2009, ano em que se dão os primeiros pagamentos referentes ao Projeto KC-X³⁷.

O Gráfico 6 apresenta os valores pagos pelos comandos de cada uma das Forças Armadas brasileiras na função orçamentária “05”, defesa nacional, em valores nominais. Faz-se a opção pela demonstração dos valores pagos, ou seja, o último estágio da compra pública, que se dá após o empenho e a liquidação. Tal escolha foi feita para: i) facilitar a visualização dos dados, evitando com o que a inclusão de diferentes valores confundisse ou sobrecarregasse os dados; e, ii) para dar conta tão somente dos recursos efetivamente empregados, visto que é comum que valores sejam empenhados, mas não sejam liquidados ou pagos. Os valores foram corrigidos a preços de 2022, deflacionados pelo deflator implícito do PIB.

³⁶ A grafia que consta no título da ação orçamentária é “FX-2” com o hífen após a letra “X”. No entanto, a grafia preferida pela FAB é “F-X2”, carregando o hífen após o “F”. Como o F-X2 é o sucessor do Projeto F-X, assume-se que a segunda grafia é a mais correta. No entanto, para se referir aos dispêndios referentes à ação orçamentária 14T0, usar-se-á “FX-2”.

³⁷ O Projeto KC-X será exposto detalhadamente na seção “4.1 A GÊNESE DO PROJETO”.

Gráfico 6 – Despesas em defesa nacional dos três comandos das Forças Armadas brasileiras, em R\$ bilhões de 2022¹. Pagamentos (2009 a 2022)



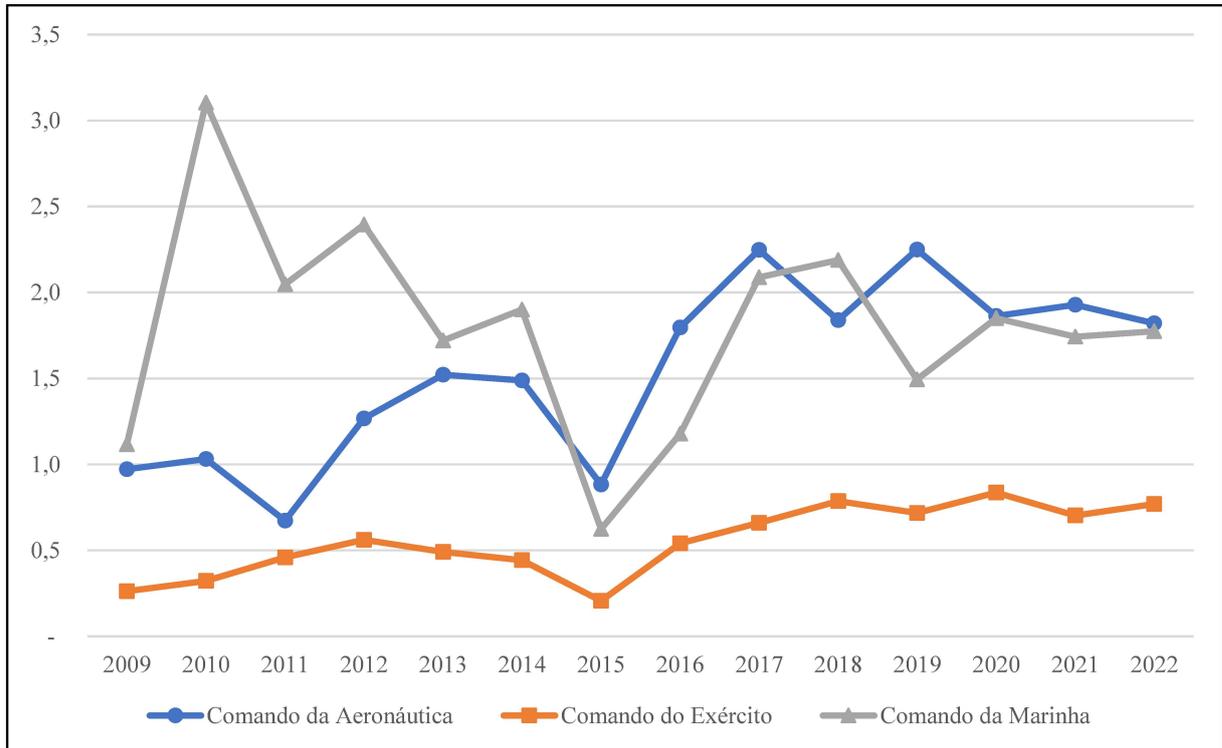
Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (Siop).

¹ Corrigido pelo deflator implícito do PIB.

Durante todo o período em tela, o Comando do Exército (CEX) apresentou as maiores despesas pagas com relação à função de defesa nacional. Já o Comando da Marinha (CM) e o COMAER figuram com números bastante próximos, ainda que com superioridade do primeiro. Como o orçamento de defesa nacional compreende dispêndios bastante variados, desde gastos administrativos, educacionais e com transporte até a aquisição de armamentos e produtos estratégicos de defesa, a primazia do CEX no orçamento é justificada. O Exército é, dentre as forças, aquela que dispõe de maior efetivo, além de possuir maior capilaridade no território nacional.

Considerando-se, no entanto, apenas os dispêndios que caem no grupo de despesa “4”, Investimentos, que agrupa as despesas com o planejamento e a execução de obras, a compra de imóveis e de instalações, bem como de equipamentos e material permanente, e a constituição ou o aumento de capital de empresas que não sejam de caráter comercial ou financeiro, e no qual se localizam a maior parte dos dispêndios com os projetos estratégicos, tem-se a situação retratada no Gráfico 7 abaixo. Fica evidente como o CEX aloca a maior parte de seus recursos destinados à defesa nacional no pagamento de pessoal e encargos especiais e de despesas correntes, ao passo que o COMAER e o CM destina montante muito mais significativo aos investimentos.

Gráfico 7 – Investimentos em defesa nacional dos três comandos das Forças Armadas brasileiras, em R\$ bilhões de 2022¹. Pagamentos (2009 a 2022).

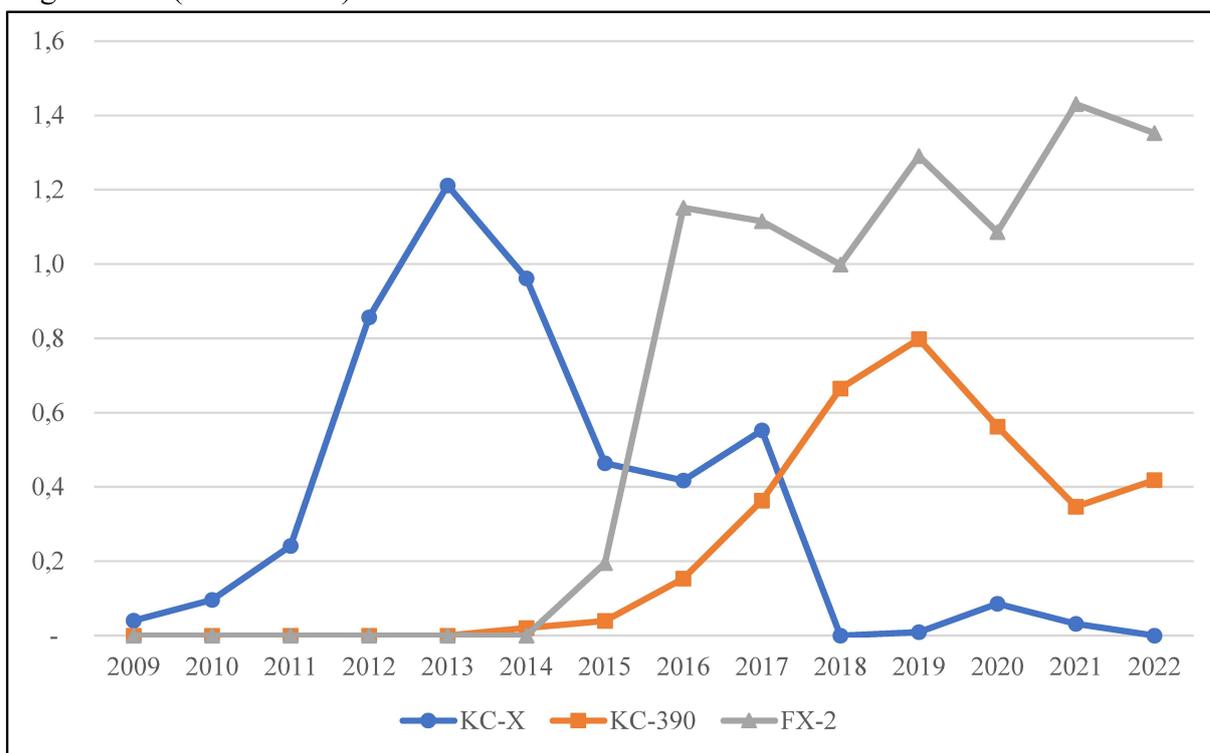


Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (Siop).

¹ Corrigido pelo deflator implícito do PIB.

A comparação entre a compra dos aviões Gripen E/F no âmbito do Projeto F-X2 e o desenvolvimento do C-390 é útil para demonstrar diferenças na dinâmica de pagamentos entre uma compra *off-the-shelf* e o desenvolvimento “do zero” de uma aeronave com posterior compra em série. Ao mesmo tempo, o Projeto F-X2 pode também ser considerado como uma PPI, visto que tem por objetivo expresso a dotação e o cultivo de capacidades tecnológicas da indústria nacional, mas sem a característica PCP que o Projeto KC-X carrega (SOUSA, 2018). O Gráfico 8 mostra os dispêndios do grupo de despesa Investimentos para os projetos estratégicos selecionados, individualmente.

Gráfico 8 – Investimentos nos projetos KC-X, KC-390 e FX-2, em R\$ bilhões de 2022¹. Pagamentos (2009 a 2022)



Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (Siop).

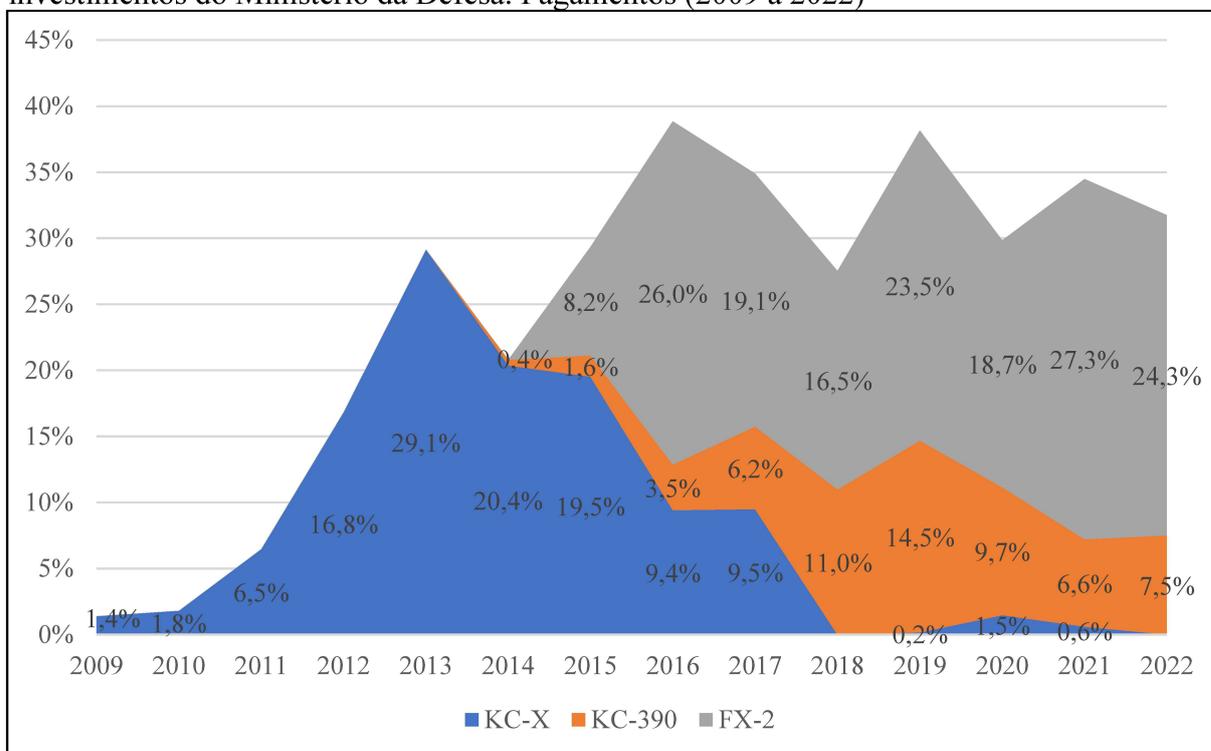
¹ Corrigido pelo deflator implícito do PIB.

Os pagamentos dos investimentos referentes ao Projeto KC-X iniciam-se logo no ano de 2009, em um montante de cerca de R\$ 40 milhões, mas começaram a ganhar vulto a partir de 2011, contabilizando cerca de R\$ 242 milhões. O ápice dos gastos com o processo de desenvolvimento se deu em 2013, às vésperas da assinatura do contrato de aquisição das aeronaves produzidas em série e em fase avançada do desenvolvimento dos protótipos, ano em que os valores extrapolaram os R\$ 1,212 bilhão. Como esperado os investimentos na aquisição do C-390 Millennium (KC-390) ganham força à medida que os investimentos no Projeto KC-X arrefecem. O pico dos gastos com a aquisição do cargueiro se deu em 2019, atingindo R\$ 798 milhões.

Para fins comparativos, o F-X2 inicia os pagamentos dos investimentos no ano de 2015, segundo ano após a definição da concorrência, atingindo já em 2016 valores muito próximos àqueles encontrados no pico do Projeto KC-X. Em 2016 os investimentos no F-X2 somaram R\$ 1,152 bilhão. Há de se salientar, no entanto, que o F-X2 objetiva a aquisição de 36 aeronaves de caça ante a compra de 28 aeronaves C-390 e que, posteriormente, viria a ser apenas 19 aeronaves. O Gráfico 9 empilha os valores apresentados no Gráfico 8, mas sob a perspectiva da participação relativa dos projetos de aquisição das aeronaves sobre o orçamento de investimentos do MD. Assim, a visualização da magnitude dos investimentos desses projetos,

em relação ao restante dos projetos circunscritos ao MD, inclusive ao EB e à MB, é mais facilmente visualizada.

Gráfico 9 – Participação dos investimentos nos projetos KC-X, KC-390 e F-X2 nos investimentos do Ministério da Defesa. Pagamentos (2009 a 2022)

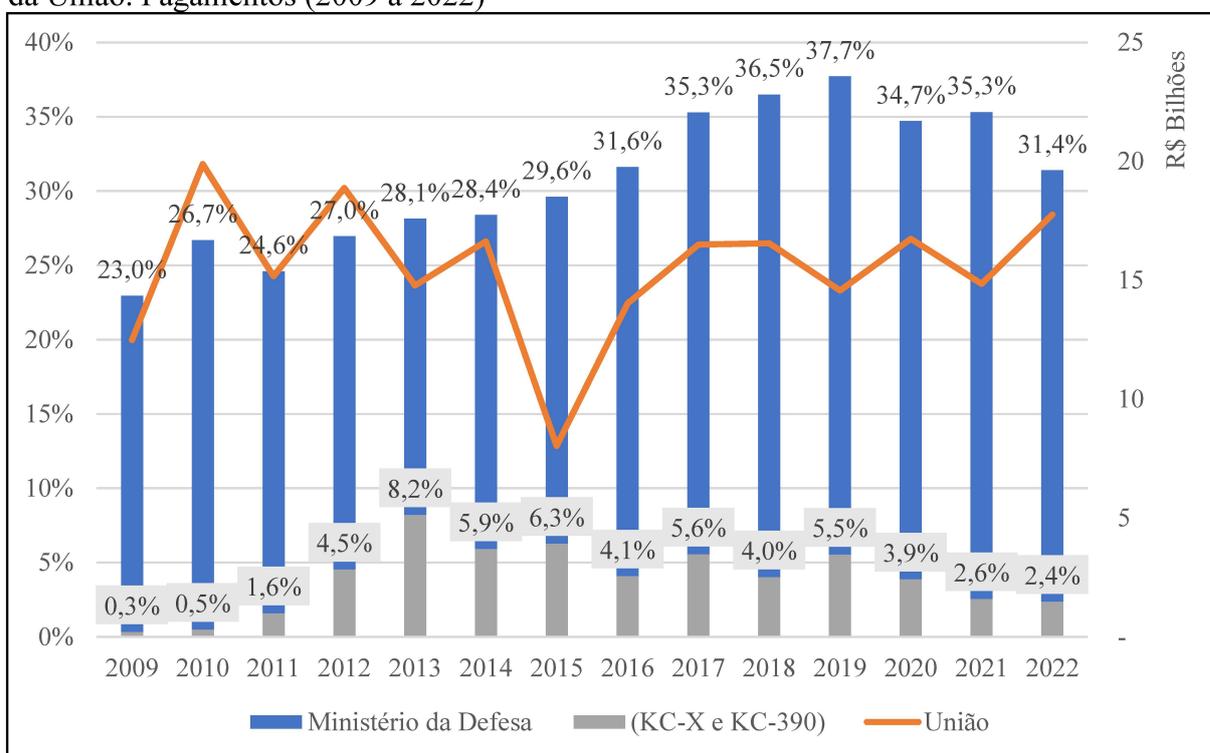


Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (Siop).

No gráfico acima percebe-se que somente os três projetos estratégicos da FAB têm representado por volta de 30% a 40% dos investimentos totais do Ministério da Defesa desde 2013. Tal série demonstra o impacto significativo que os processos de aquisição de aeronaves têm sobre as decisões de investimento de tal órgão, bem como das possibilidades que projetos de grande vulto das Forças Armadas descortinam em relação às PPI no Brasil.

Já o Gráfico 10 mostra a interessante relação que as despesas pagas no grupo de despesa de investimentos somente no contexto da aquisição do C-390 guardam com a totalidade do orçamento de investimentos da União. O gráfico mostra ainda essa mesma relação entre os investimentos do MD – que já incluem os projetos KC-X e KC-390 – e os investimentos federais. Para fins de se compreender a magnitude dos investimentos realizados pelos entes federais ano após ano, no eixo direito do gráfico é apresentado o montante, em valores nominais, dos valores pagos associados a esse grupo de despesas.

Gráfico 10 – Orçamento de investimentos da União, em R\$ bilhões de 2022¹, e participação dos investimentos do Ministério da Defesa e dos projetos KC-X e KC-390 nos investimentos da União. Pagamentos (2009 a 2022)



Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (Siop).

¹ Corrigido pelo deflator implícito do PIB.

Observando-se o percentual dos investimentos do orçamento fiscal da União que são originados do MD, percebe-se que estes correspondem a uma parcela significativa daqueles, durante todo o período. No ano de 2019, ano anterior ao início da Pandemia de Covid-19, o orçamento de investimentos do MD respondeu por quase 40% de todo o investimento registrado no orçamento fiscal da União, com um montante de pouco menos de R\$ 5,5 bilhões. No mesmo ano, as duas ações orçamentárias relativas ao desenvolvimento e aquisição do C-390, que totalizaram 14,7% dos investimentos do MD, responderam por 5,5% dos investimentos no orçamento fiscal federal.

Percebe-se, a partir das informações mostradas, um potencial não desprezível nas compras públicas do setor de defesa – especialmente na aeronáutica militar – em se converterem em verdadeiras PPI. É possível sintetizar os aspectos que concorrem para esse potencial em dois. Primeiro, há volume suficiente de recursos investidos para se costurar bons acordos. Segundo, as Forças Armadas gozam de *expertise* nesse tipo de contratação. Ainda assim, é preciso se atentar para algumas considerações acerca dos limites entraves às compras inovadoras no Brasil.

Apesar de promissora, a utilização das compras públicas como instrumentos aliados a uma política de inovação de proporções significativas é obstaculizada no Brasil por questões tanto macroeconômicas quanto microeconômicas, relativas à dinâmica das indústrias e instituições inovadoras do país. Ainda que não seja intenção desta dissertação arrazoar acerca dos méritos macroeconômicos das políticas monetária e fiscal brasileiras, parte-se para uma discussão sobre seus respectivos efeitos sobre as atividades inovadoras no país.

Mazzucato e Penna (2016) apontam que o tripé macroeconômico, que passou a balizar a política econômica brasileira no final da década de 1990, constituído de política fiscal focada na geração de superávits primários, política monetária direcionada pelo atingimento de metas de inflação e o estabelecimento de taxas flutuantes de câmbio, pode criar um ambiente desfavorável à inovação no país. Em primeiro lugar, a busca por resultados primários positivos cria restrições orçamentárias, limitando a capacidade de investimento do governo. Em segundo lugar, as altas taxas de juros praticadas com o objetivo de reduzir a inflação – especialmente nos anos proximoamente seguintes à aplicação do Plano Real (1994) – também tendem a reduzir o investimento, uma vez que criam incentivos às aplicações financeiras, contra o investimento produtivo, além de encarecer o crédito que financia esse investimento.

A terceira perna do tripé, a política cambial, é menos direta ou, ao menos, tem efeitos menos constantes sobre a inovação e, especialmente, sobre as compras públicas. Um câmbio apreciado, que reduz a competitividade dos produtos brasileiros frente aos estrangeiros, se converte em um impeditivo à inovação ao reduzir os recursos disponíveis às atividades inovadoras. A experiência brasileira do começo dos anos 1990, em período de abertura comercial, mostra que as empresas nacionais, quando se encontram em situação de menor competitividade, tendem a diminuir os gastos em P&D e inovação (MAZZUCATO; PENNA, 2016). Um câmbio apreciado pode, ainda, aumentar os incentivos governamentais a realizar aquisições de prateleira de bens e serviços tecnologicamente avançados, em oposição a praticar uma PPI para fomentar a inovação local. No entanto, apesar da realidade de um câmbio muito apreciada vivenciada no imediato pós-Plano Real e entre 2003 e 2012, a tendência mais recente é de uma prevalência da taxa de câmbio em patamares mais altos, como pode ser verificado no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Taxa de câmbio, livre, R\$/US\$ (1995 a 2023)



Fonte: Banco Central do Brasil. Taxa de câmbio - Livre - Dólar americano (venda) – diário. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub>. Acesso em 19 jan. 2023.

Sob uma perspectiva microeconômica, a já citada fragilidade dos fornecedores da CAB é um complicador para o bom resultado de políticas de PPI no setor aeronáutico no país. À medida que as necessidades de aeronaves da FAB crescem em complexidade tecnológica, fica mais difícil para empresas nacionais se conformarem às exigências técnicas e logísticas. A inclusão de empresas nessas condições pode conferir ganhos de capacidade tecnológica não desprezíveis à indústria nacional, mas também aumenta os custos, os prazos e os riscos envolvidos nos processos de aquisição.

O domínio do chamado “binômio ciência-tecnologia” por parte da FAB é um dos objetivos explicitados na Estratégia Nacional de Defesa (END) e no PAED. A END é o documento que visa orientar os agentes estatais quanto às providências a serem tomadas para que sejam atingidos os objetivos e interesses do Estado brasileiro no tocante à defesa nacional. No documento há uma ênfase expressa na redução da dependência externa, não somente quanto a tecnologias militares, mas também tecnologias civis ligadas à área aeroespacial, por meio do incentivo à criação e ampliação de polos tecnológicos no país. No mesmo sentido, o fortalecimento da indústria de defesa é essencial para garantir esse objetivo. Para isso, a END pontua que é importante pensar em políticas de construção de capacidades tecnológicas na indústria, ainda que privilegiando os interesses estratégicos nacionais ante os interesses

comerciais das empresas. A utilização do poder de compra estatal é incentivada pela END como uma forma de reduzir a dependência de exportações e da atuação no mercado civil – via tecnologias de uso dual (BRASIL, 2020).

A capacitação da indústria local é um ponto muito importante para o sucesso das compras inovadoras, mas não o único. Um problema que comumente afeta o desempenho das PPI é a falta de capacitação das agências governamentais. No caso da FAB, a experiência acumulada em aquisições passadas evidencia uma capacitação alta, comparativamente a outras entidades brasileiras. Isso pode ser verificado pelo extenso histórico de aquisições da FAB. No entanto, a FAB se beneficiaria de uma melhor institucionalização do *offset*. A seção a seguir se ocupa de relatar e discutir algumas aquisições de aeronaves realizadas pela FAB na última década e que ajudaram a construir o arcabouço da organização e de que forma a própria Embraer foi impactada por essas aquisições.

3.3.1 Aquisições destacadas da Força Aérea Brasileira

Algumas aquisições levadas a cabo pela FAB contribuíram sobremaneira para o desenvolvimento de capacidades produtivas e de gestão no interior de organizações ligadas à Força Aérea. Esse é o caso de três compras que são destacadas nesta seção: i) o EMB-326 Xavante; ii) o AMX; e, iii) o caça Saab Gripen E/F.

3.3.1.1 EMB-326 Xavante

A aquisição do jato AT-26 Xavante pode ser encarada como uma das primeiras compras públicas modernas na FAB. A aeronave é a versão brasileira do Aermacchi MB.326G, projetado na década de 1950 para treinamentos de pilotos, mas que também executava missões de ataque ao solo e reconhecimento. De acordo com informações levantadas em entrevista, essa compra foi a primeira em que o CTA demonstrou interesse em obter tecnologias junto à fornecedora por meio de um contrato de aquisição (DA SILVA, 2023).

O Xavante foi incorporado à frota da FAB em 1971, tendo sido retirados de serviço em 2010. A aeronave foi produzida sob licença pela Embraer entre os anos de 1971 e 1981, como

EMB-326 Xavante, em um total de 182 unidades, sendo 166 entregues à FAB, dez unidades vendidas ao Paraguai e seis exportadas ao Togo. O CTA recebeu duas unidades, com modificações em relação às de produção em série para a realização de ensaios de voo e treinamento de pilotos nesse procedimento (ALAMINO, 2021).

Apesar de não ser a primeira vez que o expediente do *offset* foi usado em aquisições de aeronaves de combate para a FAB, a compra do Xavante inaugurou o *offset* tecnológico na Força Aérea. Os conhecimentos conseguidos nessa transação foram cruciais para os primeiros anos de existência da Embraer, criada em 1969, e que estava às voltas com o desenvolvimento do EMB-110 Bandeirante.

A produção do Xavante possibilitou à empresa adquirir experiência e aprender os processos necessários para a fabricação de aeronaves em série, capacidade da qual a companhia não era dotada em seus anos iniciais. Na mesma época esses conhecimentos seriam aplicados na instauração da linha de montagem do Bandeirante. Conforme exposto por Francelino (2016) e Ribeiro (2017), grande parte do sucesso posterior da Embraer na aviação civil comercial pode ser creditado à produção sob licença do Xavante.

3.3.1.2 AMX

O programa para a fabricação de aeronave de ataque AMX, uma parceria entre Brasil e Itália, teve efeitos muito significativos tanto para a Embraer quanto para a FAB. Fruto da percepção de que o cenário de guerra necessitava de uma aeronave que voasse baixo e rapidamente, o AMX começou a ser concebido no final dos anos 1970 pelas empresas italianas Aeritalia e Aermacchi. Primeiramente, os italianos buscaram parcerias para o desenvolvimento e a produção do AMX junto a outros países da OTAN. Sem sucesso, no entanto. Na mesma época a FAB buscava uma aeronave para ocupar uma posição intermediária em termos de desempenho e missão entre o Xavante e os caças supersônicos Northrop F-5.

Consultada pela FAB, a Embraer chegou a apresentar desenhos de aeronaves para atender às necessidades da Força. O primeiro deles foi o EMB-330, semelhante ao Xavante, que não se adequou aos requisitos solicitados pelo MAER. O projeto do EMB-330 ainda viria a ser aperfeiçoado, dando origem ao AX-I, mas teve o mesmo destino do antecessor. Apenas quando a Embraer buscou a colaboração da Aermacchi as coisas passaram a melhorar para o

programa. A firma italiana, já envolvida no projeto do AMX com a Aeritalia, sugeriu a união dos dois projetos. Tinha início, assim, o consórcio AMX International.

A Embraer ficou responsável pelo projeto e a fabricação das asas, pilones – estruturas sob as asas às quais são acopladas as armas – tanques externos de combustível, as tomadas de ar do motor e os estabilizadores horizontais. Uma linha de produção do AMX foi instalada no Brasil. A Embraer também criou uma divisão, em 1984, para fabricar os trens de pouso, sob licença, a Embraer Divisão Equipamentos (EDE). Em 1999 a Embraer utilizou a EDE para unir-se à Liebherr Aerospace em uma *joint venture* denominada Eleb e, em 2008 a Embraer adquiriu as ações da Eleb pertencentes à Liebherr, assumindo o controle total da empresa (FRANCELINO, 2016). A Eleb é ainda hoje uma importante fabricante de trens de pouso, sendo a responsável por fornecer as peças empregadas no C-390 Millennium.

No ano de 1983 foi iniciado o Programa Industrial Complementar (PIC), cujo objetivo era prover capacitação a empresas nacionais para a fabricação de componentes do AMX. Lançado conjuntamente pelo MAER e a Embraer, o PIC se aproveitaria de transferência de tecnologias de fornecedores estrangeiros para tentar atingir um terço de nacionalização do valor da aeronave. As beneficiárias contariam, ainda, com o apoio e supervisão técnicos da Embraer. Dentre as firmas brasileiras que participaram do PIC e, conseqüentemente, contribuíram para a fabricação de componentes do AMX, estão: Celma, responsável pela feitura de partes do motor; Motores Rolls-Royce (MRR), subcontratada pela Celma; Aeroeletrônica Indústria de Componentes Aviônicos, fornecedora de equipamentos e componentes eletrônicos; Elebra Eletrônica, fornecedora dos computadores de dados de voo (*air data computers* – ADC) e unidades de controle de flaps e slats³⁸; Pirelli, que forneceu os tanques internos de combustível da versão brasileira; Goodyear do Brasil, fornecedora dos pneus para o Brasil; Engetrônica; e, ABC Sistemas (POGGIO, 2015).

A participação no projeto AMX permitiu à indústria aeroespacial brasileira a aquisição de conhecimentos e capacitações em diversos componentes e processos de fabricação de uma moderna aeronave de combate, tais como, os comandos *fly-by-wire*, trens de pouso, integração de sistemas, bem como de propulsores a jato, aviônicos e o gerenciamento de códigos-fontes de sistemas embarcados. Houve também efeitos positivos nos processos de usinagem, em engenharia de produto, materiais e comandos e ensaios de voo.

³⁸ Flaps e slats são as estruturas móveis localizadas nas partes traseira e dianteira da asa que, quando acionadas, aumentam a sustentação da aeronave, permitindo seu voo em velocidades mais baixas, essencial na decolagem e na aproximação para pouso.

Ademais, destaca-se também os avanços em termos da gestão de projetos complexos, importantes tanto para a Embraer quanto para a própria FAB. Os procedimentos de aquisição e condução de projetos aperfeiçoados durante o programa AMX viriam a ser usados nos processos seguintes da Força Aérea (POGGIO, 2015; FRANCELINO, 2016; CARDOSO, 2017).

3.3.1.3 Saab Gripen E/F

A aquisição das aeronaves de caça suecas Saab Gripen E/F é, provavelmente, a mais notável compra da FAB no século XXI. Essa compra pública se deu dentro do escopo do Projeto F-X2. Lançado em 2006, o Projeto F-X2 objetiva aumentar a capacidade de defesa aérea do país, ao mesmo tempo que dota a indústria nacional de aptidões em projeto e construção de uma aeronave de caça de quinta geração. Prevê a aquisição de 36 aeronaves, mais simuladores, armamentos e suporte logístico inicial (SOUSA, 2018; ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA, 2022).

O ponto basilar do F-X2 são os seus acordos de *offset*. A decisão pelo caça sueco, que competiu com o americano Boeing F/A-18E/F Super Hornet e o francês Dassault Rafale, se deu mais pela extensão e intensidade dos acordos de *offset* tecnológico do que pelo preço e pelas capacidades técnicas das aeronaves. Um dos pontos fortes da proposta da Saab é que a versão adquirida pela FAB – o Gripen E/F – ainda estava em fase de desenvolvimento, sendo uma versão atualizada e melhorada do Saab Gripen C/D, que era, à época, a variante mais moderna. Por isso, o potencial para participar de processos de desenvolvimento, montagem e certificação de uma aeronave nova é maior do que aquele que se colocaria no caso da aquisição do Rafale ou do Super Hornet.

Depois de selecionado o projeto da Saab, teve início um intenso processo de trocas de conhecimento e tecnologias com instituições e empresas brasileiras, em especial a Embraer. A expectativa para o programa é que até o ano de 2024 cerca de 350 pessoas sejam levadas à Suécia como parte dos acordos de compensação. Em 2016 a Embraer recebeu em sua fábrica de Gavião Peixoto um centro de desenvolvimento chamado de Gripen Design and Development Network (GDDN). O GDDN foi instalado pela própria Saab e objetiva ser o eixo central da cooperação entre as duas companhias. Em 2019, no GDDN, foi instalado o primeiro simulador de desenvolvimento do Gripen fora da Suécia, o S-Rig. Esse sistema é utilizado para a execução

de testes de integração e verificação de sistemas e subsistemas, além do desenvolvimento geral da aeronave (SAAB, [2021?]).

Por ser uma aquisição ainda relativamente recente, é difícil dizer quais serão os seus efeitos sobre a CAB, em especial sobre a Embraer, para além daquilo que é o objetivo do projeto: dotar o Brasil de uma indústria aeronáutica capaz de projetar e produzir uma aeronave de caça de quinta geração. Ainda assim, é possível afirmar que, assim como ocorreu com as compras do Xavante e do AMX, existe um propósito claro de se dotar as instituições e empresas nacionais de capacidades técnicas e tecnológicas que as permitam desenvolver aeronaves necessárias às atividades da FAB.

Outro ponto a ser destacado no processo de aquisição do F-X2 é a participação da COPAC no projeto. A comissão esteve à frente do processo de negociação, lidando com os meandros legais, técnicos e orçamentários. Dada a complexidade da compra do Gripen e das tecnologias transacionadas, foram exigidos da COPAC grandes esforços em termos de gestão de projetos, de contratos e de *offset* (FAB, 2021).

4 A AQUISIÇÃO DO C-390 MILLENNIUM: UM CASO GENUÍNO DE COMPRA PÚBLICA PARA INOVAÇÃO

4.1 A GÊNESE DO PROJETO

Após a aquisição das aeronaves Lockheed C-130 Hercules em 1965 pela FAB, esse se converteu no seu principal vetor de transporte de tropas e equipamentos, bem como de missões de reabastecimento aéreo e salto de paraquedistas. Apesar de ser uma aeronave muito confiável e operada por forças aéreas do mundo todo, esse equipamento é um projeto da década de 1950, pensado para atender às demandas da Força Aérea dos Estados Unidos (USAF) no contexto da Guerra da Coreia (LOCKHEED MARTIN, [S.d]) e, por isso, a FAB passou a aventar a necessidade de substituir ou modernizar essas aeronaves, a partir da década de 2000.

De acordo com Ribeiro (2017) a FAB se defrontou, então, com duas possibilidades: realizar uma compra de prateleira (*off-the-shelf*), isto é, adquirir uma aeronave pronta e integrá-la a sua frota, ou comprar o desenvolvimento de um avião inteiramente novo. Para a compra *off-the-shelf* destacava-se o Lockheed Martin C-130J Super Hercules, versão ampliada e modernizada do C-130. O C-130J contava com toda a expertise acumulada pela fabricante americana desde os anos 1950, sendo uma alternativa comprovadamente eficaz para o cumprimento das missões desejadas. O desenvolvimento “do zero” de uma nova aeronave, apesar dos desafios associados a projetos como esse, abriria espaço para a participação mais ativa da indústria nacional, conformando-se a um objetivo expresso na Estratégia Nacional de Defesa.

Figura 2 – Lockheed Martin C-130J Super Hercules.



Fonte: GREYJOY, B. 2018. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20180512_C-130J_Super_Hercules_Dyess_AFB_Air_Show_2018_22.jpg. Acesso em: 26 dez. 2022.

De acordo com a END é essencial para a manutenção da defesa nacional que a Base Industrial de Defesa (BID) seja constantemente fortalecida até atingir o estado da arte científico e tecnológico. A BID constitui-se de todas as organizações nacionais que atuam na indústria de defesa, seja no desenvolvimento, produção ou realizando manutenção de produtos de defesa, bem como em pesquisas básicas e aplicadas. A END também pontua que o poder de compra do Estado deve ser empregado com esse objetivo, permitindo que os projetos desenvolvidos e em desenvolvimento não sejam totalmente dependentes de exportação para sua viabilidade, ainda que se incentive a venda para países estrangeiros (BRASIL, 2020).

Para a tomada de decisão a FAB valeu-se de uma análise de alternativas, comparando valores, prazos e riscos envolvidos em cada alternativa, bem como questões logísticas, operacionais, administrativas e os efeitos sobre a indústria brasileira. Essa análise apontou que, com base nesses quesitos, o desenvolvimento de um novo vetor, feito com base em especificações da FAB, seria mais vantajoso do que a aquisição de aeronaves já disponíveis no mercado (RIBEIRO, 2017, p. 253). Tal desdobramento culminou no projeto do C-390, cujo objetivo era dotar a Força Aérea de um avião moderno capaz de realizar as mesmas missões

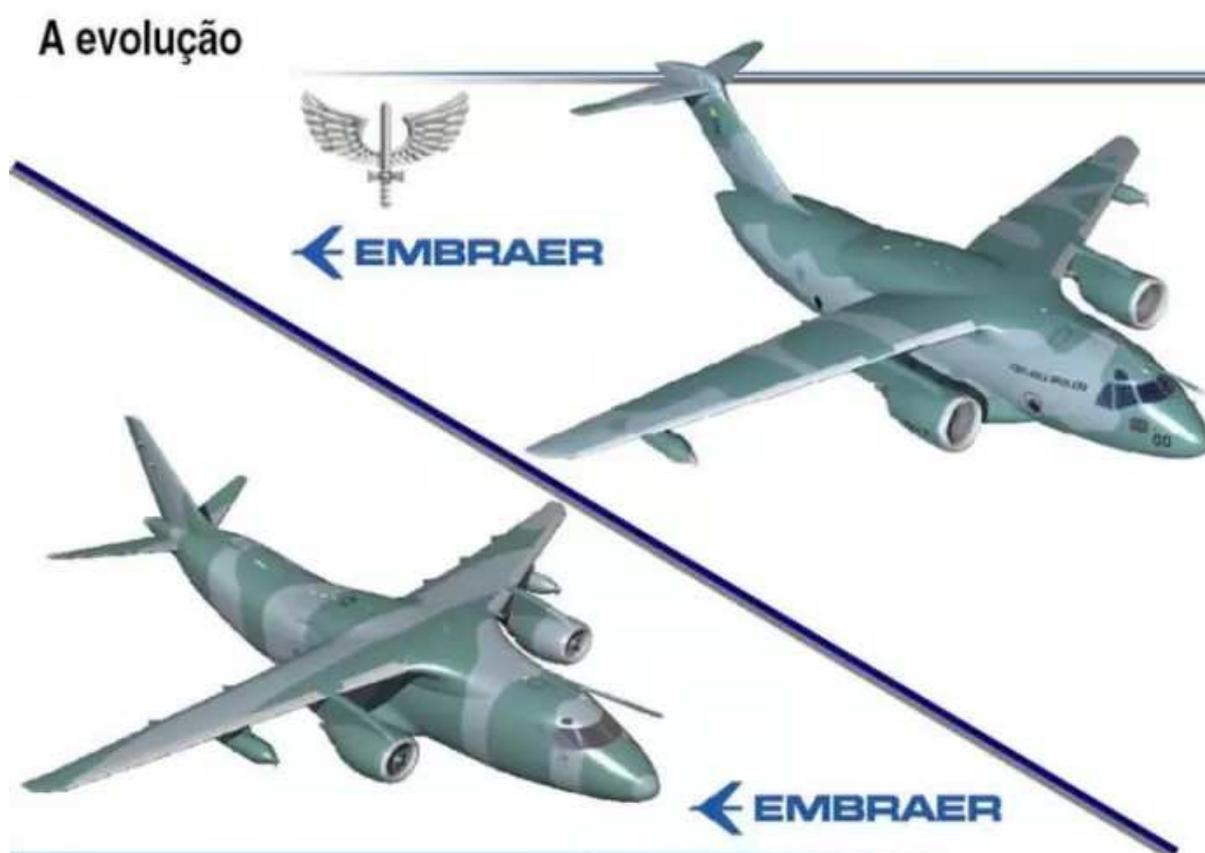
desempenhadas pelo C-130, além de permitir o reabastecimento de outras aeronaves em voo (REVO)³⁹.

O desenvolvimento do C-390 remete ao ano de 2005, a partir de um estudo realizado pela Embraer, considerando as perspectivas do mercado de aviões cargueiros médios para o futuro próximo. A conclusão foi de que muitas aeronaves desse segmento deveriam ser substituídas em pouco tempo, proporcionando uma oportunidade para a fabricante brasileira desenvolver uma aeronave com essas características, permitindo-a ocupar uma fatia desse mercado. Conforme relatado por Salles (2011) a Embraer selecionou a faixa de mercado com a maior quantidade de aeronaves em operação, a de aviões pesando entre 5 e 20 toneladas, com 2800 aeronaves ativas à época, das quais 700 teriam mais de 25 anos e voavam em mercados-alvo da Embraer, isto é, aqueles que não são grandes produtores de aviões e não possuem entraves geopolíticos para a venda..

A apresentação do projeto da aeronave ao público se deu dois anos mais tarde, em 2007, na feira Latin America Aero & Defence (LAAD), realizada na cidade do Rio de Janeiro. A proposta era valer-se de tecnologias de uso dual, fazendo uso de componentes já aplicados em aeronaves civis fabricadas pela Embraer, e entregar um avião multipropósito, de modo a reduzir os custos de produção e ganhar competitividade. Contudo, logo ficou claro que, para vender a aeronave à FAB e se adequar às necessidades da instituição, seriam precisas uma série de melhorias no projeto, como nova motorização, remodelação das aeroestruturas, incluindo as asas e aumento do espaço interno útil (SALLES, 2011).

³⁹ A FAB já possuía uma aeronave capaz de realizar reabastecimento em voo, o KC-130, uma versão do C-130 Hercules.

Figura 3 – Comparação entre concepção inicial do C-390 feito pela Embraer (canto inferior esquerdo) e modelo após interações com a FAB (canto superior direito).



Fonte: Centeno (2021).

Os primeiros projetos associados à aeronave eram praticamente versões modificadas do Embraer E190, jato comercial da fabricante (CENTENO, 2021). De discussões e encontros entre representantes da FAB e da Embraer iniciou-se a etapa do anteprojeto da aeronave. Nessa etapa é que são feitos os esboços da aeronave, definindo-se suas características, como peso, dimensões, motorização, estimativas de estabilidade e controle e modelagem da cabine, por exemplo (BARROS, 2001). O anteprojeto do C-390 se dividiu em duas fases. A primeira delas é a de estudos conceituais (*conceptual design phase* – CD). A segunda fase é a de estudos preliminares (*preliminary design phase* – PD), que será mencionada na próxima seção. Segundo Ribeiro (2017, p. 254)

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.

Ainda segundo o autor, em 2008 foram definidos os requisitos operacionais do C-390. Encerrada a etapa dos estudos conceituais e atestada a viabilidade técnica do projeto, FAB e Embraer partiram para a assinatura do contrato. A intenção formal de compra foi anunciada pela FAB durante a LAAD de 2009.

Vê-se, então, que o projeto do avião nasce não somente de uma necessidade do Estado brasileiro – no caso, da FAB – mas também das próprias decisões estratégicas da Embraer para inserção em novos mercados. Naturalmente, isso não significa que a atuação estatal na compra do projeto era prescindível, mas indica que a integração dos interesses entre Embraer e FAB se deu em um momento propício.

O Planejamento Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER) vigente para o período de 2018 a 2027 classifica o KC-390 como um dos dezoito projetos estratégicos da FAB. Ao ser assim classificado, a FAB admite que o projeto dessa aeronave “contribui diretamente para o alcance da visão de futuro da Instituição” (BRASIL, 2018a, p. 25-6). Nesse documento, justifica-se a aquisição do KC-390 pelo envelhecimento da frota de aviões C-130 Hercules e consequente baixa disponibilidade operacional, aliado a um elevado custo de operação e carência de suprimentos para aquisição.

É notável a percepção, por parte da FAB, do potencial operacional do KC-390 quanto à realização de suas funções previstas, dotando o país de um meio para a consecução de diversos objetivos militares, sociais e diplomáticos ao permitir o transporte de materiais, suprimentos e pessoas de e para regiões de difícil acesso. Todavia, para além dos benefícios funcionais, a FAB enxerga potencialidades relativas ao caráter inovador do projeto e ao domínio de tecnologias críticas à Nação. Essas percepções refletem a visão da Instituição quanto à relação com Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), calcada no desenvolvimento de pessoal e captação e incorporação de tecnologias, e construída a partir do relacionamento da FAB com os outros órgãos de Estado e empresas da cadeia aeronáutica brasileira (BRASIL, 2018c).

O processo de aquisição do C-390 se deu em duas etapas: primeiro, uma encomenda de dois protótipos; e, posteriormente, uma ordem de compra de 28 unidades do avião – quantidade que viria a ser reduzida para 19 unidades – já com o objetivo de suprir a FAB com uma nova frota de aeronaves (RIBEIRO, 2017, p. 257-60). A primeira etapa, que se deu sob o Programa KC-X, pode ser classificada, dentro da taxonomia das compras públicas para inovação de Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012), como uma compra pública pré-comercial (PCP)

direta⁴⁰. No caso da aquisição dos protótipos não há a compra do produto final propriamente, mas sim das atividades de P&D a serem desempenhadas junto à Embraer. Ainda que haja entrega de aeronaves, isto é, dos próprios protótipos, o foco do programa está no desenvolvimento e, por isso, o Programa KC-X se configura, quanto à medida da inovação, como PCP. Do ponto de vista do usuário, é razoável classificá-la como direta, isto é, desenvolvida para uso da organização demandante – neste caso a FAB. Como será visto a seguir, há poucas diferenças entre as duas etapas em termos da classificação.

Já na segunda fase do processo é feita a compra em larga escala do bem desenvolvido para uso da própria instituição compradora, mantendo-se o cunho direto da etapa anterior. Quanto ao grau de novidade, trata-se de uma PPI adaptativa. O caráter adaptativo da aquisição das aeronaves reflete o fato de que o desenvolvimento de um avião de transporte e reabastecimento dessa categoria e com essas especificações não se configura como uma inovação radical a nível global, mas possibilita ao Brasil alçar-se a uma posição competitiva nesse segmento aeronáutico específico. Alguns concorrentes do C-390 Millennium de características e missões comparáveis são o Kawasaki C-2 e o Ilyushin Il-276 que, assim como o C-390 operam motores turbofan, e o Airbus A400M de propulsão turboélice.

Vale notar que outras classificações são possíveis, uma vez que a taxonomia se propõe a ser geral. Pode-se defender, por exemplo, a ideia de que os programas associados à aquisição do C-390 carregam um caráter catalítico, visto que a aeronave também é pensada para ganhar outros mercados, além do brasileiro. Além disso, resgata-se a já aludida discussão se as PCP podem ou não ser consideradas instrumentos de política de inovação pelo lado da demanda. Caso não o sejam, o seu status como uma categoria de PPI fica em cheque, assemelhando-se mais a um subsídio à P&D. Ambas as percepções não são aceitas nesta dissertação, que opta por atribuir à compra do C-390 as categorizações descritas nos parágrafos anteriores.

Optando-se por utilizar as tipologias propostas por Edler et al. (2005) e Rolfstam (2012), faz-se mais proveitoso classificar os dois programas de aquisição como uma única PPI, uma vez que as tipologias em questão não contemplam uma categoria própria para as PCP. Categoriza-se, então, todo o processo de aquisição (protótipos mais produção seriada) como PPI direta, em termos da necessidade social e do usuário final. Aqui prevalece o mesmo raciocínio feito para a tipologia de Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012). Em termos da outra

⁴⁰ A dimensão que mede a cooperação entre a entidade pública e a entidade privada não é utilizada aqui, visto que, como os próprios autores pontuam, a cooperação não é uma variável categórica, mas gradativa (EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2012, p. 1759). Ainda assim, é possível observar um elevado grau de cooperação entre FAB e Embraer.

dimensão da taxonomia, os efeitos sobre o mercado, a identificação dos projetos entre as categorias pode ser enxergada de duas maneiras: i) relativamente à indústria brasileira, tem-se nesta compra pública o caráter de criação de mercado, uma vez que não há no Brasil nenhum projeto semelhante anterior ao C-390; e, ii) relativamente à indústria mundial, é possível enxergar uma PPI responsável por consolidar o mercado. Na primeira maneira, a criação de mercado reflete a abertura de possibilidades para a Embraer e o restante da indústria nacional quanto à exploração de um tipo de aeronave que nunca havia sido desenvolvida e fabricada no Brasil. Assim, o que a PPI da FAB faz é incentivar e subsidiar a implantação de uma nova cadeia produtiva – que inclusive cobra capacidades diferentes das empresas que fazem parte dela – e novas tecnologias no país que, de outro modo, poderiam não ter chegado a existir. Em relação à segunda maneira, diz-se que há consolidação de mercado porque as ações do Estado brasileiro ao promover a PPI do C-390 acabam por adicionar um concorrente ao mercado global em um contexto de equipamentos e tecnologias já maduras.

A classificação na dimensão de impacto sobre o mercado é mais difícil, uma vez que é complicado determinar até que ponto o mercado já não estava criado e aberto no Brasil, mas as companhias nacionais não tinham condições ou competências para participar. Considerando-se que o mercado militar é monopsonista, e o mercado civil de aeronaves como o C-390 ainda não pegou tração no país, pode-se afirmar que a mera necessidade da FAB em substituir sua frota de aviões Lockheed C-130 já constituiu um mercado criado e, até mesmo, maduro. Por outro lado, ao se contemplar a possibilidade de que o C-390 seja pensado para a utilização dual, isto é, a adoção da aeronave por operadores civis, fica mais evidente como, de fato, trata-se de uma PPI para criação de mercado. Já do ponto de vista global há pouca dúvida de que o C-390 se trata de um concorrente muito forte, mas que não encerra inovações radicais.

Quadro 4 – Classificação dos programas KC-X e KC-390 de acordo com tipologias de compras públicas para inovação

| | | KC-X | KC-390 |
|--|----------------------------|---|------------|
| Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012) | Grau de novidade | PCP | Adaptativa |
| | Tipo de necessidade social | Direta | Direta |
| Rolfstam (2012) | Efeitos sobre o mercado | Criação de mercado (nacionalmente); consolidação de mercado (globalmente) | |
| | Tipo de necessidade social | Direta | |

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O Quadro 4 condensa as discussões feitas nesta seção, classificando tanto o Programa KC-X, quanto o Programa KC-390, de acordo com as perspectivas das tipologias de Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012) e Rolfstam (2012). Tais tipologias, por suas vezes, herdam categorizações de outras classificações apresentadas na seção “1.1.2 Tipologias”. Conforme exposto por Ribeiro (2017, p. 260), a aquisição dos dois protótipos iniciais e a posterior encomenda de 28 aeronaves se deu por dispensa de licitação, apoiadas sobre o Artigo 25 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993 (Lei 8.666/1993). Esse artigo prevê que, na ocasião de inviabilidade de competição – que é o caso do KC-390, visto ser a Embraer a única empresa nacional capaz de produzir tal aeronave – a licitação é inexigível (BRASIL, 1993). A próxima seção se ocupará de discutir as etapas e o cronograma do processo de aquisição.

4.2 EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE AQUISIÇÃO

A FAB utiliza-se de uma diretriz para dar conta do gerenciamento do ciclo de vida de suas aeronaves, conforme explicitado no documento DCA 400-6 Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica. Nesse documento, “ciclo de vida” é definido como o conjunto de procedimentos que se ocupa de detectar uma necessidade operacional e os sistemas e materiais que podem solucioná-la, atender a necessidade por meio da utilização do item selecionado, realizar as avaliações necessárias, decidir pela modernização ou revitalização do item, efetuá-

las caso seja preciso e, por fim, desativá-lo (BRASIL, 2007, p. 11). Naturalmente, o processo de aquisição de aviões é contemplado também no ciclo de vida.

O ciclo de vida dos sistemas e materiais na FAB é composto pelas seguintes fases: i) Concepção; ii) Viabilidade; iii) Definição; iv) Desenvolvimento/Aquisição; v) Produção; vi) Implantação; vii) Utilização; viii) Revitalização, Modernização ou Melhoria; e, ix) Desativação. As fases não seguem, necessariamente, a ordem apresentada.

Apoiando-se nas definições de aquisições apresentadas nesta dissertação, como a constante no FAR e em Arrowsmith (2010), as fases de Concepção, Viabilidade, Definição, Desenvolvimento/Aquisição e Produção fazem parte do processo integral de aquisição. Destaca-se a participação da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC) nessas etapas do ciclo de vida das aeronaves da FAB e, portanto, do C-390 Millennium.

Na fase de Concepção é que se identifica uma necessidade operacional da Força Aérea ou ainda uma oportunidade que se mostra disponível. Nesta etapa são consideradas as visões e opiniões dos operadores dos itens, como os pilotos dos aviões, por exemplo. De estudos sobre essas necessidades, formaliza-se uma Necessidade Operacional (NOP). Nem todas as carências e oportunidades avaliadas são levadas à frente, mas são avaliadas pelo Estado-Maior da Aeronáutica. Para aquelas que são aprovadas emitem-se os Requisitos Operacionais Preliminares (ROP), delineando as características que o item deverá apresentar.

Já a etapa de Viabilidade se debruça sobre o exame de alternativas que possam atender os ROP levantados na etapa anterior. Essas alternativas são avaliadas sob aspectos políticos, econômicos, tecnológicos e em função dos prazos e riscos envolvidos. No Projeto KC-X, que redundou no C-390, o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional foi crucial para a escolha pelo projeto da Embraer (FAB, 2021).

A Definição é a fase em que são escolhidos os fornecedores, a partir de estudos técnicos de engenharia, simulação e modelagem, bem como dos planos e objetivos de nacionalização e capacitação da indústria. Nesta etapa são definidos os Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais (RTLTI), as Especificações Técnicas do Projeto, bem como os objetivos de custos e de prazos da aquisição. É quando se definem os requisitos de *offset*, também. Encerra-se o estágio de Definição com a elaboração das minutas dos contratos com os fornecedores.

A fase seguinte, Desenvolvimento/Aquisição, é a que demanda maior trabalho por parte da COPAC. É a fase em que os agentes envolvidos no processo precisam garantir que o material ou sistema esteja em condições de ser produzido. Equipes jurídicas, técnicas, financeiras, gerenciais e fiscais atuam neste estágio para a consecução do contrato e a entrega do item

adquirido nas condições contratadas. Caso tenha-se optado pelo desenvolvimento do produto – em oposição à sua compra *off-the-shelf* – são executados, Planos de Desenvolvimento, de Nacionalização e Transferência de Tecnologia, de Compensação Comercial, de Verificação, Ensaio e Certificação. Alternativamente, se foi escolhida a compra de um item disponível no mercado, são emitidos os Planos de Nacionalização e de Compensação Comercial.

A fase de Produção é a última que carrega os procedimentos clássicos de aquisição. É neste ponto que se inicia a produção de fato do item selecionado. Também é quando se assinam os contratos com os fornecedores para o suprimento da logística necessária à operação inicial. No caso de compra de prateleira, a fase de Produção segue-se logo após a fase de Viabilidade e os passos necessários nas etapas de Definição e Desenvolvimento (BRASIL, 2007; FAB, 2021).

A aquisição dos protótipos e a encomenda do restante das aeronaves se deram em dois processos distintos, com ações orçamentárias separadas. O primeiro, inserido no programa para decidir o substituto do C-130 na FAB, denominado Projeto KC-X, é o que se iniciou em 2009, após a assinatura do contrato entre FAB e Embraer para se desenvolver uma aeronave cargueira média com base nos modelos apresentados pela empresa. A ação orçamentária 123B, que dá ensejo ao Projeto KC-X, já demonstrava o caráter inovador da compra pública. Desde o princípio do programa já estava claro aos agentes envolvidos que este se tratava de um projeto cujo foco era o domínio de tecnologias no estado da arte pela indústria nacional, proporcionando a geração de um produto inovador para o mercado brasileiro, além de permitir que as empresas da BID se capacitassem em termos tecnológicos. Chama a atenção também que, para além de seu cunho direto expresso na visão de que o cargueiro teria por finalidade suprir as necessidades da FAB, há também a previsão de um traço catalítico a essa PPI. Isso fica claro ao notar-se a preocupação em descrever o papel que uma eventual versão civil da aeronave desempenharia em organizações nacionais.

A ação orçamentária 123B dá conta também das atividades a serem desempenhadas no âmbito do projeto, reconhecendo seu caráter pré-comercial da compra pública (PCP), isto é, adquirir o desenvolvimento da aeronave contratando as atividades inovadoras para se chegar a esse objetivo (P&D, treinamento de pessoal etc.), sem que houvesse ainda a aquisição do produto final. Isso é visto no detalhamento da implementação do projeto, que é reproduzido integralmente a seguir:

[p]or meio de atividades de pesquisa e desenvolvimento, formação e capacitação de recursos humanos dedicados a produtos de alta tecnologia, geração de tecnologia de

ponta, definição de requisitos operacionais, execução de atividades de ensaio e atuação em conjunto com as indústrias brasileiras da área de Defesa (BRASIL, 2016).

O documento da licitação 00016/2009 que apresenta detalhes do contrato firmado entre FAB e Embraer para o fornecimento dos dois protótipos da aeronave, mais a prestação de serviços relacionados à certificação, avaliação e produção desses protótipos, previa um valor inicial de R\$ 3.028.104.951,07 (pouco mais de R\$ 3 bilhões). Tal documento aponta que a modalidade de contratação escolhida foi a inexigibilidade de licitação (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (BRASIL); CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO, [201-]). A escolha da modalidade se valeu do Artigo 25 da Lei 8.666/1993 que prevê no caso de impossibilidade de concorrência. Considerou-se, neste caso, que a Embraer era a única empresa capaz de entregar o projeto desejado pela FAB.

Ribeiro (2017) argumenta que as modalidades de contratação por dispensa e inexigibilidade de licitação não são as mais adequadas para um caso como o do C-390. Posição que é corroborada na obra de Rauen e Barbosa (2019). Tais modalidades acabam por deixar todo o risco da contratação sobre o fornecedor, não contemplando a possibilidade de fracasso que é inerente às atividades inovadoras. Assim, segundo os termos da contratação, mesmo na verificação de inviabilidade da produção, a Embraer precisaria realizar a entrega dos dois protótipos adquiridos. Uma alternativa melhor à dispensa e à inexigibilidade de licitação seria utilizar os instrumentos relativos às encomendas tecnológicas, na Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (Lei 10.973/2004). À época, todavia, tais opções não eram viáveis (RAUEN, 2017a; RAUEN, 2017b; RIBEIRO, 2017; RAUEN; BARBOSA, 2019).

A compra de atividades de P&D é prevista na Lei nº 10.973, em seu Artigo 20, que recebeu nova redação pela Lei nº 13.423, de 11 de janeiro de 2016 (Lei 13.423/2016). Tal Artigo estabelece que órgãos da administração pública podem contratar diretamente a empresas – e outras entidades – atividades inovadoras que envolvam risco tecnológico, para solução de problema técnico específico ou obtenção de produto ou processo inovador (BRASIL, 2004). O risco tecnológico é definido pelo Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018 (Decreto 9.283/2018) – que regulamenta as Leis citadas – como:

possibilidade de insucesso no desenvolvimento de solução, decorrente de processo em que o resultado é incerto em função do conhecimento técnico-científico insuficiente à época em que se decide pela realização da ação (BRASIL, 2018b).

O Artigo 20 da Lei 10.973/2004 ainda explicita que é facultado ao órgão adquirente a contratação, mediante dispensa de licitação, do fornecimento em escala do produto ou processo

resultante das atividades inovadoras empreendidas pela contratada, sendo possível que esse mesmo agente contratado seja responsável pelo fornecimento ou ainda outra empresa ou entidade (BRASIL, 2004). O Decreto 9.283/2018 prevê também cinco formas de remuneração que objetivam lidar com a dificuldade de se estimar adequadamente os custos das atividades inovadoras, bem como compartilhar o risco tecnológico entre as partes envolvidas. São essas formas de remuneração: i) preço fixo; ii) preço fixo mais remuneração variável de incentivo; iii) reembolso de custos sem remuneração adicional; iv) reembolso de custos mais remuneração variável de incentivo; e v) reembolso de custos mais remuneração fixa de incentivo (BRASIL, 2018b).

Esses recentes avanços na legislação brasileira acerca da inovação tecnológica respondem, de certa forma, questões enfrentadas pelos projetos levados a cabo pelo Estado brasileiro juntamente a organizações públicas e privadas. Assim, pode-se dizer que o Projeto KC-X e o desenvolvimento do C-390 Millennium se beneficiariam dos novos marcos legais sobre encomendas tecnológicas e contratação de atividades inovadoras. No entanto, não foi essa a via seguida pela FAB sob as circunstâncias à época.

Com a assinatura do contrato e o firmamento oficial da parceria entre FAB e Embraer, o cronograma de desenvolvimento do C-390 pôde ser traçado. Logo em 2009 teve-se o prosseguimento do anteprojeto, com a etapa de estudos preliminares (PD). Durante os estudos preliminares foram realizados os primeiros testes em túnel de vento. Também foram selecionados os fornecedores de componentes para a aeronave. Essa fase foi encerrada em maio de 2010 (RIBEIRO, 2017).

Segue-se a etapa de definição inicial do projeto (*initial definition phase* – IDP). É nessa etapa que são definidas as configurações básicas e identificados os requerimentos de alto nível. A seleção da empresa de engenharia Akaer para essa etapa marcou a primeira vez em que uma empresa nacional foi selecionada para participar da IDP. Após a IDP, foi realizada a fase de definição conjunta (*joint definition phase* – JDP). Nessa fase são realizados a validação e detalhamento do projeto, incluindo montagem, desenho de partes e componentes e a definição de todas as interfaces e sistemas da aeronave” (FERREIRA; SABBATINI, 2014; RIBEIRO, 2017).

Ao fim da JDP, ocorreu a primeira grande revisão de projeto, denominada de Revisão Preliminar do Projeto (*Preliminary Design Review* – PDR). A PDR do C-390 foi concluída em agosto de 2012, em um evento em que foram apresentadas pela Embraer à FAB os recursos e componentes definidos para a aeronave em matéria de estruturas e sistemas, tais como interfaces e componentes (DEFESANET, 2012). Segundo Fowler (2015), no que toca à

engenharia de projetos, a conclusão bem-sucedida da PDR tradicionalmente fecha toda a etapa preliminar do projeto. Para o autor, na PDR devem ser apresentados os sistemas básicos da aeronave, como o mecânico, térmico, eletrônico e de softwares, bem como estimativas de peso, volume, carga e consumo de combustível. É a revisão que estabelece os patamares mínimos do projeto.

Em março de 2013 foi realizada a Revisão Crítica do Projeto (*Critical Design Review - CDR*) conjuntamente entre pilotos, engenheiros e técnicos da FAB e da Embraer. Para Fowler (2015, p. 552-3) no CDR o projeto já deve estar completo, sendo nessa ocasião apresentados os desenhos finais. São avaliados os mesmos sistemas e tópicos aprovados na PDR, mas em suas formas definitivas. O CDR dá insumos para a produção, fazendo uso de simulações, testes, análises, esquemas e programação computacional. A partir dessa etapa, iniciou-se a construção dos protótipos do C-390 (AGÊNCIA FORÇA AÉREA, 2013).

Em maio de 2014, em fase avançada do processo de desenvolvimento, ocorreu a assinatura do contrato (Contrato de Despesa 010/DCTA-COPAC/2014) para a aquisição das 28 aeronaves de produção seriada, em um total de R\$ 7.255.869.086,01 (R\$ 7,2 bilhões). Assim como ocorreu no caso da aquisição das atividades inovadoras sob o âmbito do Projeto KC-X, o fundamento da contratação foi a inexigibilidade de licitação prevista no Artigo 25 da Lei 8.666/1993. Esse contrato se deu sob a ação orçamentária 14XJ. Muitos contratos subscritos a essa ação orçamentária são de caráter sigiloso, não sendo possível identificar os fornecedores e os itens contratados.

Ainda em 2014 a FAB alterou o contrato, com uma significativa redução nos valores originais. Motivado por um histórico de limitações orçamentárias e abrindo mão de insumos estrangeiros por conta da incerteza quanto à taxa de câmbio, o 1º Termo Aditivo (TA) ao contrato estabeleceu um valor de R\$ 2.761.163.577,22 (R\$ 2,7 bilhões), alterado novamente pelo 4º TA em R\$ 3.129.863.852,92 (R\$ 3,1 bilhões). O fornecimento desses insumos, no entanto, foi contemplado em um segundo contrato (Contrato de Despesa nº 002/DCTA-COPAC/14), firmado com a Embraer Aviation International (EAI), centro de serviços da Embraer na França, cujo valor original é US\$ 1.925.704.094,68 (US\$ 1,9 bilhão)⁴¹ e que viria a ser alterado pelo seu 3º TA para US\$ 1.859.488.979,62 (US\$ 1,8 bilhão).

⁴¹ Na data de celebração do contrato, 30 de setembro de 2014, o a taxa de câmbio comercial para venda (R\$/US\$) era de 2,4510. Fonte: Banco Central do Brasil. Taxa de câmbio - Livre - Dólar americano (venda) – diário. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub>. Acesso em 19 jan. 2023.

No mesmo ano tem-se a conclusão da construção do primeiro dos protótipos contratados. À aeronave foi atribuída a matrícula PT-ZNF, sendo apresentada (*rollout*) no dia 21 de outubro. O primeiro voo do protótipo se deu em fevereiro de 2015. O segundo protótipo, de matrícula PT-ZNJ, foi apresentado em 2016. Conforme descrito no Relatório de Gestão do EMAER para o exercício de 2016 (BRASIL, 2017), durante esse ano o desenvolvimento da aeronave prosseguiu com suas atividades, realizando voos de ensaios, tais como aqueles circunscritos à campanha de “congelamento aerodinâmico da aeronave”, cujo objetivo é confirmar o comportamento aerodinâmico durante lançamentos em voo, como os lançamentos de paraquedistas e de cargas. Além disso, oficinas preparatórias para as campanhas de ensaios de voos para a avaliação dos sistemas de reabastecimento em voo, manuseio e lançamento de cargas e de autodefesa foram concluídas. Tais oficinas contaram com a participação do EMAER e de representantes do EB e da MB. A primeira aeronave de produção seriada encerrou o ano de 2016 com 6,88% de conclusão, com a produção dos painéis dianteiros do avião.

Figura 4 – Apresentação do primeiro protótipo do C-390 (PT-ZNF)



Fonte: SOBREIRA, T. 2014. Disponível em:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apresenta%C3%A7%C3%A3o_KC-390_\(15576572716\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apresenta%C3%A7%C3%A3o_KC-390_(15576572716).jpg). Acesso em: 4 dez. 2022.

Um incidente notável viria a ocorrer em 2017 com o PT-ZNF. A aeronave teria perdido altitude rapidamente em função de um estresse superior ao esperado durante um voo de teste. Testava-se, na oportunidade, configurações de voo em baixa velocidade e com formação de gelo. Carenagens externas e janelas de inspeção foram danificadas em razão do evento (AERO MAGAZINE, 2017). Outro incidente também ocorreu com o mesmo protótipo um ano mais

tarde. No dia 5 de maio a aeronave sofreu uma excursão de pista no aeródromo da Embraer em Gavião Peixoto, São Paulo. O avião sofreu avarias significativamente maiores do que as ocorridas no incidente anterior, em partes da fuselagem. Segundo nota da Embraer, a aeronave “realizava testes de prova em solo quando saiu da pista” (GALANTE, 2018). Cabe salientar que, por ser um protótipo em fase de testes, incidentes tendem a ser esperados, além de prover informações relevantes aos engenheiros envolvidos no projeto.

Em dezembro de 2017 o C-390 alcançou a Capacidade Inicial de Operação (*Initial Operational Capability* - IOC), certificação que assevera o início das operações. À época os dois protótipos já acumulavam 1500 horas de voo e cerca de 40 mil horas de testes realizados em laboratórios. O certificado de tipo⁴² provisório da aeronave foi emitido pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), reconhecendo que o projeto se adequa aos requisitos exigidos pela ANAC para a atuação civil de aeronaves da categoria do C-390 (EMBRAER, 2017). No dia 19 de outubro de 2018 a ANAC entregou o certificado de tipo final ao C-390. O passo seguinte é o atingimento da Capacidade Final de Operação (*Final Operational Capability* – FOC). Um outro certificado de tipo provisório viria ainda a ser entregue pelo Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), em novembro de 2021. Tal certificação, semelhantemente à expedida pela ANAC, atesta a segurança, aeronavegabilidade e adequação às missões a serem desempenhadas pela aeronave, mas o faz a partir da avaliação do C-390 à luz dos requisitos determinados pela FAB, para utilização em serviço militar (IFI, 2021).

A primeira das aeronaves de produção seriada a ficar pronta foi entregue à FAB no dia 4 de setembro de 2019, na Base Aérea de Anápolis, Goiás. A aeronave passa a compor a frota do Primeiro Grupo de Transporte de Tropa (1º GTT), que atua a partir da cidade goiana. Na FAB, o avião ganhou a designação KC-390, indicando as missões principais a serem desempenhadas pelo vetor⁴³. A Embraer primeiramente denominou o avião como C-390, nas fases iniciais do projeto, mudando para KC-390 após a confirmação de que a aeronave teria capacidade REVO – isto é, de reabastecer outras aeronaves em voo – e novamente adotando C-

⁴² O certificado de tipo é emitido pela ANAC após a realização de ensaios e inspeções, o exame de dados técnicos fornecidos pelo requerente e a declaração por parte deste que são cumpridos todos os requisitos de aeronavegabilidade, ruídos e emissões, em conformidade com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 21 (RBAC 21). Sua emissão garante que o projeto não possui características que o tornem inseguro. Um certificado de tipo provisório pode ser emitido antes da conclusão do processo de certificação do projeto, caso não sejam observados elementos que tornem sua operação insegura e sejam cumpridos na totalidade os requisitos explicitados no item 21.71, subparte C, do RBAC 21 (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2019).

⁴³ A FAB adota um sistema de nomeação de aeronaves baseado em indicadores. Nesse sistema o prefixo K é um indicador de modificação de atividade, e indica que a aeronave desempenha a função de tanque, e o C é um indicador de atividade, para a função de transporte (BRASIL, 2013).

390 em 2019, por motivos de posicionamento no mercado. Assim que foi entregue, o KC-390 da FAB passou a ser usado em uma série de missões, tanto de certificações quanto missões reais, como o transporte de suprimentos e itens médicos no âmbito da Operação Covid-19 do Ministério da Defesa, testes de reabastecimento em voo, pousos em pistas curtas e lançamento de cargas em voo, por exemplo. Até dezembro de 2021 a FAB tinha recebido cinco unidades do C-390 (1º GTT, 2021; 2022; AGÊNCIA FORÇA AÉREA, 2021; IPEV, 2021).

Apesar do relativo sucesso, duas reduções na quantidade de aeronaves adquiridas, bem como atrasos no cronograma de entregas, assolaram o programa. A primeira redução no pedido se deu em fevereiro de 2022, quando a FAB diminuiu seis unidades da ordem inicial, saltando de 28 para 22 e modificando também a cadência de entregas. Originalmente, ter-se-ia um cronograma de entregas de duas a quatro aeronaves por ano, perpassando os anos de 2019 a 2027. No novo contrato, estão previstas de uma a duas transferências por ano, à exceção de 2021, em que nenhuma aeronave seria transferida, e 2034, o último ano do cronograma, com três entregas. Vale notar, ainda, que a ideia do COMAER era reduzir o pedido em 13 unidades, para apenas 15, ou seja, uma redução de quase metade do que previamente contratado. A segunda diminuição no contrato foi em outubro do mesmo ano, na qual FAB e Embraer concordam em uma alteração de 22 para 19 unidades. O motivo elencado é a imprevisibilidade orçamentária e o desempenho acima do esperado do C-390 em missões. Ademais, a aquisição dos caças Gripen pode ser encarada como um processo mais estratégico para a Força Aérea, de modo que reduções no dispêndio com o C-390 abririam espaços no orçamento para eventuais novos pedidos do caça (AGÊNCIA O GLOBO, 2022; ALERIGI JR, 2022; LAURENCE, 2022; VALDUGA, 2022a).

Uma outra frente de venda do C-390 e que merece ser destacada é a de exportações. Encarada como viável e fundamental para o sucesso comercial da aeronave, as vendas do C-390 para países estrangeiros já é uma realidade do programa. O desempenho das exportações do C-390 pode, inclusive, ajudar a dirimir problemas causados pela redução no pedido e na cadência de entrega à FAB. Para isso, no entanto, é preciso um esforço não desprezível por parte de representantes da Embraer e até mesmo do governo brasileiro para convencer autoridades internacionais de que o avião brasileiro é um concorrente a altura de outras opções no mercado.

Duas unidades do avião foram vendidas para a Hungria, em um negócio de, aproximadamente, US\$ 300 milhões. Como parte do acordo, a empresa Aeroplex se qualificará como um centro de serviço autorizado no país europeu para prestar manutenção a essas aeronaves. A expectativa é que a entrega da primeira aeronave se dê em 2024. Portugal também

optou pela aquisição de cinco aeronaves por cerca € 827 milhões. Essa é a mesma quantidade adquirida pelos Países Baixos, que optaram pela compra da versão da aeronave sem capacidade de reabastecimento aéreo, em 2022 (GIELOW, 2020; AERO MAGAZINE, 2022; EMBRAER, 2022). A adoção do C-390 por países pertencentes à OTAN é um marco importante para o processo de comercialização da aeronave. Por um lado, o atingimento de requisitos operacionais exigidos para equipamentos em uso na OTAN abre caminho para que as vendas a outros países da aliança sejam facilitadas. Por outro lado, demonstra a capacidade da fabricante em cumprir com prazos e outras demandas gerenciais em relação aos processos de aquisição.

A República Tcheca – que também pertence à aliança – apesar de até o momento não ter apresentado ordem de compra da aeronave, foi uma das parceiras de desenvolvimento do C-390. A companhia tcheca Aero Vodochody é responsável pela fabricação de algumas partes da fuselagem: a seção traseira, segmentos da rampa de acesso e todas as portas da cabine. Além disso, a empresa também foi incumbida de desenvolver, produzir e prover suporte de certificação dos bordos de ataque fixos das asas, conhecidos pela sigla FLE (*Fixed Leading Edge*). A subsidiária da Embraer em Portugal, OGMA⁴⁴, também foi uma das parceiras no fornecimento de aeroestruturas. A empresa portuguesa fornece os *sponsons*, que são as estruturas abauladas nas quais se localizam o compartimento do trem de pouso principal, segmentos da fuselagem central e os profundos. Além de República Tcheca e Portugal, o outro país que mantém parceria com a Embraer é a Argentina. A Fábrica Argentina de Aviones (FAdeA) produz a porta do trem de pouso do nariz, os *spoilers*, a carenagem dos *flaps*, a porta da rampa de acesso, o *rack* de equipamentos, onde são alojadas as peças eletrônicas de comunicação e o cone de cauda (VALDUGA, 2017; AERO VODOCHODY, [201-]; PADILHA, 2022).

Apesar de esforços para parcerias internacionais e algum nível de internalização da produção, grande parte dos componentes empregados no C-390 Millennium são de origem estrangeira, com destaque àqueles mais críticos, como motores e aviônicos. Isso é um indicativo da baixa intensidade tecnológica das firmas nacionais, mas também do elevado grau de internacionalização que caracteriza a indústria aeronáutica. Loureiro e Heye (2017), de maneira mais enfática, defendem que existe uma dependência fundamental de tecnologias estrangeiras no projeto. Não é razoável pensar que a Embraer, com o posicionamento que tem junto a clientes e fornecedores internacionais, não faria uso de parcerias e relacionamentos construídos

⁴⁴ O capital da OGMA é dividido da seguinte forma: 65% das ações são controladas pela Embraer, ao passo que os 35% restante são de propriedade do Governo de Portugal (OGMA, [S.d]).

ao longo do tempo, mesmo que isso signifique aprofundar essa dependência. Se os programas KC-X e KC-390 tivessem por objetivo a construção com um número grande de componentes de fabricação nacional, um maior *enforcement* deveria ser aplicado já desde sua concepção, o que não parece ter sido o caso, como será visto na seção a seguir. Ainda assim, novas versões e gerações da aeronave podem sim contar com uma maior participação de firmas nacionais. A Figura 5 mostra alguns dos principais fornecedores do C-390 e os respectivos sistemas ofertados.

Figura 5 – Fornecedores de sistemas e itens críticos do C-390



Fonte: Padilha (2015).

Vale notar, no entanto, a iniciativa do Parque Tecnológico de São José dos Campos, junto com Embraer e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) Programa de Desenvolvimento da Cadeia Aeronáutica (PDCA). O PDCA redundou em avanços de capacidades técnicas e gerenciais às firmas das camadas inferiores da CAB, com destaque às fornecedoras de peças usinadas. São destacados, entre os pontos positivos do PDCA: i) redução do número de pedidos entregues à Embraer em atraso; ii) aumento da quantidade de componentes fornecidos; iii) aumento de complexidade dos itens fornecidos; e, iv) crescimento das exportações dessas empresas de US\$ 3 milhões em 2011 para US\$ 60 milhões em 2015.

Originalmente lançado em 2011 pela Embraer como Programa de Desenvolvimento de Fornecedores (PDF), o PDCA foi encerrado em 2020 (SILVEIRA, 2015; PQTEC, 2020). Ainda que não tenha se originado diretamente dos programas KC-X e KC-390, e que visava capacitar as empresas nacionais para ofertar componentes a outras aeronaves, é notável a importância dos projetos para o relativo sucesso do PDCA. Ademais, é difícil determinar até que ponto a Embraer buscou qualificar seus fornecedores justamente para obter vantagens competitivas na fabricação do C-390 Millennium.

A escolha de firmas estrangeiras para compor a cadeia produtiva do C-390, em muitos casos, está baseada nas capacidades técnicas e financeiras dessas firmas em lidar com projetos dessa complexidade. Como visto nos capítulos 2 e 3, a organização da indústria a partir da divisão de riscos exige que os fornecedores estejam maduros e mantenham competências em áreas que, anteriormente, se concentravam nas OEM. Todavia, cabe destacar casos específicos de empresas brasileiras que, participando da cadeia produtiva do C-390, apresentaram avanços em questões operacionais e tecnológicas, em maior ou menor nível. Oito empresas brasileiras – incluindo subsidiárias de companhias estrangeiras – fizeram parte das fases de projeto da aeronave: AEL Sistemas; Aernnova; Aerotron; Akaer; Alestis; Eleb; LH Colus e Sobraer (SILVEIRA, 2012). Quatro delas serão analisadas a seguir. Salienta-se, contudo, que é difícil determinar em que medida esses avanços são fruto da participação no C-390. Ainda assim, é útil compreender os caminhos que se abrem para a CAB.

4.2.1 AEL Sistemas

A AEL Sistemas é uma empresa brasileira, sediada em Porto Alegre, que atende uma gama de indústrias e atividades, tendo atuado em diversos projetos das Forças Armadas brasileiras, como o SISFRON, o Guarani e o F-5M. A empresa empenha-se no manejo e gestão de sistemas eletrônicos, para plataformas aéreas, marítimas e terrestres, desde o projeto até a fabricação e os suportes técnico e logístico. Participante dos projetos do treinador Tucano e do AMX, a empresa passou a ser encarada como um importante ator no país. Posteriormente viria a desenvolver também todo o conjunto de aviônicos embarcados no EMB-314 Super Tucano.

Em 2001 a AEL Sistemas foi adquirida pela Elbit Systems, importante firma israelense do segmento de defesa e, no ano de 2011 a empresa teve 25% de seu capital adquirido pela Embraer. Juntas, AEL Sistemas e Embraer, lançaram uma *joint venture* dedicada à fabricação

de veículos aéreos não-tripulados (VANT), a Harpia Sistemas. Com 51% do capital controlado pela Embraer, 40% pela AEL Sistemas e 9% pela Avibras⁴⁵, a Harpia Sistemas teve suas atividades encerradas logo em janeiro de 2016, com um VANT em desenvolvimento, denominado Falcão.

Nos últimos anos destacou-se por produzir aviônicos para os Gripen E/F do Projeto F-X2, especialmente o *Wide Area Display* (WAD), tela de instrumentos do *cockpit* que mostra informações ao piloto. Essa tela foi uma autêntica inovação para o projeto da aeronave, sendo adotada não somente pela FAB, gamas também pela própria Saab, fabricante do avião. No caso do C-390, a empresa fornece aviônicos avançados, como o software e módulo computador X86 para o computador de missão, sistemas de autoproteção e contramedidas, o software do HUD (*head-up display*) e o EVS (*enhanced vision system*). Alguns dos projetos de componentes para o C-390 – hardwares, softwares e mecânicos – foram desenvolvidos e geridos diretamente pelos engenheiros da empresa, significando ganhos em capacidades técnicas (RIBEIRO, 2017; AEL SISTEMAS, [S.d]). No âmbito do *offset* do C-390, a AEL Sistemas foi beneficiária de um acordo para o desenvolvimento de aviônicos junto à Collins Aerospace, conforme será mencionado na seção “4.3 O OFFSET NO PROGRAMA”.

4.2.2 Akaer

A Akaer é uma empresa de engenharia aeronáutica fundada em 1992 na cidade de São José dos Campos por ex-funcionários da Embraer. A empresa apresentou um crescimento destacado durante o fim do século XX e início do século XXI, participando de praticamente todos os projetos da Embraer desde então, por conta de sua qualificada mão-de-obra em engenharia aeronáutica. (FERREIRA; SABBATINI, 2014; FERREIRA, 2016). A Akaer teve participação de destaque no projeto dos E-Jets da Embraer, sendo contratada para prestar serviços de engenharia. Também atuou nos projetos do EMB-314 Super Tucano e de jatos executivos como os Phenom e Lineage 1000.

No ano de 2009 a empresa foi escolhida para fabricar seções da fuselagem e das asas do Gripen E/F. Aeronaves supersônicas, como o Gripen, exigem estruturas reforçadas, capazes de

⁴⁵ Inicialmente, a participação da AEL Sistemas na Harpia Sistemas era de 49%. Em 2013 a empresa transferiu 9% do capital para a Avibras.

suportar o maior estresse gerado pelo atingimento de altas velocidades. Trata-se, portanto, de um atestado das capacidades técnicas da Akaer. A presença na cadeia produtiva do Gripen tornou-se o mais notável negócio da Akaer nos anos recentes. Em 2009 a companhia nacional foi selecionada como parceira internacional para desenvolvimento da nova versão da aeronave. No ano de 2012 a Akaer teve 15% de suas ações adquiridas pela Saab, antes mesmo da decisão do F-X2. Em 2018 esse percentual subiu para 28%. A Akaer, por sua vez, adquiriu 10% da Saab Aeronáutica Montagens, fábrica brasileira de montagens de partes do Gripen (VASCONCELOS, 2018).

Outras empresas, para além da Embraer e da Saab, também fazem parte do rol de clientes da Akaer, desde a nacional Helibras, subsidiária da Airbus Helicopters, até empresas estrangeiras de grande porte. Entre essas encontram-se grandes OEMs como Airbus e Boeing, empresas das camadas superiores da indústria aeronáutica como Honeywell e Safran, bem como clientes das camadas inferiores e até mesmo de outros mercados, tais como Phillips, Vale e Electrolux, por exemplo. Especificamente quanto à participação no C-390 Millennium, a Akaer projetou os *spoilers* a fuselagem dianteira, o cone de cauda e a empenagem vertical (algumas das peças que são produzidas pela FAdeA). A escolha da empresa para participar da fase inicial de definição (IDP), a tornou a primeira companhia nacional a ser selecionada para essa importante etapa de um projeto de aeronave. Para Ferreira e Sabbatini (2014), a Akaer é a principal e mais avançada empresa de engenharia aeronáutica do Brasil. Para além da proeminência em solo brasileiro, o objetivo da empresa é qualificar e complexificar suas entregas a ponto de adentrarem a primeira camada de fornecedores da indústria. Em 2023, a Akaer é parte do Grupo Akaer. Além da empresa de engenharia, o Grupo Akaer também controla a Opto Space & Defense, a Equatorial Sistemas e a Troya.

Apesar da participação nos Programas KC-X e KC-390 atestarem a eficiência da empresa e propiciarem ganhos de reputação, tal qual em outras situações – e com respeito a outras empresas – não é possível determinar a magnitude dos ganhos advindos dos programas. A Akaer já era uma empresa em ascensão, apesar de sua participação no C-390, contando com participações em outros projetos, não somente da Embraer, mas também no avançado Saab Gripen E/F, por exemplo. Ainda assim, pode-se encaixar o caso da Akaer como um sucesso dos programas estratégicos da FAB que, de certo modo, propiciaram o ambiente inovador no qual esses projetos estão inseridos – a própria iniciativa do Gripen no Brasil é fruto de uma decisão deliberada da FAB em selecionar o caça como finalista do F-X2. Assim, considera-se que o C-390 tem participação nos resultados da empresa.

4.2.3 Eleb

A Eleb nasceu como uma *joint venture* entre Embraer e Liebherr Aerospace, em 1999. Atualmente, a empresa é controlada pela Embraer, atuando no desenvolvimento e na produção de trens de pouso, atuadores hidráulicos e reservatórios hidráulicos, pilones e outros equipamentos para aeronaves. Como subsidiária da Embraer, a Eleb é participante de inúmeros projetos da OEM, como os E-Jets de primeira e segunda geração, os jatos Phenom e Legacy e aeronaves militares, tais como o Super Tucano, o AMX e o próprio C-390. No caso do C-390 Millennium, a empresa é responsável pelo trem de pouso, reservatório hidráulico, atuadores e outras peças.

O projeto e a construção do trem de pouso do C-390 constituíram desafios particularmente grandes à empresa. Todo o processo demorou cerca de cinco anos. Com uma tonelagem bem superior à de outras aeronaves da Embraer, o C-390 exige trens de pouso mais resistentes. Por conta disso, a empresa teve de desenvolver novas rotinas e adquirir equipamentos capazes de fazer a usinagem de peças grandes de titânio e de aço. Ademais, conforme destacado por Peccini (2016), o trem de pouso principal conta com um sistema de distribuição de peso inédito, desenvolvido pela empresa, que permite uma melhor absorção do impacto, melhorando a eficiência e o desempenho em pistas não preparadas e em condições climáticas adversas. Ainda segundo a autora, além da Eleb, apenas Goodrich e Messier-Bugatti-Dowty (hoje Safran Landing Systems) possuem competência para lidar com todo o processo de desenvolvimento de trens de pouso.

Para além da usinagem, a Eleb investiu na melhoria dos testes. Simulações computacionais dos testes de vibração e carga foram feitas sobre as peças, antes de sua produção. De modo a permitir testes de queda livre, considerado um dos mais complexos, a empresa construiu um equipamento de 17 metros de altura. Durante os testes foi atestado que o trem de pouso da aeronave sustenta as cargas exigidas para a operação (PECCINI, 2016).

A Eleb representa o melhor exemplo de ganho de capacidades técnicas que pode ser diretamente atribuído aos projetos KC-X e KC-390. Conforme explanado por pessoas ligadas ao dia a dia da empresa, sem a atuação nesses programas, a Eleb levaria um tempo muito mais longo para desenvolver – considerando o ritmo de novos projetos da Embraer – as capacidades técnicas, tecnológicas e logísticas proporcionadas pelo C-390. Também foram verificados efeitos positivos de transbordamento, uma vez que as competências adquiridas em usinagem permitiram à empresa desenhar e produzir o trem de pouso dos jatos E2.

4.2.4 LH Colus

Semelhantemente à Akaer, a LH Colus surgiu pelas mãos de um ex-funcionário da Embraer – que também integrou os quadros do IFI – como uma consultoria em engenharia aeronáutica. A empresa oferta serviços de análises estruturais, certificação de projetos de tipo, análise de reparos estruturais, bem como desenvolvimento de projetos aeronáuticos, de modo geral. Já em 2008, ano de fundação da empresa, assinou contrato com a Planair – à época uma fabricante de aeronaves instalada no Paraná – para apoiá-la no desenvolvimento e certificação do avião PL-010 CurianGo. Além desse, também participou de outros projetos, como o T-XC da também brasileira Novaer. Contudo, desde a entrada no programa de desenvolvimento do C-390, esse se tornou o principal projeto do qual a LH Colus se dedica (INFODEFENSA, 2013; LH COLUS, [S.d]).

Quando do início do projeto do C-390, a LH Colus viu a oportunidade de realizar algumas entregas à Embraer, sendo selecionada para fornecer os assentos de tropas e as macas. A empresa desenvolve e produz todo o pacote exigido para sustentar e montar os assentos. Cada pacote pesa 1120 kg, constituindo-se de cerca de 16 mil componentes por aeronave. Os requisitos demandados pela Embraer exigiram investimentos em capacidades produtivas fabris, até então não presentes na LH Colus, que se concentrava apenas nos serviços de engenharia. Ademais, destacam-se também os ganhos em aspectos gerenciais, uma vez que a empresa optou por subcontratar dezenas de outros fornecedores para as entregas (RIBEIRO, 2017). Desse primeiro contrato, a LH Colus acabou sendo selecionada para ofertar novos produtos ao C-390, como os assentos de revezamento da tripulação e, como subcontratada da empresa Aerotron, para a realização de análises estruturais e revisão do projeto das fixações de painéis de proteção balística.

Daquilo que pôde ser depreendido da literatura consultada, a LH Colus, por ser uma empresa mais jovem do que outras firmas de engenharia aeronáutica brasileiras, não se encontra na mesma posição dessas outras empresas, como a Akaer. Ainda assim, por participar do segmento que concentra as competências-chave da produção de aeronaves, isto é, a engenharia de projetos, a LH Colus desponta como um promissor empreendimento, uma vez que se consiga avanços nas capacidades de engenharia. O fato de ter sido escolhida pela Embraer para integrar o seleto grupo de fornecedores de itens críticos dos projetos KC-X e KC-390, corrobora o potencial da empresa.

4.3 O OFFSET NO PROGRAMA

A vigência de acordos de *offset* em produtos de defesa é uma obrigatoriedade imposta pela Lei nº 12.598 de 21 de março de 2012 (Lei 12.598/2012). A Lei estabelece que o MD será responsável por definir as regras e julgar os casos extraordinários em que o *offset* não puder ser aplicado (BRASIL, 2012). A Portaria GM-MD nº 3.662, de 2 de setembro de 2021, que estabelece a Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa (PComTIC Defesa), diz que importações de produtos de defesa em valor líquido (FOB) acima dos US\$ 50 milhões “em uma única compra ou cumulativamente com um mesmo fornecedor, num período de até doze meses, devem incluir, necessariamente, um acordo de compensação” (BRASIL, 2021b). Para importações em valores inferiores, o *offset* pode ser aplicado, desde que seja do interesse do MD e dos comandos das Forças Armadas – no caso do C-390 o COMAER. No Programa KC-X encontram-se casos que se encaixam nessa ocasião.

O Programa KC-X incorpora três contratos de *offset* ainda vigentes no ano de 2021, mais um já encerrado. O primeiro dos contratos de compensação vigentes é com a BAE Systems Controls, por um valor de compensação (já multiplicado pelos respectivos fatores multiplicadores) de US\$ 46.494.400,00. As empresas nacionais beneficiárias do acordo foram, originalmente, a Embraer e a TAP MRO, mas em janeiro de 2019 a TAP MRO foi substituída pela Rockwell Collins do Brasil. O segundo contrato listado é com a Rockwell Collins e foi assinado em novembro de 2013, com um valor de compensação de US\$ 67.965.430,40. As empresas beneficiárias do *offset* são a Rockwell Collins do Brasil, a AEL Sistemas e a Jabil do Brasil. O terceiro e último dos contratos em vigor é com o consórcio International Aero Engines (IAE AG). Celebrado em abril de 2019, o contrato prevê um valor de compensação de US\$ 664.533.164,38, contemplando como beneficiárias a própria FAB, a Pratt & Whitney Canada do Brasil, a Increased Aviation Services, Aerotaxi Abaeté, Rico Taxi Aéreo, ABA Manutenção de Aeronaves e Diamond Aviação.

O contrato de *offset* referente ao KC-X que já havia sido cumprido até o ano de 2021 foi firmado com a Thales Avionics SAS em dezembro de 2014. O valor de obrigação do acordo foi de US\$ 28,350,860.00, beneficiando a empresa TAP-ME (BRASIL, 2017). A Tabela 6 sumariza os contratos de compensação discutidos nesta seção. Nos parágrafos a seguir as empresas beneficiárias dos acordos de *offset* serão apresentadas brevemente, à exceção da AEL Sistemas, cujo caso já foi tratado na seção “4.2.1 AEL Sistemas”.

Tabela 6 – Lista de acordos de offset relacionados ao Programa KC-X, até o ano de 2021

| Ofertante | Beneficiárias | Valor dos créditos de compensação | Status |
|----------------------------|---|-----------------------------------|-----------|
| BAE Systems | Embraer e TAP MRO (substituída por Collins Aerospace do Brasil) | US\$ 46,5 milhões | Ativo |
| Collins Aerospace | Collins Aerospace do Brasil, AEL Sistemas e Jabil do Brasil | US\$ 68 milhões | Ativo |
| International Aero Engines | FAB, P&WC do Brasil, Increased Aviation Services, Aerotaxi Abaeté, Rico Taxi Aéreo, ABA Manutenção de Aeronaves e Diamond Aviação | US\$ 664,5 milhões | Ativo |
| Thales Avionics | TAP-ME | US\$ 28,4 milhões | Encerrado |

Fonte: Brasil (2017), Estado-Maior da Aeronáutica (2022).

A Rockwell Collins do Brasil, atualmente Collins Aerospace do Brasil, localizada em São José dos Campos, é a subsidiária da Collins Aerospace, divisão de sistemas aeroespaciais da Raytheon Technologies. A Collins Aerospace oferta uma série de produtos e serviços, desde engenharia de projetos até a produção de aeroestruturas, aviônicos e sistemas de pouso. A empresa foi selecionada como fornecedora do sistema de aviônicos integrado Pro Line Fusion para o C-390, que é a primeira aeronave militar a receber esse sistema. Já a filial brasileira oferece soluções em comunicações por rede para aplicações no ar, terra, mar e guerra eletrônica, sistemas integrados de aviônica e comunicações para aeronaves de asa fixa, asas rotativas e não tripuladas. Também oferece sistemas de simulação e treinamentos. Atende os Programas C-390 e Legacy 450/500 da Embraer (BUSBEE, 2013; COLLINS AEROSPACE, [S.d]). O contrato de compensação com a Collins prevê *offset* direto em relação à manutenção de equipamentos do C-390 e uma interface com a AEL Sistemas para capacitação em desenvolvimento de aviônicos, em menor escala de relacionamento. A Collins Aerospace do Brasil também atuou como facilitadora de integração (DA SILVA, 2023).

A Jabil do Brasil, localizada em Betim (Minas Gerais), Manaus e Valinhos (São Paulo). É a operação brasileira da Jabil, empresa americana de manufatura com mais de 260 mil funcionários pelo mundo e que fornece para diferentes indústrias como, por exemplo, automotiva, telecomunicações, saúde, aeroespacial e de defesa. Nas instalações da Jabil do Brasil em Betim é mantido o Programa Jabil Brasil Centro de Inovação, focado no

desenvolvimento de hardware de forma colaborativa com *startups* nacionais. O programa objetiva fortalecer o Sistema de Inovação brasileiro, dotando a indústria nacional de capacidades de atuar em etapas de processos de manufatura que são tradicionalmente efetuados em outros países, bem como promover um ambiente inovador no país (JABIL ELETRÔNICA, 2022).

Outra empresa que é contemplada no *offset* do KC-X é a Pratt & Whitney Canada do Brasil. Em uma curiosa ilustração da organização hierarquizada em conglomerados que caracteriza a indústria aeronáutica de defesa, a firma é uma subsidiária da Pratt & Whitney Canada (P&WC) que, por sua vez, é subsidiária da americana Pratt & Whitney, uma das chamadas “três grandes” fabricantes de motores aeronáuticos, junto a Rolls-Royce e General Electric. A Pratt & Whitney é, ainda, uma divisão da Raytheon Technologies. A P&WC do Brasil mantém dois centros prioritários no país, um São José da Lapa, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, e outro em Sorocaba, São Paulo. Ambos os centros realizam manutenção, reparo e revisão geral (MRO), testes em banco de provas dos motores e disponibilizam equipe de reparo móvel (MRT). Ademais, a unidade de Sorocaba é também distribuidora de peças (PRATT & WHITNEY, 2022).

Não foi encontrada nenhuma evidência de atividade inovadora ou de P&D exercida pela P&WC do Brasil. No entanto, o centro instalado em São José da Lapa no final de 2019 é considerado de excelência, exercendo atividades de engenharia, inclusive. Inaugurado em parceria com a IAS, o centro, fruto de investimentos de mais de US\$ 23,8 milhões, visa atender o relativamente grande mercado interno de motores P&WC empregados em aviões de pequeno e médio porte e em helicópteros (ARBEX, 2019; LAVENDER, 2020). É difícil determinar o quanto, ou mesmo se, o *offset* do Projeto KC-X influenciou na decisão por abrir essas instalações no Brasil, mas, segundo informações levantadas em entrevista, a existência do centro de MRO coaduna com os interesses estratégicos da FAB (DA SILVA, 2023).

A alemã Rohde & Schwarz, apesar de não ter acordos de *offset* discriminados nos documentos da FAB consultados, também participou de contratos desse tipo. A Rohde & Schwarz foi selecionada para fornecer os sistemas comunicadores de rádio para o C-390, celebrando acordos de *offset* diretos relacionados à manutenção de tais sistemas. Um acordo, mais interessante, é o que está em fase incipiente com a Imbel. O contrato com a Imbel – estatal brasileira fabricante de armamentos e munições – estabelece a cooperação para o desenvolvimento conjunto de rádios de comunicação segura. Nesse caso, trata-se de um *offset* indireto (DA SILVA, 2023).

Problematiza-se o fato de que filiais de empresas estrangeiras sejam contempladas pelo *offset* do Programa KC-X e, no caso do acordo com a Rockwell Collins, de ocorrer uma transferência intrafirma. É certo que essas empresas, por estarem localizadas em solo brasileiro, contribuem para a BID, inclusive por meio da interação com outras firmas e agentes da indústria. Além disso, a própria FAB trata as empresas instaladas no Brasil de modo similar, independentemente da origem do capital controlador (DA SILVA, 2023). No entanto, ao manter a tecnologia sob capital estrangeiro, alija-se empresas de capital nacional do recebimento dessa tecnologia. Além disso, não se pode desprezar a capacidade que as matrizes têm de limitar a atuação das filiais, inclusive impedindo eventuais fornecimentos de bens e serviços à FAB, no futuro, bem como de, no limite, fechar as portas das empresas localizadas no Brasil. Por outro lado, isso pode ser uma evidência de que as firmas brasileiras de capital nacional não possuem capacidades técnicas e tecnológicas suficientes para a absorção dos conhecimentos transmitidos via acordos de *offset*.

Esse problema é evidenciado pelo caso da TAP ME, única empresa beneficiária da compensação oferecida pela Thales Avionics à FAB. A TAP Air Portugal (TAP) é a principal companhia aérea portuguesa, sendo a TAP ME a sua filial de manutenção e engenharia aeronáuticas no Brasil. A TAP decidiu encerrar as atividades da TAP ME em 2021 após a companhia portuguesa passar por dificuldades financeiras incorridas, em grande parte, por conta da pandemia de Covid-19. A matriz solicitou ajuda ao governo português que, junto à Comissão Europeia, exigiram da empresa um plano de reestruturação que obrigava o fechamento da filial brasileira. Como parte do processo de reestruturação, em 2020 a TAP foi reestatizada, tendo o governo de Portugal adquirido 72,5% do capital da empresa (RFI, 2020). Com cerca de 500 funcionários à data de seu encerramento, a TAP ME, apesar de sua importância no mercado brasileiro, era pouco lucrativa. No ano de 2018 uma unidade da TAP ME em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, já havia sido fechada, permanecendo somente com uma unidade no Rio de Janeiro até 2021 (LUSA, 2022; RFI, 2022; VALDUGA, 2022b).

Mesmo no caso de permanência no Brasil dos profissionais egressos da companhia, e da aplicação de parte dos conhecimentos adquiridos no decorrer do *offset* em outras empresas nacionais, é razoável supor que uma grande parte do que foi absorvido pela TAP ME tenha se perdido. O fechamento de uma firma representa a perda de suas rotinas e de significativa porção dos conhecimentos que circulavam em seu interior, principalmente aqueles que não são codificados, isto é, não podem ser acessados via documentação, bancos de dados ou outros meios, mas são dependentes de experiências individuais e da interação entre os profissionais. Segundo resultado da entrevista conduzida para esta dissertação, não é possível determinar se

ocorreu migração para alguma outra empresa brasileira dos conhecimentos transferidos pela Thales.

Além do problema do controle do capital e da dependência de decisões estratégicas tomadas em outros países, há que se chamar a atenção para o nível de capacitação tecnológica dessas empresas. De acordo com Ferreira e Neris Jr. (2017), as empresas subsidiárias brasileiras são, com algumas exceções, pouco inovadoras, adotando estratégias cujo objetivo é a permanência no mercado brasileiro. A maior parte dessas empresas depende grandemente da participação em projetos da Embraer, principalmente em atividades de pouca complexidade tecnológica. Apesar disso, pode-se defender uma posição de apoio às compras públicas que beneficiem essas empresas sob a perspectiva de que a ação do Estado funcione como o incentivo inicial para um novo posicionamento das firmas no mercado nacional, mais intensivo em inovação. Naturalmente, o sucesso de uma política assim depende de uma miríade de fatores, tornando-a não trivial. Para os autores, apenas os casos da GE Celma, da Helibras e da já citada AEL Sistemas, podem ser vistos como de firmas que executam atividades mais tecnologicamente complexas. A Helibras, pertencente ao Airbus Group não se ocupa da fabricação de aeronaves de asas fixas. Já a AEL Sistemas é a única dentre as citadas que tem sua principal atuação como fornecedora de primeira camada da Embraer.

Conforme resultado de entrevista, os projetos KC-X e KC-390 não colocam o *offset* como a questão prioritária, ao contrário do que ocorre em outros projetos como o F-X2 da FAB e o H-XBR⁴⁶. Desse modo, o objetivo da COPAC com os dois projetos que culminaram no desenvolvimento e compra do C-390 é antes prover a Força Aérea de um cargueiro médio com as capacidades apresentadas pela aeronave, sendo o surgimento e a manutenção de capacidades tecnológicas no país um objetivo secundário, ainda que importante (DA SILVA, 2023). Essa perspectiva torna-se relevante aos propósitos dessa dissertação à medida que pode impactar o nível de rigor aplicado às negociações contratuais do *offset*. Explica-se: no caso de um programa cujo escopo primário seja o *offset*, a transferência de tecnologia e, conseqüentemente, a geração de capacidades tecnológicas sobre a BID, seria de se esperar que o principal peso dado, quando da contratação de fornecedores, fosse sobre o potencial e os limites do *offset* que a empresa estivesse disposta a ofertar; já no caso de um programa de aquisição como o KC-X e o KC-390 é razoável supor que, para se fechar contratos de fornecimento, menores exigências em termos de compensação são feitas.

⁴⁶ O H-XBR é um programa do Ministério da Defesa para a aquisição de helicópteros Airbus Helicopters H225M para os três ramos das Forças Armadas nacionais e produção das aeronaves pela Helibras em solo brasileiro.

Isso pode ser percebido na seleção dos fornecedores do C-390, processo que foi encabeçado pela Embraer. A companhia gozou de relativa autonomia para decidir pelos ofertantes, a partir de critérios próprios, tais como o relacionamento entre empresas e a performance dos equipamentos. No caso dos motores fornecidos pela IAE AG, por exemplo, optou-se pela solução presente no mercado que melhor atendia as exigências de desempenho da aeronave, em oposição à opção de desenvolver componentes do sistema de propulsão no país, mais cara e mais difícil. Salienta-se, ainda, que as empresas ofertantes possuem um grande poder de decisão – ou, no mínimo, influência – sobre tipo de *offset* a ser transacionados e nos beneficiários das compensações. O poder de decisão de uma companhia sobre o *offset* é inversamente proporcional ao grau de concorrência que ela enfrenta. No caso de fornecedores cujos produtos sejam críticos e de difícil substituição – como são os motores – torna-se mais difícil para que os órgãos da FAB (como a COPAC e o IFI) negociem melhores condições de *offset*. Já no caso em que as entregas dos ofertantes são menos específicas, ou simplesmente existe mais concorrência pelo fornecimento, as oportunidades de negociação de acordos de compensação melhoram significativamente.

De forma prática, nos projetos em tela, as firmas contratadas e que possuem obrigações de *offset*, exercem liberdade para selecionar quais empresas receberão as contrapartidas e quais as modalidades do *offset*. Isso se dá por uma tentativa de manter competências essenciais nessas áreas. Assim, as firmas em questão têm a tendência de escolher apenas aquelas firmas com maior grau de dependência em relação a si própria, ou que tenham menor possibilidade de se tornar um risco – como se tornar uma concorrente ou fornecer tecnologias aos concorrentes da empresa. Bem como de ofertar tão somente modalidades que sejam de execução mais prática, menos custosa e que preserve as vantagens da empresa como, por exemplo, a ministração de treinamentos de pessoal ante a transferência de tecnologia diretamente. Há de se ressaltar que os *offsets* que se dão pela modalidade de treinamento, apesar de não reduzir a dependência de tecnologias externas, aumenta o grau de autonomia nacional na operação de aeronaves, e é encarada como positiva e com bons resultados pelo COMAER (DA SILVA, 2023).

Parece claro que o Projeto KC-X não tem por objetivo dotar a Base Industrial de Defesa brasileira de avançadas capacidades inovadoras em produção, para desenvolver tecnologias compatíveis com o estado da arte internacional. O propósito do *offset* associado ao programa é prover a indústria aeronáutica brasileira de meios para efetuar manutenção em alto nível, seja em torno da operação do próprio C-390, seja para as outras aeronaves estabelecidas em território nacional. Todavia, o domínio de todas as etapas da operação de um cargueiro médio, as quais incluem o desenvolvimento de protótipos, testes, certificações, fabricação de

componentes, utilização, manutenção e a retirada de serviço, é um dos objetivos da FAB ao desenhar e negociar os acordos de *offset*.

Não é possível determinar com exatidão em que medida o *offset*, direto e indireto, do KC-X – e eventuais *offsets* relacionados ao projeto KC-390 – teve influência determinante sobre incrementos de capacidades na CAB. No entanto, é possível enxergar incentivos à inovação tecnológica em função das contrapartidas do programa, ainda que, em alguns casos, eles sejam marginais apenas. Tomando como exemplo ilustrativo a instalação do centro de MRO da P&WC em São José da Lapa, e partindo do ponto de que ela foi utilizada pela IAE AG (consórcio que congrega a P&W) como uma forma de compensar parte dos créditos de compensação devidos, pode-se discutir a questão desses incentivos. Antes, faz-se necessário entender como dois pensamentos aparentemente contraditórios podem ser usados para explicar esse caso. Primeiro a existência do *offset* foi fundamental para o estabelecimento dessa unidade e eventuais transferências de conhecimentos e tecnologias da empresa norte-americana para o Brasil. Essa visão é reforçada pelo fato de que, no KC-X, as empresas gozam de certa liberdade para escolher as modalidades e beneficiários do *offset*, ou seja, outros tipos de compensação poderiam ter sido escolhidos, mas optou-se por esse.

A segunda visão é a de que a construção de um centro de MRO no país pela PW&C já estava prevista na estratégia da companhia e aconteceria independentemente da existência ou não de um acordo de *offset* obrigando-a. Se essa ideia for mais aderente à realidade do que a primeira, então conclui-se que o acordo de compensação seria efetivamente inócuo do ponto de vista de investimentos em capacidade produtiva, por parte da ofertante. Não somente isso, mas o próprio contrato seria desperdiçado e privaria um outro acordo, melhor e mais eficiente, de acontecer. Naturalmente, trata-se de uma posição extrema, tomada ao limite, mas que serve para identificar um possível sistema de incentivos negativos do *offset*. É uma perspectiva destacada por Behera (2015), conforme discutido na seção “2.4.3 A questão da eficiência do *offset*”

No entanto, é sim possível conciliar esses dois pensamentos, originando uma ideia que corrobora com a percepção de que o *offset* teve impacto positivo sobre a indústria nacional, qual seja: a empresa estrangeira já poderia sim ter em sua estratégia para o Brasil a abertura de um centro como o de São José do Lapa, no entanto, a obrigação do *offset* foi o “empurrão” que faltava para que ela viesse a se concretizar, ao menos em um período mais curto. Vasconcellos ([201?]) mostra que, apesar de uma série de dificuldades e obstáculos enfrentados pela CAB no tocante aos acordos de *offset* dos programas de aquisição da FAB, notoriamente KC-390 e F-X2, alguns benefícios são evidentes. Dentre os empecilhos elencam-se: um certo atraso

tecnológico das firmas nacionais, que torna mais difícil a absorção das contrapartidas; falta de clareza, por parte dos beneficiários dos *offsets* e dos órgãos governamentais, acerca dos requisitos da compensação; difícil valoração e nível detalhamento da transferência de tecnologia; negociação do contrato comercial e do acordo de *offset* feitas assincronamente e; quando a FAB é beneficiária, dificuldade de apoio a contrapartidas financeiras. Já entre os benefícios, o autor cita: crescimento da participação no mercado aeronáutico por parte das empresas nacionais e inserção em cadeias logísticas globais; treinamento em manutenção e incorporação de equipamentos nacionais; capacitação tecnológica do COMAER e; redução dos custos de contratos de aquisição e logísticos e atendimento dos requisitos logísticos.

Alguns dos pontos negativos discriminados vão ao encontro de informações conseguidas via entrevista, que apontam para a pouca institucionalização do *offset* no interior da FAB. Por mais que COPAC e IFI atuem ativamente na gestão e assessoria de acordos de compensação, acumulando importantes competências em cada área, na medida do que foi possível aferir há relativa incerteza quanto aos objetivos práticos e diretos dos acordos. Tais contratos são, por vezes, geridos sob uma perspectiva de “oportunidades apresentadas”, ou seja, acabam por ter um traço marcadamente ad hoc. Como evidência disso cita-se a inexistência de um ferramental ou arcabouço para avaliação dos contratos e de seus efeitos sobre as partes beneficiárias, a inconstância no envio de relatórios para o EMAER, bem como a prevalência de pesquisas acadêmicas – em oposição às pesquisas e relatórios técnicos internos – como forma de produzir e disseminar conhecimentos sobre os *offsets* da FAB.

A exceção parece ficar por conta do F-X2, uma vez que se trata de tecnologias sensíveis e no estado da arte que, de outra maneira, estariam inacessíveis às empresas brasileiras, ao menos no médio prazo. Isso corrobora com uma percepção de que o DCTA e, por sua vez, o próprio COMAER, demonstram uma preferência por *offsets* do tipo transferência de tecnologia. Isso não é o mesmo que dizer que outras modalidades de compensação sejam negligenciadas, no entanto. Mas há carência de uma melhor definição da política de compensação dentro da Força Aérea.

CONCLUSÃO

A partir da identificação do que são as compras públicas para inovação e como o segmento aeroespacial e de defesa foi – e ainda é – moldado, em grande medida, pelas PPI, foi derivado um estudo sobre a Cadeia Aeronáutica Brasileira, com ênfase no nicho militar. São verificadas as origens da fabricação de aeronaves em solo brasileiro, os pioneiros em uma era em que a Embraer não existia. O surgimento da Embraer, por sua vez, representou um marco muito significativo ao introduzir de vez o Estado brasileiro na linha de frente da engenharia aeronáutica no país. Concebida para constituir o braço produtivo de uma estrutura maior de pesquisa, desenvolvimento e produção de aeronaves, a Embraer se tornou, com o passar dos anos, a principal expoente da aviação no Brasil, agindo como um verdadeiro centro dinâmico no qual os demais agentes da CAB orbitam. Esta dissertação pretendeu mostrar não somente a proeminência da empresa no segmento aeronáutico nacional, mas também o quanto as compras realizadas pela FAB, com rebatimentos sobre a Embraer tanto em termos gerenciais quanto em termos tecnológicos, foram imprescindíveis para que a empresa chegasse ao patamar que se encontra.

Quanto aos objetivos específicos elencados no começo da pesquisa, se atingiu a maior parte das metas propostas. Acerca do primeiro deles (levantar bibliografia acerca das políticas de inovação pelo lado da demanda, compras públicas para inovação e *offset* tecnológico), o levantamento bibliográfico feito nos dois primeiros capítulos deu conta. No capítulo um, observou-se como as PPI se diferem das tradicionais compras públicas, isto é, quando não possuem intenção de gerar inovações tecnológicas, desde a concepção. Foi feito um resgate de conceitos e tipologias das PPI, de modo a lançar as bases sobre as quais as discussões sobre a indústria aeroespacial e de defesa, com foco no segmento aeronáutico, seriam realizadas. Foram exploradas, também, as práticas que são tidas como positivas na condução de compras públicas inovadoras, dando-se destaque à atuação dos órgãos governamentais. Além disso, realizou-se uma discussão sobre as diferenças dos ambientes institucionais presentes em países avançados e em países em desenvolvimento. Foi possível identificar, no caso brasileiro, questões pertinentes tanto aos ambientes mais inovadores quanto àqueles mais incipientes.

As discussões feitas até aqui ressaltaram a experiência da FAB na condução de processos de PPI, bem como o relacionamento simbiótico da instituição com a Embraer em diversos períodos do século passado. Por meio da ação como o braço produtivo de um sistema de inovação em aeronáutica, a Embraer conseguiu crescer e absorver capacidades tecnológicas

suficientes para se posicionar entre as líderes do mercado de construção aeroespacial. O que se destaca desse crescimento é o papel muito relevante que o Estado brasileiro teve em seu aparecimento; seja com o controle direto dos rumos da empresa; seja a partir da utilização das compras públicas para desenvolver a fabricante. E é sobre esse segundo caso que se buscou dissertar nesta obra.

As compras públicas têm sido usadas há tempos e por vários países como uma forma de incentivar a inovação tecnológica e provocar impactos positivos sobre determinadas indústrias, instituições governamentais ou ainda o todo da sociedade civil. Compras dessa natureza são chamadas PPI e podem oportunizar mudanças significativas na economia, aproveitando janelas de oportunidade, se bem geridas e construídas com objetivos claros e transparentes. Esta pesquisa se propôs a analisar os programas KC-X e KC-390 sob essas perspectivas, visando julgar quais os limites que enfrentaram e quais as possibilidades que eles criaram para a indústria aeronáutica nacional e o desenvolvimento de novas aeronaves. O desenvolvimento e a fabricação do C-390 servem como um exemplo, uma ilustração, para se entender a questão do potencial que as políticas de inovação pelo lado da demanda associadas a projetos estratégicos da FAB têm de gerar incrementos no nível de capacitação das firmas nacionais e de organismos estatais.

Acerca especificamente da PCP e da PPI associadas ao C-390, os achados da pesquisa mostram que são promissoras, à medida que a FAB e Embraer têm experiência em lidar com compras desse tipo, conforme demonstrado na seção “3.3.1 Aquisições destacadas da Força Aérea Brasileira”, o que indica já haver rotinas e pessoal adequado para o bom andamento das relações já firmadas e das que podem ser fechadas – com novos fornecedores ou clientes estrangeiros, por exemplo – bem como da administração geral do projeto. Ademais, há uma preocupação e objetivos expressos em se gerar inovações não desprezíveis para a CAB. Contudo, a redução na quantidade demandada e no ritmo de entrega das aeronaves pode prejudicar o planejamento e mesmo a consecução desses objetivos relativos à inovação.

Já o *offset* aparenta ter um efeito ambíguo, não plenamente claro. Por um lado, foram conseguidos avanços em termos dos serviços de MRO, o que está de acordo com os objetivos da FAB. Por outro lado, algumas das empresas beneficiárias dos acordos já não mais se encontram instaladas no Brasil ou são controladas por firmas internacionais. Além disso, a relativa liberdade que as empresas ofertantes do *offset* gozam para escolher as modalidades e as beneficiárias, restringe o quanto pode ser efetivamente absorvido pelas companhias brasileiras. Essas características fazem com que, grosso modo, a dependência em relação aos sistemas e componentes críticos desenvolvidos por empresas dos países avançados –

especialmente aquelas das primeiras camadas – não seja diminuída ou, ao menos, não no ritmo que poderia ser alcançado. É preciso salientar, no entanto, que não é possível “apertar” os fornecedores estrangeiros indefinidamente, isto é, exigir níveis elevadíssimos de contrapartidas, sob o risco de esses deixarem o negócio.

Assim, chega-se à conclusão de que os projetos KC-X e KC-390 apresentam sim perspectivas auspiciosas no tocante ao incentivo à inovação, enquanto um instrumento de política de inovação pelo lado da demanda, conformando-se a algumas características desejáveis como: ser estratégico; ser baseado em uma oportunidade real de colocação do produto no mercado; prezar por tecnologias de uso dual e pela possibilidade de utilização por operadores civis; e, ter em mente uma demanda social clara, neste caso a dotação de uma aeronave de transporte capaz de satisfazer a FAB em suas missões. Negativamente, no entanto, percebe-se um foco grande nos requisitos técnicos e operacionais, em detrimento de requisitos de inovação. Inovações significativas, no bojo dos projetos, parecem ter sido mais fruto da necessidade de se adequar aos próprios requisitos técnicos do que a planos de inovação propriamente. Em resumo, um conjunto de fatores faz com que o C-390 seja um caso clássico de PPI, mas ainda é preciso aprender com alguns erros cometidos.

Por um lado, existe um esforço dos órgãos de Estado em se manterem, em nível tecnológico e de conhecimento, a par com a Embraer, no qual se tem certo sucesso, bem como de identificar as melhores oportunidades para uma PPI. Por outro lado, a falta de concorrentes para a OEM brasileira coloca os organismos da FAB em uma situação de dependência em relação à Embraer, ainda que se leve em consideração o histórico de bom relacionamento entre as partes. O acima exposto aponta para a necessidade de uma institucionalidade forte e madura, capaz de fazer apologia, propor e levar a cabo as políticas de PPI. Esse é um ponto em que se enxerga potencial para melhorias nos procedimentos de gestão de PPI no país. A ausência dessa forte institucionalidade e de rotinas mais previsíveis e eficientes na FAB é ponto ao qual foi dada particular atenção durante a dissertação.

As diferentes tipologias apresentadas compartilham uma ideia central, mas diferem quanto à abordagem. Da ênfase nas fases mais incipientes do processo de aquisição até a consideração do papel da destruição na geração de inovações, aproximando-se da ideia Schumpeteriana de “destruição criadora”, é visto como uma tipologia se apoia sobre a anterior para tentar aplicar mais matizes à compreensão do fenômeno das PPI. Das contribuições de Edquist e Hommen (2000) no final do século XX pode-se dividir os posteriores avanços em dois troncos: um que é explorado por Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012) e outro que é aberto por Edler et al. (2005) e Rolfstam (2012). A dupla dicotomia de Edquist e Hommen

(2000) analisa todas as PPI através dos prismas do grau de novidade da inovação e do usuário final da inovação. Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012), ao expandi-la, contribuem especialmente na consideração das compras pré-comerciais (PCP). Compreender o fenômeno da PCP é essencial para se entender o processo de aquisição do C-390, visto que todo o Programa KC-X é, efetivamente, uma PCP. Aqui se considerou ainda que o C-390 foi fruto de uma compra direta e adaptativa.

Já o segundo capítulo expõe o modo pelo qual se deu a evolução da indústria no ocidente, olhando-se principalmente para o caso dos EUA, visto ser esse o país com literatura mais farta e, ao mesmo tempo, ter influenciado os rumos dos mercados e das próprias discussões acerca dos assuntos de defesa. O debate sobre o *spin-off*, isto é, os desdobramentos positivos dos investimentos em defesa sobre o restante da economia, também é abordado, dando ênfase na visão que prega uma reversão no sentido do *spin-off*. Tal visão diz que, nas últimas décadas, o mercado de defesa perdeu força quanto à geração de inovações, sendo muito mais afetado pelas inovações em indústrias civis de alta tecnologia, como a de eletrônicos, do que as afetando. Destaca-se a oportunidade aberta pelo desenvolvimento de tecnologias de uso dual, aplicáveis ao caso do C-390 Millennium que, não somente pode ser vendido a utilizadores civis, como ajudou a desenvolver tecnologias e capacidades que podem encontrar usos em aeronaves comerciais.

No mesmo capítulo também é mostrada a organização da indústria em camadas, chamando-se a atenção para a dinâmica da relação entre OEMs e fornecedores. A recente proliferação das parcerias de risco obrigou as empresas fornecedoras e assumirem cada vez mais a responsabilidade, inclusive financeira, pelos projetos de aeronaves, o que gera oportunidades favoráveis a algumas companhias, mas desafios por vezes intransponíveis a outras, que não gozam de uma posição privilegiada. No caso de empresas de países periféricos, como o Brasil, trata-se de um ponto de especial atenção, inclusive aos formuladores de políticas, que podem incentivar – ou não – seu crescimento e permanência no mercado.

A relação do Estado brasileiro com o surgimento e a sustentação da indústria aeronáutica nacional é mostrada no terceiro capítulo. A partir da análise apresentada fica evidente como todo o desenvolvimento da indústria nacional após o surgimento da Embraer está diretamente ligado às escolhas do Estado, tendo, portanto, uma trajetória indissociável às políticas adotadas pelo governo brasileiro. Essa percepção é central à dissertação, uma vez que ajuda a explicar o atual cenário da construção aeroespacial no Brasil, que impacta diretamente nas decisões tomadas em relação ao C-390. Também é discutido o grau de dependência das firmas da CAB em relação à Embraer, classificado como elevado, o que levanta questões relevantes acerca da

centralidade da OEM e da sustentabilidade do mercado nacional para as empresas menores. Por fim, o capítulo aborda a magnitude das compras públicas que são oriundas do MD e dos comandos das Forças Armadas, em especial o COMAER. A partir da visão da importância das compras da FAB para os investimentos da União, infere-se que um dos campos mais férteis para as PPI no Brasil é o de aquisições de aeronaves e projetos estratégicos da Força Aérea.

O quarto capítulo da pesquisa se ocupa de apresentar e problematizar o caso dos projetos KC-X e KC-390 propriamente. Inicia-se apresentando a linha do tempo do projeto, desde sua concepção até a entrega das primeiras unidades da aeronave, mostrando-se os marcos relevantes, os desafios e as soluções dispensadas. É feita uma reflexão acerca de parceiros internacionais e nacionais da Embraer nos projetos, localizando-os na moderna dinâmica da indústria aeronáutica. Entre os rendimentos e incentivos positivos para a Embraer são destacados o fato de ser o maior avião desenvolvido e fabricado no Brasil, o que, por si só, já representa desafios que precisaram ser superados, tanto em termos produtivos quanto logísticos; a criação do software *fly-by-wire*⁴⁷; e um relativo aprofundamento da relação com algumas empresas nacionais. Vale dizer, no entanto, que a Embraer já gozava de elevadas capacidades em gerir sua cadeia produtiva e os fornecedores associados a ela.

Apesar do enorme potencial que as PPI em defesa têm no Brasil, os programas KC-X e KC-390 não parecem ter contribuído muito, até o momento, para mudanças significativas nos patamares e posicionamento de firmas nacionais do setor aeronáutico. E parece mesmo que não é esse o objetivo dos programas, mas sim dotar o país de maior autonomia e expertise na fabricação, manutenção e operação de aeronaves da categoria do Embraer C-390 Millennium. O *offset*, para além de uma obrigação formal que a FAB precisa se adequar (investimento mínimo e consonância com a END), cumpre ainda dois propósitos: i) ser um mecanismo retórico para viabilizar e facilitar investimentos dessa envergadura; e, ii) capacitar fornecedores nacionais a prestar manutenção em aeronaves, tanto civis quanto militares. Ademais, as reduções na quantidade de aeronaves demandada podem resultar em uma perda significativa em termos de fortalecimento da CAB. A intermitência da demanda é uma questão que impacta profundamente a indústria aeronáutica, de modo que interrupções e reduções nas linhas de montagem aumentam a incerteza e, conseqüentemente, reduzem a previsibilidade, afetando as decisões de investimento e produção das firmas.

⁴⁷ De acordo com Paulo Gastão, antigo diretor do programa na Embraer, o software de *fly-by-wire* do C-390 foi desenvolvido pela Embraer (GASTÃO, 2013).

Não é possível determinar se a aquisição do desenvolvimento e da produção em série do Embraer C-390 Millennium resultará em significativos ganhos de capacidades tecnológicas nas firmas nacionais a ponto de elevá-las de patamar na indústria aeronáutica global. As evidências encontradas apontam para outra conclusão, inclusive. No entanto, há de se ressaltar que os programas trouxeram possibilidades interessantes de melhorias de produtividade e complexidade a algumas firmas da CAB, destacando-se a AEL Sistemas, a Eleb, a LH Colus e mesmo algumas empresas do segmento de usinagem.

Como visto, as quatro empresas estudadas apresentam variados graus de avanço e maturidade, perceptíveis pelos projetos que participam e pelo grau de complexidade de suas entregas. Os projetos KC-X e KC-390 representaram também distintos níveis de oportunidade para tais empresas. No caso da Akaer, percebe-se uma aproximação da meta de se converter um fornecedor de primeira camada da indústria aeronáutica. Ao fornecer serviços de engenharia em partes da fuselagem do C-390, a Akaer atesta a capacidade de se fazer presente em projetos de aeronaves de grande porte. Caso semelhante é o da Eleb, que subiu de patamar em termos da fabricação de trens de pouso, habilitando-se à construção de equipamentos em níveis idênticos aos das líderes de mercado. Já a LH Colus abriu-se uma oportunidade de servir a cadeia produtiva da Embraer em um dos principais projetos da OEM. Para a empresa, integrar o rol de fornecedores da Embraer, de maneira progressivamente mais destacada, converte-se em uma chance de desenvolver melhores e mais eficientes rotinas, a par com aquelas consideradas boas práticas da indústria. Por fim, a AEL Sistemas tem à mão uma relevante oportunidade de desenvolvimento conjunto com a Collins Aerospace, que segue a linha de seus recentes empreendimentos de alta tecnologia em projetos aeronáuticos.

Quanto à metodologia da pesquisa em si, é preciso apontar algumas lacunas e dificuldades. Por ser uma pesquisa eminentemente qualitativa, a dissertação carece de poder explicativo para inúmeras questões e apontamentos que são levantados durante o trabalho. Não é possível, por exemplo, medir os impactos da redução dos pedidos sobre a Embraer e as empresas participantes. Outro problema que se impôs é o fato de uma única entrevista ter sido realizada. Por mais que tenha se buscado refinar e dar robustez à dissertação por meio da realização de uma entrevista com um personagem ligado ao gerenciamento dos programas KC-X e KC-390, corre-se o risco de se fixar em uma única versão dos acontecimentos. Caso possível, pode-se enriquecer a pesquisa por meio de novas visões, de outros participantes e *stakeholders* dos processos. Entre os próximos passos, e sugestões de pesquisa, estão: i) realizar estudos comparados entre os recentes programas estratégicos da FAB e o Programa KC-390; ii) mensurar os efeitos reais dos programas sobre a CAB e a FAB; iii) discernir o contexto do

Programa F-X2 e os seus possíveis efeitos sobre a redução do pedido do C-390 pela FAB; iv) compreender como, e se, eventuais novas versões do C-390 podem ajudar a diminuir a dependência de tecnologias críticas estrangeiras.

BIBLIOGRAFIA

1º GTT. FAB realiza treinamentos de pouso curto com aeronave KC-390 Millennium. **Força Aérea Brasileira**, 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38004/KC-390%20MILLENNIUM%20-%20FAB%20realiza%20treinamentos%20de%20pouso%20curto%20com%20aeronave%20KC-390%20Millennium>. Acesso em: 5 jan. 2023.

1º GTT. KC-390 Millennium realiza primeiro lançamento de carga pesada por extração. **Força Aérea Brasileira**, 2022. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38985/OPERACIONAL%20-%20KC-390%20Millennium%20realiza%20primeiro%20lan%20C3%A7amento%20de%20carga%20pesada%20por%20extra%20C3%A7%20C3%A3o>. Acesso em: 5 jan. 2023.

AEL SISTEMAS. Sistemas para o KC-390. **AEL Sistemas**, [S.d]. Disponível em: <https://www.ael.com.br/kc-390.html>. Acesso em: 10 mar. 2023.

AERO MAGAZINE. Embraer investiga causas do incidente com KC-390. **UOL**, 2017. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/embraer-investiga-causas-do-incidente-com-kc-390_3708.html. Acesso em: 3 jan. 2023.

AERO MAGAZINE. Urgente: Holanda escolhe o KC-390 da Embraer. **UOL**, 2022. Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/urgente-holanda-escolhe-o-kc-390-da-embraer.html>. Acesso em: 9 mar. 2023.

AERO VODOCHODY. Aerostructures. **Aero**, [201-]. Disponível em: <https://www.aero.cz/en/aerostructures/programs/embraer/>. Acesso em: 9 mar. 2023.

AGÊNCIA FORÇA AÉREA. Projeto KC-390 recebe sinal verde para construção de protótipos. **Força Aérea Brasileira**, 2013. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/14363/>. Acesso em: 2 jan. 2023.

AGÊNCIA FORÇA AÉREA. Esquadrão Zeus comemora aniversário e realiza a Segunda Ordem do Millennium. **Força Aérea Brasileira**, 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38302/CERIM%20-%20Esquadr%20Zeus%20comemora%20anivers%20C3%A1rio%20e%20realiza%20a%20Segunda%20Ordem%20do%20Millennium>. Acesso em: 5 jan. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Cartilha com Orientação para Certificação de Projeto de Tipo**. Superintendência de Aeronavegabilidade. [S.l.], p. 42. 2019. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aeronaves/arquivos/Cartilha_Certificao_Projeto_Tipo_v2.pdf. Acesso em: 4 jan. 2023.

AGÊNCIA O GLOBO. Aeronáutica reduz compra de 22 para 15 aviões KC-390 da Embraer. **Valor Econômico**, 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/05/23/aeronautica-reduz-compra-de-22-para-15-avioes-kc-390-da-embraer.ghtml>. Acesso em: 3 mar. 2023.

ALAMINO, A. C. Embraer AT-26 Xavante. **História da Força Aérea Brasileira**, 2021. Disponível em: <https://historiadafab.rudnei.cunha.nom.br/2021/01/14/embraer-emb-326gb-at-26-xavante/>. Acesso em: 6 fev. 2023.

ALERIGI JR, A. Embraer aceita nova redução de encomenda da FAB sobre KC-390. **UOL**, 2022. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2022/10/21/embraer-aceita-nova-reducao-de-encomenda-da-fab-sobre-kc-390.htm>. Acesso em: 3 mar. 2023.

ANDRADE, R. P.; PIOCHI, A. E. **História da Construção Aeronáutica no Brasil**. São Paulo: Aquarius, 1982.

ARBEX, G. Com investimentos de US\$ 23,8 milhões, Pratt & Whitney inaugura centro de serviços em BH. **Forbes**, 2019. Disponível em: [https://forbes.com.br/colunas/2019/12/com-investimentos-de-us-238-milhoes-pratt-whitney-inaugura-centro-de-servicos-em-bh/#:~:text=A%20unidade%2C%20constru%C3%ADda%20nas%20depend%C3%A4ncias,PW200%20\(11%25\)%2C%20e%20pela](https://forbes.com.br/colunas/2019/12/com-investimentos-de-us-238-milhoes-pratt-whitney-inaugura-centro-de-servicos-em-bh/#:~:text=A%20unidade%2C%20constru%C3%ADda%20nas%20depend%C3%A4ncias,PW200%20(11%25)%2C%20e%20pela). Acesso em: 25 jan. 2023.

ARMELLINI, F.; KAMINSKI, P. C.; BEAUDRY, C. The Open Innovation Journey in Emerging Economies: An Analysis of the Brazilian Aerospace Industry. **Journal of Aerospace Technology and Management**, São José dos Campos, v. 6, n. 4, p. 462-474, oct./dec. 2014. ISSN 2175-9146. DOI: <https://doi.org/10.5028/jatm.v6i4.390>.

ARROWSMITH, S. Public Procurement: Basic Concepts and the Coverage of Procurement Rules. In: ARROWSMITH, S. **Public Procurement Regulation: an Introduction**. Nottingham: University of Nottingham, 2010. Cap. 1, p. 1-32.

BARROS, C. P. **Uma metodologia para o desenvolvimento de projeto de aeronaves leves subsônicas**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 319. 2001.

BEHERA, L. K. **Defence Offsets: International Best Practices and Lessons for India**. New Delhi: Institute for Defence Studies and Analyses, 2015. ISBN 978-93-82169-53-6. Disponível em: <https://idsa.in/system/files/monograph/monograph45.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.

BÉRAUD-SUDREAU, L. et al. **The SIPRI Top-100 Arms Producers and Military Services Companies, 2021**. SIPRI. Solna, p. 11. 2022. DOI: <https://doi.org/10.55163/VYJC8517>.

BITTENCOURT, P. F.; RAUEN, A. T. Políticas de inovação: racionalidade, instrumentos e coordenação. In: RAPINI, M. S., et al. **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: FACE - UFMG, 2021. Cap. 20, p. 516-542.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1998**, Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 4 jul. 2022.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.**, Brasília, 1993.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. **Regulamento Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências**, Brasília, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em: 8 dezembro 2021.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Política e Estratégia de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica da Aeronáutica: DCA 360-1**, [Brasília], 2005. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/2950?guid=1673015939875&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistar%3fguid%3d1673015939875%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d2950%232950&i=2>. Acesso em: 26 out. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica: DCA 400-6**, [Brasília], 2007. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/3193?guid=1673007177290&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistar%3fguid%3d1673007177290%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d3193%233193&i=16>. Acesso em: 6 jan. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.598, de 21 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.**, Brasília, 2012.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Designação de Aeronaves da Força Aérea Brasileira: DCA 400-52**, [Brasília], 2013. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/3119?guid=1673007205057&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistar%3fguid%3d1673007205057%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d3119%233119&i=6>. Acesso em: 6 jan. 2023.

BRASIL. **Ações Orçamentárias Integrantes da Lei Orçamentária para 2016**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. [S.l.]. 2016. Disponível em: <http://www.orcamentofederal.gov.br/clientes/portalsof/portalsof/orcamentos-anuais/orcamento-2016/cadastro-de-acoes-1/2058.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Prestação de Contas Ordinária Anual: Relatório de Gestão do Exercício de 2016**, Brasília, maio 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 - 2027**, 2018a. 42. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/pemaer.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BRASIL. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. **Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, o art. 24, § 3º, e o art. 32, § 7º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o art. 1º da Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, e o art. 2º, caput, inciso**, Brasília, 2018b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm. Acesso em: 8 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Aeronáutica**, [Brasília], 2018c. Disponível

em:

https://www.fab.gov.br/Download/arquivos/prestacaodecontas/PCA_11_217_2018_Plano_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_da_Aeronautica.pdf. Acesso em: 25 jan. 2022.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa/Estratégia Nacional de Defesa**. [S.l.], p. 79. 2020.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. **Lei de Licitações e Contratos Administrativos**., Brasília, 2021a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria GM-MD nº 3.662, de 2 de setembro de 2021. **Estabelece a Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa - PComTIC Defesa**., Brasília, 2021b.

BRAUER, J.; DUNNE, J. P. **Arms Trade Offsets and Development**. [S.l.], p. 16. 2005. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203392300>.

BROWN, S. A. Introduction. In: BROWN, S. A. **Providing the means of war: historical perspectives on defense acquisitions, 1945-2000**. Washington, D.C: United States Army Center of Military History and Industrial College of the Armed Forces, 2005. p. 5-18. ISBN 0-16-072381-7.

BRUSONI, S.; PRENCIPE, A.; PAVITT, K. Knowledge Specialization, Organizational Coupling, and the Boundaries of the Firm: Why Do Firms Know More Than They Make? **Administrative Science Quarterly**, v. 46, n. 4, p. 597-621, dec. 2001. DOI: <https://doi.org/10.2307/3094825>.

BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY. Offsets in Defense Trade: Twenty-Sixth Study. **Conducted Pursuant to Section 723 of the Defense Production Act of 1950, as amended**, 2022. Disponível em: <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/sies/3115-public-2022-bis-final-26th-annual-report-on-defense-offsets-final-7-28-22/file>. Acesso em: 26 out. 2022.

BUSBEE, A. Building trust with Embraer. **Horizons**, Cedar Rapids, IA, n. 2, p. 4-7, 2013. Disponível em: <https://rockwellcollins.com/~media/5A51C44FCC264F2B95AC39BAD05BA210.ashx>. Acesso em: 19 jan. 2023.

CAPTAIN, T.; HUSSAIN, A. **2016 Global aerospace and defense sector financial performance study**. Deloitte. [S.l.]. 2016.

CARDOSO, C. E. **Acordos de Compensação (Offset) do Projeto da Aeronave KC-390 e sua Contribuição para o Desenvolvimento da Base Industrial de Defesa**. TCC (Diploma em Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro, p. 53. 2017.

CASAGRANDE, V. Paulistinha: um avião de 85 anos que formou gerações de pilotos e ainda voa. **BOL Notícias**, 2020. Disponível em: <https://www.bol.uol.com.br/noticias/2020/12/26/historia-aviao-paulistinha.htm>. Acesso em: 12 dez. 2022.

CENTENO, G. KC-390: o maior avião militar da América do Sul. **Aeroflap**, 2021. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/kc-390-o-maior-aviao-militar-da-america-do-sul/>. Acesso em: 27 dez. 2022.

COLLINS AEROSPACE. Brazil. **Collins Aerospace**, [S.d]. Disponível em: <https://www.collinsaerospace.com/who-we-are/lang/pt/brazil>. Acesso em: 19 jan. 2023.

CONVERSE III, E. V. Into the Cold War: An Overview of Acquisition in the Department of Defense, 1945-1958. In: BROWN, S. A. **Providing the means of war: historical perspectives on defense acquisition, 1945-2000**. Washington, DC: United States Army Center of Military History and Industrial College of the Armed Forces, 2005. p. 27-46. ISBN 0-16-072381-7.

DA SILVA, J. **Entrevista I**. Entrevistadores: Cairo Humberto da Cruz Sousa; Cássio Garcia Ribeiro. 1 arquivo.m4a (112 min.). Brasil. 2023.

DAGNINO, R. Em que a Economia de Defesa pode ajudar nas decisões sobre a revitalização da Indústria de Defesa brasileira? **OIKOS**, Rio de Janeiro, n. 9, p. 113-137, 2008. ISSN 1808-0235.

DALLA COSTA, A.; SOUZA-SANTOS, E. R. Embraer, história, desenvolvimento de tecnologia e a área de defesa. **Economia & Tecnologia**, v. 22, n. 1, p. 173-183, jul./set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.5380/ret.v6i3.26965>.

DANIEL FILHO, J. A. **A importância da EMBRAER no segmento de defesa**. Universidade Federal de Juiz de Fora. [S.l.]. 2007.

DEFESANET. KC-390 - FAB e EMBRAER Defesa e Segurança Concluem Revisão do Projeto. **DefesaNet**, 2012. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/kc390/noticia/7620/KC-390---FAB-e-EMBRAER-Defesa-e-Seguranca-Concluem-Revisao-do-Projeto>. Acesso em: 2 jan. 2023.

DOWDALL, P. Chains, Networks and Shifting Paradigms: the UK defence industry supply system. **Defence and Peace Economics**, v. 15, n. 6, p. 535-550, dec. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/1024269042000246639>.

DRACA, M. **Reagan's Innovation Dividend? Technological Impacts of the 1980's US Defense Build-Up**. Centre for Competitive Advantage in the Global Economy, The University of Warwick. [S.l.], p. 48. 2013.

EDLER, J. Demand-Based Innovation Policy. In: SMITS, R. E.; KUHLMANN, S.; SHAPIRA, P. **The Theory and Practice of Innovation Policy**. Cheltenham, UK e Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2010. Cap. 12, p. 275-302. ISBN 9781845428488.

EDLER, J. et al. **Innovation and Public Procurement: Review of Issues at Stake**. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research. [S.l.], p. 209. 2005.

EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations**. Abingdon: Routledge, 1997.

EDQUIST, C. **Public Procurement for Innovation (PPI): a Pilot Study**. CIRCLE, Lund University. Lund, p. 26. 2009. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/228686308_Public_Procurement_for_Innovation_PPI-a_Pilot_Study. Acesso em: 10 fev. 2022.

EDQUIST, C.; HOMMEN, L. **Government Technology Procurement and Innovation Theory**. Linköping University. Linköping, p. 148. 1998.

EDQUIST, C.; HOMMEN, L. Public Technology Procurement and Innovation Theory. In: EDQUIST, C.; HOMMEN, L.; TSIPOURI, L. **Public technology procurement and innovation**. New York: Springer, v. 16, 2000. Cap. 1, p. 5-70. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4611-5>.

EDQUIST, C.; HOMMEN, L.; TSIPOURI, L. Analysis, Findings and Conclusions. In: EDQUIST, C.; HOMMEN, L.; TSIPOURI, L. **Public technology procurement and innovation**. New York: Springer, v. 16, 2000a. Cap. 11, p. 281-300. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4611-5_13.

EDQUIST, C.; HOMMEN, L.; TSIPOURI, L. Policy Implications. In: EDQUIST, C.; HOMMEN, L.; TSIPOURI, L. **Public technology procurement and innovation**. New York: Springer, v. 16, 2000b. Cap. 12, p. 301-311. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4611-5_14.

EDQUIST, C.; VONORTAS, N. S.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. Introduction. In: EDQUIST, C., et al. **Public Procurement for Innovation**. Cheltenham, UK e Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2015. Cap. 1, p. 1-34. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781783471898>.

EDQUIST, C.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. Public Procurement for Innovation as mission-oriented innovation policy. **Research Policy**, v. 41, n. 10, p. 1757-1769, dec. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.022>.

EMBRAER. Embraer KC-390 atinge a Capacidade Inicial de Operação. **Embraer Defesa & Segurança**, 2017. Disponível em: <https://defense.embraer.com/br/pt/noticias?slug=1206360-embraer-kc-390-atinge-a-capacidade-inicial-de-operacao>. Acesso em: 4 jan. 2023.

EMBRAER. Embraer and Aeroplex Sign a MoU to Support the Hungarian KC-390 Aircraft. **Embraer**, 2022. Disponível em: <https://embraer.com/global/en/news/?slug=1207047-embraer-and-aeroplex-sign-a-mou-to-support-the-hungarian-kc-390-aircraft>. Acesso em: 7 mar. 2023.

ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA. **Relatório de Gestão do Comando da Aeronáutica: Exercício 2021**. Brasília, p. 205. 2022.

EUROFIGHTER TYPHOON. About Us. **Eurofighter Typhoon**, [2021?]. Disponível em: <https://www.eurofighter.com/about-us>. Acesso em: 18 fev. 2022.

FAB. NEIVA 360(U-42) Regente | Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva. **Museu Aeroespacial**, [S.d]a. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/musal/index.php/aeronaves-em-exposicao/55-avioes/339-u-42>. Acesso em: 12 dez. 2022.

FAB. NEIVA N-56B (L-6) Paulistinha | Sociedade Const. Aer. Neiva. **Museu Aeroespacial**, [S.d]b. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/musal/index.php/aeronaves-em-exposicao/55-avioes/340-l-6>. Acesso em: 12 dez. 2022.

FAB. PAULISTINHA - CAP 4A | Companhia Aeronáutica Paulista. **Museu Aeroespacial**, [S.d]c. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/musal/index.php/aeronaves-em-exposicao/55-avioes/370-paulistinha>. Acesso em: 18 ago. 2022.

FAB. COPAC - 40 Anos. **Issuu**, 2021. Disponível em: https://issuu.com/portalfab/docs/copac_40_anos. Acesso em: 6 jan. 2023.

FERREIRA, M. J. B. **Dinâmica da inovação e mudanças estruturais: um estudo de caso da indústria aeronáutica mundial e a inserção brasileira**. Tese (doutorado em Ciências Econômicas) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia. Campinas, p. 257. 2009.

FERREIRA, M. J. B. Plataforma Aeronáutica Militar. In: NEGRETE, A. C. A., et al. **Mapeamento da Base Industrial de Defesa**. Brasília: ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016. Cap. 6, p. 399-507. ISBN 978-85-6132-341-7. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6737>. Acesso em: 20 mar. 2023.

FERREIRA, M. J. B.; NERIS JR., C. A Natureza da Inserção das Subsidiárias Estrangeiras na Indústria Aeronáutica Brasileira. **Blucher Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1048-1068, set. 2017. ISSN 2357-7592. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/a-natureza-da-insero-das-subsidirias-estrangeiras-na-industria-aeronutica-brasileira-26642>. Acesso em: 27 jan. 2023.

FERREIRA, M. J. B.; SABBATINI, R. C. Engenharia de projetos na indústria aeronáutica brasileira. In: KUBOTA, L. C., et al. **Competitividade da Engenharia de Projetos nos Setores de Petróleo e Gás, Aeronáutico, Naval e de Infraestrutura de Transporte**. Brasília: ABDI : IPEA, 2014. Cap. 2, p. 37-86. ISBN 978-85-7811-225-7.

FORJAZ, M. C. S. As origens da Embraer. **Tempo Social**, v. 17, n. 1, p. 281-298, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20702005000100012>.

FOWLER, K. R. Review. In: FOWLER, K. R.; SILVER, C. L. **Developing and Managing Embedded Systems and Products: Methods, Techniques, Tools, Processes, and Teamwork**. Waltham, MA: Elsevier, 2015. Cap. 13, p. 535-557. ISBN 978-0-12-405879-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405879-8.00013-1>.

FRANCELINO, J. A. **Impactos Tecnológicos de Programas de Aquisição de Aeronaves Militares sobre o Nível de Capacitação da Indústria Aeronáutica Brasileira**. Tese (Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Produção) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, p. 344. 2016.

GALANTE, A. Embraer comunica incidente com o KC-390. **Poder Aéreo**, 2018. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2018/05/05/embrar-comunica-incidente-com-o-kc-390/>. Acesso em: 3 jan. 2023.

GASTÃO, P. Exclusivo – Entrevista com Paulo Gastão, Diretor do Programa KC-390. Entrevistador: Nelson Düring. **DefesaNet**, 2013. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/kc390/noticia/13504/exclusivo-entrevista-com-paulo-gastao-diretor-do-programa-kc-390/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

GEORGHIOU, L. et al. Policy instruments for public procurement of innovation: Choice, design and assessment. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 86, p. 1-12, 2014. ISSN 0040-1625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.09.018>.

GEREFFI, G.; HUMPHREY, J.; STURGEON, T. The governance of global value chains. **Review of International Political Economy**, v. 12, n. 1, p. 78-104, feb. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>.

GEROSKI, P. A. Procurement policy as a tool of industrial policy. **International Review of Applied Economics**, v. 4, n. 2, p. 182-198, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1080/758523673>.

GHOLZ, E. Eisenhower versus the Spin-off Story: Did the Rise of the Military—Industrial Complex Hurt or Help America's Commercial Aircraft Industry? **Enterprise & Society**, v. 12, n. 1, p. 46-95, mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/es/khq134>.

GIELOW, I. Embraer fecha venda do cargueiro KC-390 para mais um país da Otan. **Folha de S.Paulo**, 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/11/embraer-fecha-venda-do-cargueiro-kc-390-para-mais-um-pais-da-otan.shtml>. Acesso em: 7 mar. 2023.

GOMES, S. B. V.; BARCELLOS, J. A.; FONSECA, P. V. R. O Apoio ao Desenvolvimento do Setor de Aeroespaço e Defesa: visões da experiência internacional. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 45, p. 7-55, mar. 2017. ISSN 1414-9230.

GSA; DOD; NASA. **Federal Acquisition Regulation**. [S.l.]. 2019.

HARTLEY, K. **The Industrial and Economic Benefits of the Eurofighter Typhoon**. Centre for Defence Economics - University of York. York, p. 27. 2006.

IFI. IFI entrega Certificado de Tipo Provisório do KC-390 à Embraer. **Força Aérea Brasileira**, 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38198/CERTIFICA%C3%87%C3%83O%20-%20IFI%20entrega%20Certificado%20de%20Tipo%20Provis%C3%B3rio%20do%20KC-390%20%C3%A0%20Embraer>. Acesso em: 4 jan. 2023.

INFODEFENSA. LH Colus projetará assentos e macas para o novo transporte militar KC-390. **infodefensa.com**, 2013. Disponível em: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3140172/lh-colus-projetara-assentos-e-macas-novo-transporte-militar-kc-390>. Acesso em: 21 mar. 2023.

IPEV. Reabastecimento em voo de dois KC-390 Millennium é certificado pelo DCTA. **Força Aérea Brasileira**, 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/37117/OPERACIONAL%20-%20Reabastecimento%20em%20voo%20de%20dois%20KC-390%20Millennium%20%C3%A9%20certificado%20pelo%20DCTA>. Acesso em: 5 jan. 2023.

JABIL ELETRÔNICA. **Regulamento Geral do Programa**. [Belo Horizonte?], p. 24. 2022.

KPMG INTERNATIONAL. **Mergers & Acquisitions help transform Aerospace & Defense**. [S.l.], p. 13. 2022. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2022/07/m-and-a-helps-transform-aerospace-and-defense.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2022.

L3HARRIS. L3Harris Technologies merger successfully completed; board of directors, leadership and organization structure announced, 2019. Disponível em: <https://www.l3harris.com/newsroom/press-release/2019/07/l3harris-technologies-merger-successfully-completed-board-directors>. Acesso em: 29 nov. 2022.

LAURENCE, F. Embraer e Força Aérea Brasileira reduzem de 22 para 19 entregas do KC-390 Millennium. **Valor Econômico**, 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/10/21/embraer-e-fora-area-brasileira-reduzem-de-22-para-19-entregas-do-kc-390-millennium.ghtml>. Acesso em: 3 mar. 2023.

LAVENDER, B. Pratt & Whitney Inaugura Unidade de OEM no Brasil. **AgAir Update**, Perry, GA, p. 14-18, jul. 2020.

LEITE, H. Tempero Brasileiro. **Aerovisão**, v. 43, n. 247, p. 20-21, jan./fev./mar. 2016. Disponível em: https://issuu.com/portalfab/docs/aerovisao_2016_jan_fev_mar. Acesso em: 16 fev. 2022.

LEMBER, V.; KATTEL, R.; KALVET, T. Public Procurement and Innovation: Theory and Practice. In: LEMBER, V.; KATTEL, R.; KALVET, T. **Public Procurement, Innovation and Policy**. Berlin e Heidelberg: Springer-Verlag, 2014. Cap. 2, p. 13-34. ISBN 978-3-642-40257-9. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-40258-6_2.

LESKE, A. D. C. A review on defense innovation: from spin-in to spin-off. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 38, n. 2, p. 377-391, apr./jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-31572018v38n02a09>.

LH COLUS. Projetos. **LH Colus**, [S.d]. Disponível em: <https://www.lhcolus.com.br/projetos>. Acesso em: 21 mar. 2023.

LOCKHEED MARTIN. Hercules History. **Lockheed Martin**, [S.d]. Disponível em: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/c130/history.html>. Acesso em: 6 outubro 2021.

LOUREIRO, E. O.; HEYE, T. O Programa KC-390 e a. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, v. 9, n. 17, p. 45-81, jan-jun 2017. ISSN 1984-5642.

LUSA. Encerramento da M&E Brasil "não é decisão fácil" -- CEO. **Sapo**, 2022. Disponível em: https://www.sapo.pt/noticias/atualidade/encerramento-da-m-e-brasil-nao-e-decisao_61deecd6108d0557c180e973. Acesso em: 18 jan. 2023.

LYNCH, J. Lockheed and Martin Marietta Set to Merge in \$10 billion Deal. **The New York Times**, New York, 30 aug. 1994. Disponível em: <https://www.nytimes.com/1994/08/30/business/lockheed-and-martin-marietta-set-to-merge-in-10-billion-deal.html>. Acesso em: 6 dez. 2022.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor**: Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. Tradução de Elvira Serapicos. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MAZZUCATO, M. **Mission-Oriented Innovation Policy: Challenges and opportunities**. UCL Institute for Innovation and Public Purpose. London, p. 39. 2017.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. **The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília. 2016.

OECD. **Demand-side Innovation Policies**. OECD Publishing. [S.l.], p. 190. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264098886-en>.

OGMA. Perfil da Empresa. **OGMA**, [S.d.]. Disponível em: <https://www.ogma.pt/pt/sobre-nos/perfil-da-empresa/>. Acesso em: 9 mar. 2023.

OLIVEIRA, L. G. **A Cadeia de Produção Aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer**. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 226. 2005.

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 internacional**. Centro de Estudos Avançados de Governo e de Administração Pública. Brasília, p. 19. 2014.

PADILHA, L. KC-390 e E-Jet E2 da Embraer impulsionam o PDCN. **Defesa Aérea e Naval**, 2015. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/defesa/kc-390-e-e-jet-e2-da-embraer-impulsionam-o-pdcn>. Acesso em: 9 mar. 2023.

PADILHA, L. FAdeA entrega componentes para a fabricação do KC-390 da Força Aérea da Hungria. **Defesa Aérea e Naval**, 2022. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/fadea-entrega-componentes-para-a-fabricacao-do-kc-390-da-forca-aerea-da-hungria>. Acesso em: 9 mar. 2023.

PECCINI, J. Inovação à brasileira. **Aerovisão**, Brasília, n. 248, p. 20-23, abr./maio/jun. 2016.

POGGIO, G. Programa AMX: da concepção à modernização. **Poder Aéreo**, 2015. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2015/12/27/programa-amx-da-concepcao-a-modernizacao/>. Acesso em: 25 jan. 2023.

PQTEC. Com PDCA, cadeia aeronáutica nacional melhora competitividade e fortalece relacionamento com Embraer. **Parque Tecnológico de São José dos Campos**, 2020. Disponível em: <https://pqtec.org.br/noticias/cluster-aero/com-pdca-cadeia-aeronautica-nacional-melhora-competitividade-e-fortalece-relacionamento-com-embraer/>. Acesso em: 9 mar. 2023.

PRATT & WHITNEY. **Pratt & Whitney Canada expande serviços e recursos no Brasil**. São Paulo. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (BRASIL); CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. Detalhamento da Licitação 00016/2009. **Portal da Transparência do Governo Federal**, [201-]. Disponível em: <https://portaldatransparencia.gov.br/url/f00f8aca>. Acesso em: 29 dez. 2022.

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

RAUEN, A. T. Mapeamento das Compras Federais de P&D segundo uso da Lei de Inovação no Período 2010-2015. In: RAUEN, A. T. **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017a. Cap. 3, p. 87-120.

RAUEN, A. T. Racionalidade e Primeiros Resultados das Políticas de Inovação que atuam pelo Lado da Demanda no Brasil. In: RAUEN, A. T. **Políticas de Inovação pelo Lado da Demanda no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017b. Cap. 1, p. 19-46.

RAUEN, A. T.; BARBOSA, C. M. M. **Encomendas Tecnológicas no Brasil: guia geral de boas práticas**. Ipea. Brasília, p. 99. 2019.

RAYTHEON TECHNOLOGIES. United Technologies and Raytheon Complete Merger of Equals Transaction, 2022. Disponível em: <https://www.rtx.com/news/2020/04/03/united-technologies-and-raytheon-complete-merger-of-equals-transaction>. Acesso em: 29 nov. 2022.

REEVES, S. V. **The Ghosts of Acquisition Reform: past, present and future**. The Industrial College of the Armed Forces - National Defense University. Washington, D.C., p. 36. 1996.

RFI. Portugal renacionaliza a companhia aérea TAP, considerada “estratégica”. RFI, 2020. Disponível em: <https://www.rfi.fr/br/geral/20200703-portugal-renacionaliza-a-companhia-a%C3%A9rea-tap-considerada-estrat%C3%A9gica>. Acesso em: 18 jan. 2023.

RFI. Aviação: TAP tem prejuízo de mais de R\$ 8 bilhões em 2021 e fecha filial de manutenção no Brasil. UOL Notícias, 2022. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/rfi/2022/04/11/aviacao-tap-tem-prejuizo-de-mais-de-r-8-bilhoes-em-2021-e-fecha-filial-de-manutencao-no-brasil.htm>. Acesso em: 18 jan. 2023.

RIBEIRO, C. G. Desenvolvimento Tecnológico Nacional: o caso KC-390. In: RAUEN, A. T. **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017. Cap. 6, p. 235-288.

RIBEIRO, C. G.; FURTADO, A. T. Public procurement for innovation in developing countries: the case of Petrobras. In: EDQUIST, C., et al. **Public Procurement for Innovation**. Cheltenham, UK e Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2015. Cap. 10, p. 263-298. ISBN 9781783471898. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781783471898.00017>.

RIBEIRO, C. G.; INÁCIO JÚNIOR, E. **O Mercado de Compras Governamentais Brasileiro (2006-2017): mensuração e análise**. Ipea. Brasília, p. 31. 2019a.

RIBEIRO, C. G.; INÁCIO JÚNIOR, E. **Política de Offset em Compras Governamentais: uma análise exploratória**. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, p. 33. 2019b. (1415-4765).

ROLFSTAM, M. **Understanding Public Procurement of Innovation: Definitions, Innovation types and Interaction modes**. Aalborg University. Aalborg, p. 16. 2012. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2011488>.

RUTTAN, V. W. **Is War Necessary for Economic Growth?** New York: Oxford University Press, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1093/0195188047.001.0001>.

SAAB. Saab Aerostructures Plant in Brazil: Saab Aeronáutica Montagens, [2020?]. Disponível em: <https://www.saab.com/markets/brazil/gripen-for-brazil/saab-aerostructures-plant-in-brazil>. Acesso em: 16 fev. 2022.

SAAB. Gripen's technology centre in Brazil. **Saab**, [2021?]. Disponível em: <https://www.saab.com/markets/brazil/gripen-for-brazil/gddn>. Acesso em: 16 fev. 2022.

SAFRAN. **2020 Integrated Report**. Safran. Paris, p. 53. 2020.

SALLES, F. Embraer revela novidades sobre o programa KC390. **Base Militar Web Magazine**, 23 fev. 2011. Disponível em: <http://www.alide.com.br/joomla/index.php/component/content/article/75-extra/2103-embraer-revela-novidades-sobre-o-programa-kc390>. Acesso em: 18 out. 2021.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico**. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Nova Cultural, 1997. ISBN 85-351-0915-3.

SIGMA. **Defence Procurement**. Public Procurement Brief 23. [S.l.], p. 12. 2016.

SILVA, A. Criação do Ministério da Aeronáutica impulsiona a aviação civil e militar no Brasil. **Aerovisão**, n. 229 (2ª ed.), p. 4-6, abr. 2011.

SILVA, C. G. R. S. **Compras Governamentais e Aprendizagem Tecnológica: Uma análise da política de Compras da Petrobras para seus empreendimentos offshore**. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 302. 2009.

SILVEIRA, V. KC-390 – Companhia nacional perde espaço. **DefesaNet**, 2012. Disponível em: <https://www.defesanel.com.br/kc390/noticia/8722/kc-390-companhia-nacional-perde-espaco/>. Acesso em: 21 mar. 2023.

SILVEIRA, V. Embraer amplia compras de fabricante brasileiro. **Valor Econômico**, 2015. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2015/12/09/embraer-amplia-compras-de-fabricante-brasileiro.ghtml>. Acesso em: 9 mar. 2023.

SIPRI. Business as usual? Arms sales of SIPRI Top 100 arms companies continue to grow amid pandemic. **Stockholm International Peace Research Institute**, 2021. Disponível em: <https://sipri.org/media/press-release/2021/business-usual-arms-sales-sipri-top-100-arms-companies-continue-grow-amid-pandemic>. Acesso em: 29 nov. 2022.

SIPRI. SIPRI Top 100 for 2002-2020. **SIPRI**, 2021. Disponível em: <https://www.sipri.org/databases/armsindustry>. Acesso em: 5 dez. 2022.

SKÖNS, E. The European Defense Industry. **Columbia International Affairs Online**, mar. 2002. Disponível em: <https://ciaotest.cc.columbia.edu/casestudy/ske01/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

SLOAN, C. Ten years on, is the Boeing 787 Dreamliner still more dream than nightmare? **CNN Travel**, 2021. Disponível em: <https://edition.cnn.com/travel/article/boeing-787-dreamliner-10th-anniversary/index.html>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SOUSA, C. H. C. **Política de Offset e Transferência de Tecnologia: o caso F-X2**. TCC (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p. 41. 2018.

TIWARI, M. **An Exploration of Supply Chain Management Practices in the Aerospace Industry and in Rolls-Royce**. Thesis (Master of Engineering in Logistics) - Massachusetts Institute of Technology. [S.l.], p. 96. 2005.

TRESVISTA. **Aerospace – Supply Chain Overview**. TresVista Financial Services. [S.l.], p. 30. [202?].

UNIÃO EUROPEIA. Consolidated Version of the Treaty on the Functioning of the European Union. **OJ C326/47**, 10 nov. 2012. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2bf140bf-a3f8-4ab2-b506-fd71826e6da6.0023.02/DOC_2&format=PDF. Acesso em: 10 fev. 2022.

VALDUGA, F. OGMA entrega componentes para primeiro KC-390 de série. **Cavok**, 2017. Disponível em: <https://www.cavok.com.br/ogma-entrega-componentes-para-primeiro-kc-390-de-serie>. Acesso em: 9 mar. 2023.

VALDUGA, F. FAB inicia negociação para reduzir compra de KC-390, mas Embraer afirma que contrato não prevê nova redução. **Cavok**, 2022a. Disponível em: <https://www.cavok.com.br/fab-inicia-negociacao-para-reduzir-compra-de-kc-390-mas-embraer-afirma-que-contrato-nao-preve-nova-reducao>. Acesso em: 3 mar. 2023.

VALDUGA, F. Manutenção e Engenharia da TAP no Brasil será encerrada. **Cavok**, 2022b. Disponível em: <https://www.cavok.com.br/manutencao-e-engenharia-da-tap-no-brasil-sera-encerrada>. Acesso em: 18 jan. 2023.

VASCONCELLOS, P. E. **Estratégia para a implementação de acordos de compensação**. Comando da Aeronáutica. Apresentação do Power Point. [201?].

VASCONCELOS, Y. Entrega de alto nível. **Pesquisa FAPESP**, 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/entrega-de-alto-nivel/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

VÉRTESY, D. **Interrupted Innovation**: Emerging economies in the structure of the global aerospace industry. Maastricht: University of Maastricht, 2011.

VINHOLES, T. Antes da Embraer: conheça cinco fabricantes de aviões brasileiros do passado. **CNN Brasil**, 22 jan. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/antes-da-embraer-conheca-cinco-fabricantes-de-avioes-brasileiros-do-passado/>. Acesso em: 2022 ago. 17.

WEZEMAN, P. D.; KUIMOVA, A.; WEZEMAN, S. T. **Trends in International Arms Transfers, 2021**. Stockholm International Peace Research Institute - SIPRI. Solna, p. 12. 2022. DOI: <https://doi.org/10.55163/CBZJ9986>.

WORLD TRADE ORGANIZATION. **Agreement on Government Procurement 2012 and related WTO legal texts**. World Trade Organization. Geneva, p. 121. 2012. Disponível em: https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/rev-gpr-94_01_e.pdf. Acesso em: 1 nov. 2022.