

INDÚSTRIA AEROESPACIAL BRASILEIRA: ESPECIFICIDADES E CONTRASTES ENTRE OS SETORES AERONÁUTICO E ESPACIAL¹

Patrícia de Oliveira Matos²
Marcos José Barbieri Ferreira³

Resumo: Na segmentação da Base Industrial de Defesa (DIB), os setores aeronáutico e espacial são geralmente agrupados em um único grande setor industrial: aeroespacial. No Brasil, essa indústria é o de maior participação na BID e também o que apresenta a maior inserção internacional, representando uma exceção, não apenas na área militar, mas entre todos os setores de alta tecnologia da indústria brasileira como um todo. No entanto, quando analisados separadamente, esses dois setores têm características diferentes e até contrastantes, embora tenham se originado no mesmo centro de pesquisa, o Centro Técnico de Aeronáutica (CTA). Enquanto o setor aeronáutico alcançou alta competitividade com destacada participação no mercado internacional, o setor espacial seguiu uma trajetória errática, com sucessos parciais e algumas falhas. Além disso, as políticas públicas adotadas nos dois setores sempre foram muito diferentes, dificultando a agregação de análises. Nesse sentido, é necessário avançar no entendimento da indústria aeroespacial por meio de um estudo que busque caracterizar e analisar os setores aeronáutico e espacial brasileiro separadamente, identificando suas principais demandas e deficiências e, assim, contribuir para a formulação de políticas públicas específicas. Este artigo propõe fazer essa comparação entre os setores aeronáutico e espacial brasileiro a partir dos dados de um projeto de pesquisa mais amplo, denominado Mapeamento da Base Industrial de Defesa brasileira. Na pesquisa, são contrastadas informações sobre evolução histórica, determinantes da demanda, estrutura de mercado e capacidade tecnológica, concluindo com uma análise das condições competitivas em cada setor. A diversidade de caminhos seguidos pelos dois setores, desde a influência e o papel do Estado, estratégias de negócios, embargos de tecnologia, entre outros fatores, pode fornecer respostas sobre a grande diferença entre os setores aeronáutico e espacial brasileiro.

Palavras-chave: Indústria Aeronáutica. Indústria Espacial. Base industrial de defesa. Competitividade. Brasil.

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional IV (Pró-Defesa IV) do Ministério da Defesa (MD) e a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

² Professora do Programa de Pós-graduação em Ciências Aeroespaciais da Universidade da Força Aérea (UNIFA).

³ Professor da Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA-UNICAMP) e coordenador do Laboratório de Estudos das Indústrias Aeroespaciais e de Defesa (LabA&D).

Abstract: In the segmentation of the Defense Industrial Base (DIB), the aeronautical and space sectors are usually grouped into a single large industrial sector: aerospace. In Brazil, this industry is the one with the largest participation in the DIB and also the one with the greatest international insertion, representing an exception, not only in the military area, but among all the high technology sectors of the Brazilian industry as a whole. However, when analyzed separately, these two sectors have different and even contrasting features, although they have both originated from the same research center, the Aeronautics Technical Center (CTA). While the aeronautical sector has achieved high competitiveness with outstanding participation in the international market, the space sector has followed an erratic trajectory, with partial successes and some failures. In addition, the public policies adopted in both sectors have always been greatly different, making it more difficult to aggregate analyses. In this sense, it is necessary to advance the understanding of the aerospace industry through a study that seeks to characterize and analyze the Brazilian aeronautical and space sectors separately, identifying their main demands and deficiencies and, thus, contribute to the formulation of specific public policies. This article proposes to make this comparison between the Brazilian aeronautics and space sectors from the data of a wider research project, called Brazilian Defense Industrial Base Mapping. In the research, information about historical evolution, determinants of demand, market structure and technology capacity are contrasted, concluding with an analysis of the competitive conditions in each sector. The diversity of the paths followed by the two sectors, from the influence and role of the state, business strategies, technology embargoes, among other factors, can provide answers regarding the large difference between the Brazilian aeronautical and space sectors.

Keywords: Aeronautical Industry. Space Industry. Defense Industrial Base. Competitiveness. Brazil.

Introdução

Em 1945, no cenário Pós-guerra, nascia no Brasil o plano de criação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), idealizado pelo brigadeiro Montenegro, cujo objetivo central seria alcançar a autonomia do país em relação às tecnologias aeronáuticas, possibilitando que, num futuro próximo, o Brasil tivesse a capacidade de desenvolver suas próprias aeronaves (Morais, 2006). Atualmente, a indústria aeroespacial é a que apresenta maior a participação na Base Industrial de Defesa (BID) brasileira, respondendo por cerca de 40% do número de empresas e 25% dos funcionários (Ferreira, 2016), fornecendo uma variada gama de produtos e serviços, desde aviões, helicópteros, satélites e veículos lançadores, até seus conjuntos e partes estruturais, sistemas e equipamentos embarcados (AIAB, 2019). A indústria aeroespacial também representa uma exceção dentro da estrutura produtiva brasileira, pois é a única

indústria de alta tecnologia do Brasil que possui uma inserção ativa no mercado internacional (Ferreira, 2018).

No entanto, este ótimo desempenho não se reflete na indústria aeroespacial como um todo. Quando esta indústria é desmembrada, observam-se os grandes contrastes que existem entre os setores aeronáutico e espacial, embora tenham se originado do mesmo centro de pesquisa e da mesma estratégia de busca pela autonomia tecnológica. As diferenças existentes entre os setores, portanto, dificultam a sua análise agregada. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo avançar na compreensão da indústria aeroespacial por meio de um estudo que caracterize e analise os dois setores separadamente, de modo a se identificar suas principais especificidades. O estudo utiliza como referência principal os achados de uma pesquisa denominada Mapeamento da Base Industrial de Defesa, desenvolvida nos anos de 2014 e 2015 (IPEA; ABDI, 2016). O Mapeamento caracteriza-se como a uma ampla e detalhada análise sobre a BID brasileira, compartmentada em oito segmentos, sendo dois deles o aeronáutico e o espacial. Não obstante, para este artigo, também foram utilizados dados e informações atualizados de diversas outras fontes públicas e privadas, entre elas a Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), o Ministério da Defesa (MD) e a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB).

O artigo está dividido em três seções, além desta introdução. A primeira seção apresenta a evolução histórica, destacando o papel das políticas públicas implementadas ao longo da estruturação e desenvolvimento de cada um dos setores analisados. Na segunda seção, realiza-se uma análise comparativa entre os setores aeronáutico e espacial brasileiros, considerando informações sobre estrutura produtiva, potencial de inovação e inserção internacional. Por fim, na última seção, apresentam-se as considerações finais, enfatizando as especificidades que determinaram a trajetória de cada setor.

1. A indústria aeroespacial brasileira: histórico e políticas públicas

O desenvolvimento da indústria aeroespacial brasileira está intimamente relacionado ao Estado, seja como principal, ou único, demandante de aeronaves militares e equipamentos espaciais, seja como fonte de financiamento para exportação de aeronaves civis ou através do amplo suporte ao desenvolvimento tecnológico. Os setores aeronáutico e espacial se originaram do mesmo centro de pesquisa localizado no município de São José dos Campos (SP), que ainda hoje congrega a grande maioria das empresas de ambos os setores. Apesar destas similaridades iniciais, estes dois setores apresentaram trajetórias bastante distintas, que são descritas a seguir.

1.1. Setor Aeronáutico

Embora já existissem diversas iniciativas para implantação de empresas aeronáuticas no Brasil, desde a década de 1930, foi somente em 1947, com a criação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), que foram lançadas as bases da moderna indústria aeronáutica brasileira. Este novo centro tecnológico passou a incorporar uma escola de engenharia, denominada Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), e um centro de pesquisa, denominado Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD) (Drumond, 2004; Viegas, 1989). Com o objetivo de viabilizar a produção do avião bimotor Bandeirante, desenvolvido pelo IPD/CTA, no ano de 1969 o governo federal constituiu a empresa estatal Embraer. O avião EMB-110 Bandeirante, concebido como um produto dual, foi inicialmente adquirido como aeronave militar, mas, na sequência, teve uma destacada participação no mercado civil, inclusive internacional. “Três anos após o início das vendas [no mercado internacional], o Bandeirante respondia por quase um terço da frota norte americana de 10 a 20 lugares” (Miranda, 2007, p.46). Em paralelo, a Embraer também ficou responsável pela produção do jato de treinamento avançado EMB-326 Xavante, sob licença da empresa italiana Aermacchi, e do avião agrícola Ipanema que estava sendo desenvolvido no ITA com recursos do Ministério da Agricultura (Silva, 1998).

De acordo com Ferreira e Sarti (2012), a principal diretriz da política industrial para o setor aeronáutico era consolidar a Embraer como uma fabricante de aeronaves, garantindo que os esforços fossem direcionados para as áreas de projeto, montagem e integração de sistemas. Como resultado, ao longo dos anos 70, a empresa logrou se capacitar nas principais tecnologias aeronáuticas e passou a desenvolver suas próprias aeronaves. Cabe esclarecer que a estratégia de constituição da indústria aeronáutica brasileira não era produzir os componentes e sistemas embarcados internamente. Por esse motivo, a maioria desses itens sempre foi adquirida pela Embraer no mercado internacional. Desde a origem da Embraer, observa-se uma dupla inserção da empresa na cadeia de suprimentos da indústria aeronáutica mundial. De um lado, importando a maior parte das peças, componentes e sistemas utilizados na produção de suas aeronaves e, de outro lado, exportando a maior parte da produção.

Durante os anos 80, a Embraer desenvolveu uma ampla competência em gestão de negócios e na venda de aeronaves no mercado internacional. Além do EMB-110 Bandeirante, anteriormente mencionado, vale ressaltar o sucesso do avião de transporte turboélice regional EMB-120 Brasília, que se

tornou o segundo mais vendido no mundo na sua categoria. No mercado militar, o destaque foi o avião de treinamento EMB-312 Tucano, exportado para as forças aéreas de vários países, em particular a *Armée de l'Air* (França) e a *Royal Air Force* (Reino Unido) (Ferreira, 2009; Drumond, 2004).

Além das competências internas construídas pela empresa, constata-se que o suporte do Estado, concentrado unicamente na Embraer, foi fundamental para a rápida capacitação da empresa e, na sequência, para sua ativa inserção no mercado internacional. Por outro lado, os problemas financeiros da Embraer, que se acumularam no final dos anos de 1980, estão diretamente relacionados à deterioração da capacidade financeira do Estado, que enfrentava uma séria crise econômica. A isto se associam o fim do ciclo de vendas das duas principais aeronaves da empresa e o insucesso comercial dos novos projetos (Miranda, 2007). Isto levou o governo brasileiro – que estava implantando uma política econômica neoliberal, a privatizar a Embraer em 1994. Não obstante, o governo brasileiro preservou o direito de influenciar decisões estratégicas da empresa por meio de uma *golden share* (Ferreira, 2009).

A privatização possibilitou uma reestruturação na Embraer, com a implementação de uma gestão administrativa e financeira eficiente, sem abandonar a excelência tecnológica que caracterizou a empresa até então (Bernardes, 2000). A combinação desses dois fatores alavancou a Embraer para uma posição de destaque entre as principais fabricantes de aeronaves do mundo no início do século XXI. Nos anos 1990 conquistou a segunda posição no mercado mundial de aeronaves regionais a jato com o modelo ERJ-145, atrás apenas da empresa canadense Bombardier. Cabe destacar que em 1996, os contenciosos comerciais entre as duas empresas, e seus respectivos países, chegaram à Organização Mundial do Comércio (OMC), havendo uma vitória parcial do governo brasileiro (Rzezinski, 2001).

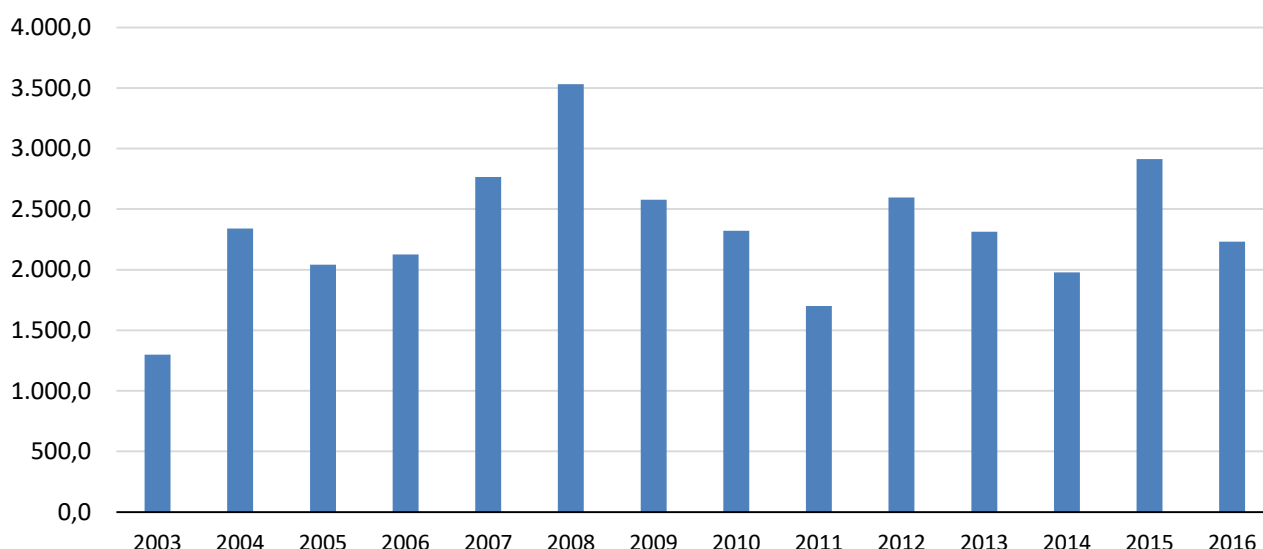
No início do século XXI, a Embraer ultrapassou sua concorrente canadense e alcançou a terceira posição entre as maiores fabricantes de jatos comerciais do mundo, com a nova família de jatos regionais E-Jets. Outrossim, estas novas aeronaves responderam, até recentemente, por mais de metade das vendas realizadas no segmento de aeronaves comerciais com até 150 assentos. A Embraer também adotou uma estratégia de diversificação, entrando no segmento de jatos executivos, além de ampliar sua posição no segmento militar em resposta à crescente demanda das Forças Armadas brasileiras (Embraer, 2019; Ferreira, 2018). Como resultado, a Embraer se tornou a mais importante empresa da Base Industrial de Defesa brasileira e a única a se posicionar entre as 100 maiores fabricantes de armamento do mundo (Sipri, 2019). Neste período observa-se também um desenvolvimento

significativo da cadeia local de fornecedores, com a instalação de algumas subsidiárias estrangeiras e a modernização de pequenos e médios fornecedores nacionais. Ambos os casos são resultados de políticas públicas do governo federal em parceria com a Embraer, respectivamente, o Programa de Expansão da Indústria Aeronáutica Brasileira (PEIAB) e o Programa de Desenvolvimento da Cadeia Aeronáutica (PDCA). Apesar dos avanços, a quase totalidade dos fornecedores locais continua dependente da Embraer e restrita à poucos segmentos desta indústria.

Poucos setores industriais brasileiros contaram com políticas públicas tão amplas, diversificadas e por prazos tão longos quanto o setor aeronáutico, o que torna seu histórico – e particularmente da Embraer – singular no contexto das outras indústrias implantadas no país (Monte Cardoso, 2018; Miranda 2007). As políticas públicas de suporte e fortalecimento do setor aeronáutico brasileiro, ao longo das últimas décadas, foram concentradas em três eixos: (i) compras públicas, (ii) suporte às exportações, e (iii) incentivo ao desenvolvimento tecnológico.

As compras públicas do setor aeronáutico estão concentradas na Força Aérea Brasileira (FAB) e foram beneficiadas pela manutenção de significativos recursos orçamentários, como pode ser observado no gráfico 1. Cabe ressaltar a implementação da Estratégia Nacional de Defesa (END) a partir de 2008 (IPEA; ABDI, 2016; Brasil, 2008), com destaque para dois programas aeronáuticos. Primeiro, o desenvolvimento (e aquisição de 28 unidades) do avião de transporte militar e reabastecimento aéreo KC-390 pela Embraer. Segundo, a aquisição de 36 unidades do avião de caça Gripen NG, com contrapartida de transferência de tecnologias críticas para as empresas aeronáuticas brasileiras. Apenas estes dois programas somam investimentos de aproximadamente R\$ 20 bilhões (Ferreira, 2016).

Gráfico 1. Força Aérea Brasileira: Investimentos (R\$ bilhões*), 2007-2016



*Valores constantes de 2016

Fonte: Elaboração própria com base em dados do SIOP/MP.

No apoio às exportações, o governo federal utiliza basicamente três instrumentos: BNDES Exim, Proex e *drawback*. Os dois primeiros instrumentos estão direcionados, respectivamente para o financiamento das exportações de aeronaves comerciais e executivas e a equalização das taxas de juros destes financiamentos, sendo essenciais para que a Embraer dispute as concorrências internacionais em igualdade de condições com suas principais competidoras (Ferreira, 2016). O *drawback*, por sua vez, é um instrumento contábil que evita a incidência de tributos sobre os produtos exportados.

As políticas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico abrangem tanto instrumentos diretos, como indiretos. No primeiro caso estão incluídos os fundos públicos setoriais da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)⁴. Ademais existem os incentivos indiretos, através dos investimentos públicos em centros de pesquisa que são usufruídos pelas empresas do setor aeronáutico. Além do DCTA (antigo CTA), destaca-se o Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Aeronáutica (CDTA)⁵, em estruturas leves, e o Centro Tecnológico do Exército (CTEX) no desenvolvimento de VANTs (Ferreira, 2016).

⁴ Os principais fundos são, o Fundo Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor Aeronáutico (FNDCT CT-Aeronáutico) da FINEP, o Programas de Sustentação do Investimento (PSI Inovação Tecnológica) do BNDES e o Inova Aerodefesa.

⁵ O CDTA, localização no Parque Tecnológico de São José dos Campos (PqTec SJC), tem o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) como instituição-âncora e conta com as participações da Embraer e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Contudo, a partir de 2015 observou-se um agravamento do quadro econômico nacional e, conseqüentemente, da capacidade de investimento do Estado, resultando no atraso e cortes de diversos programas militares, como dos VANTs, e na redução dos recursos destinados ao apoio do desenvolvimento tecnológico no setor aeronáutico. Não obstante, os recursos destinados aos programas KC-390 e Gripen NG sofreram poucas restrições. Ademais, os financiamentos das exportações de aeronaves comerciais e executivas também continuaram sem alterações significativas.

1.2. Setor Espacial

Com relação ao setor espacial brasileiro, suas origens também estão profundamente relacionadas à criação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Segundo Teracine (1999), o Brasil foi, ao lado da Índia e após a França, um dos primeiros países no mundo a organizar formalmente um arranjo institucional dedicado às atividades espaciais, ainda no início da década de 1960. No entanto, desde a origem, observam-se duas iniciativas em paralelo. De um lado, uma iniciativa civil, que levou a constituição do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo a instituição responsável pelo desenvolvimento, produção e operação dos satélites, inclusive fornecendo serviços derivados, como o de meteorologia. De outro lado, no âmbito militar, resultou, em 1969, na criação do Instituto de Atividades Espaciais (IAE), dentro da estrutura do CTA, com atividades direcionadas ao desenvolvimento de foguetes de sondagem e veículos lançadores de satélites (Matos, 2016; Veloso, 2009). Ainda sob responsabilidade dos militares, foi construído em 1965, o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI)⁶ e o primeiro foguete de sondagem brasileiro, o Sonda I, foi lançado neste mesmo ano, dando origem a uma bem-sucedida família de foguetes de sondagem. No ano de 1983, foi inaugurado o amplo e moderno Centro de Lançamento de Alcântara (CLA).

Em 1979 foi apresentado o primeiro programa espacial integrado de grande porte e longo prazo, a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Esta missão era denominada como “completa” porque previa o lançamento de um satélite brasileiro, por meio de um veículo lançador brasileiro, a partir de uma base de lançamentos brasileira (Dolinsky, 1989). A MECB foi planejada para durar nove anos e a sua conclusão significaria para o país o domínio de tecnologias sensíveis e o ingresso como um ator do setor espacial. No entanto,

⁶ Nas décadas de 1960 e 1970 foram realizados diversos lançamentos com suporte de especialistas da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e do *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* (DLR) (Dolinsky, 1989).

a MECB avançou muito lentamente e ainda não foi completada. Carleial (1999) e Costa Filho (2000), indicam que a MECB foi prejudicada em razão da divisão institucional do programa, havendo um descompasso entre o desenvolvimento do satélite e do veículo lançador (VLS). Carleial destaca que a partir da década de 1980 também aumentaram as restrições à importação de materiais e componentes que envolviam tecnologias críticas, particularmente as necessárias ao desenvolvimento do VLS. Por sua vez, Teracine (1999) enfatiza a diminuição dos investimentos governamentais destinados ao setor espacial a partir do final da década de 1980. Como resultado dos fatores acima elencados, ao longo da década de 1990, o setor espacial brasileiro reduziu em cerca da metade a sua força de trabalho, com reflexos negativos nas trajetórias de desenvolvimento tecnológico das empresas do setor.

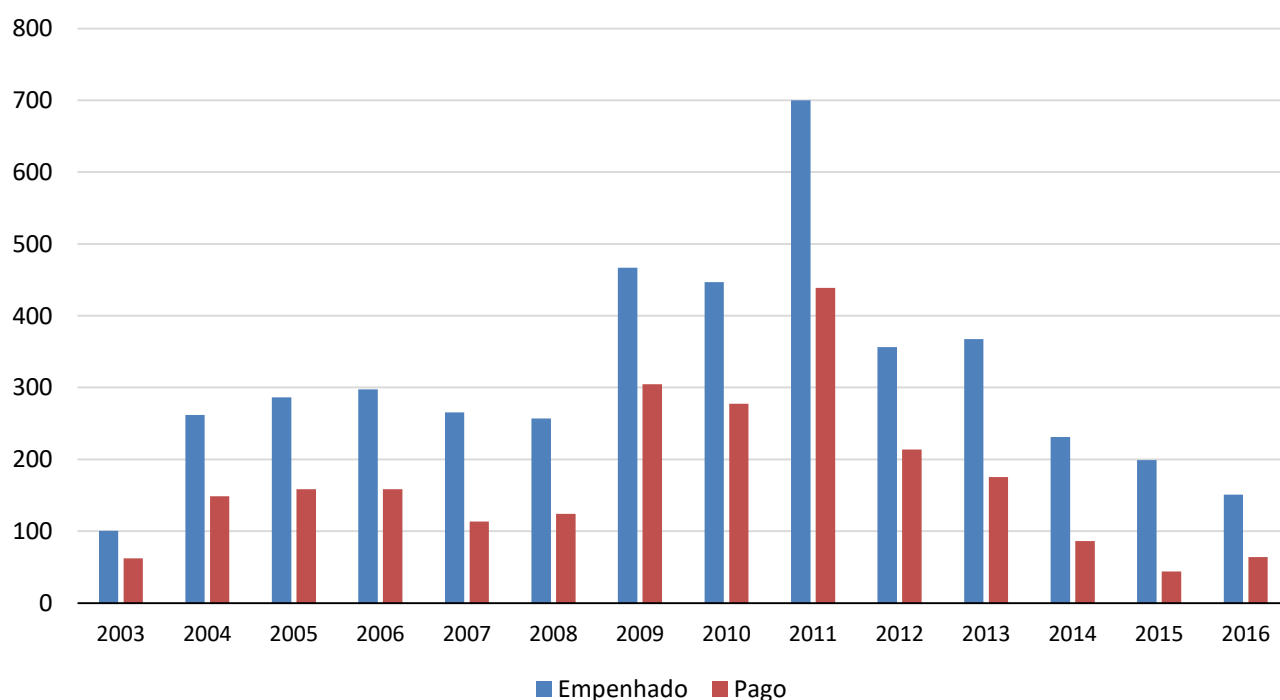
Como tentativa de reorganizar o quadro institucional, em 1994, o governo federal criou a Agência Espacial Brasileira (AEB), órgão inicialmente vinculado à Presidência da República, com o objetivo de unificar a gestão do programa espacial e evidenciar à comunidade internacional os seus propósitos civis. Atualmente as diretrizes para a área espacial no Brasil encontram-se no documento Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), cujo objetivo é “promover a capacitação do país para desenvolver e utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira” (Brasil, 2013). O PNDAE direcionou a elaboração do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) que fixou metas e projetos a serem priorizados. No entanto, esta priorização foi pouco efetiva e a divisão operacional entre INPE e IEA/CTA se manteve inalterada.

A partir de meados da década de 2000, o crescimento econômico, a busca por uma inserção mais ativa no cenário internacional e a END, levaram a uma expansão dos investimentos destinados às atividades espaciais, como poder ser observado no gráfico 2. Neste contexto, houve a retomada de vários projetos e novos se iniciaram. No entanto, dados apresentados revelam que, apesar da expansão de recursos, as grandes oscilações orçamentárias ao longo do período 2003-2011 tiveram efeito deletério para as empresas do setor (Matos, 2016). Ademais, a falta de prioridades, resultou em poucos avanços efetivos para o setor espacial. Neste período, os projetos que mais avançaram tinham por objetivo o desenvolvimento de satélites, com destaque para o projeto do *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS), que produziu cinco satélites de sensoriamento em parceria com a China, lançados entre 1999 e 2014. O setor espacial brasileiro também avançou no desenvolvimento de foguetes de sondagem, particularmente com o modelo VSB-30, que chegou a ser exportado para outros países. Por outro lado, os maiores fracassos estiveram relacionados ao programa dos Veículos Lançadores de Satélites

(VLS), cujos três primeiros e únicos lançamentos fracassaram⁷.

Esta situação se agravou a partir de 2013, com o início da crise econômica brasileira e a consequente redução do orçamento destinado ao setor espacial. Conforme o Relatório de Gestão da AEB (Brasil, 2018), o Brasil investiu recursos da ordem de US\$ 46 milhões em 2017, um valor expressivamente menor que o realizado pelas agências espaciais de países pertencentes ao grupo dos BRICS, que investiram valores no patamar dos bilhões de dólares, tais como Rússia (US\$ 5,4 bi), China (US\$ 3,4 bi) e Índia (US\$ 1,1 bi), de acordo com o *Space Report* (Space Foundation, 2016). O Relatório de Gestão da AEB compara, ainda, a situação do Brasil, com outro país sul-americano, Argentina. Segundo o documento, o investimento público espacial argentino saltou de US\$ 100 milhões em 2008 para US\$ 1,2 bilhão em 2013. Como resultado, a Argentina foi o primeiro país da América Latina a lançar um satélite geoestacionário desenvolvido localmente, operando atualmente dois modelos da série ARSAT (Brasil, 2018).

Gráfico 2. Orçamento do Programa Nacional de Atividades Espaciais em R\$, 2003-2016



Fonte: Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento (SIOP), 2019.

De acordo com o relatório da AEB, esse baixo nível de investimento público tem gerado a “incapacidade de o setor espacial nacional manter um

⁷ Os dois primeiros foram destruídos no lançamento em 1997 e 1999, e o terceiro explodiu no solo matando 21 engenheiros que trabalhavam no programa espacial, em 2003 (Ferreira, 2010).

parque industrial sólido e competitivo e de se inserir na economia do espaço” (Brasil, 2018). Além disso, o relatório também enfatiza que as restrições orçamentárias vêm impedindo a recomposição do quadro de especialistas da AEB, do INPE e do DCTA, com um impacto muito negativo sobre a competência tecnológica desenvolvida no setor.

A partir das diretrizes estabelecidas pela END, apresentada em 2008, o Ministério da Defesa, em conjunto com o Comando da Aeronáutica, organizou o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE), que propõe ações integradas de curto, médio e longo prazos, num horizonte de vinte anos, e aponta as premissas operacionais e técnicas necessárias ao emprego de sistemas espaciais pelas Forças Armadas brasileiras, com foco na definição das necessidades e requisitos, tendo para isto um orçamento programado de R\$ 8,5 bilhões (Brasil, 2012). O PESE foi organizado para complementar o PNAE, devendo promover a indústria nacional a partir da geração de demanda contínua para produtos, além de exigir um índice crescente de nacionalização. Neste sentido, o PESE também estabeleceu que as contratações dos sistemas, quando realizadas no exterior, deverão ser acompanhadas de cláusulas de *offset tecnológicos*, visando a maior participação da indústria nacional através da absorção de tecnologias em áreas críticas (Matos, 2016; Brasil, 2012).

No caso brasileiro, o Estado é praticamente o único usuário das aplicações espaciais desenvolvidas no país, de maneira que este mercado pode ser classificado como um monopólio. Neste sentido, as compras governamentais são o principal instrumento de política pública. Outros instrumentos utilizados no Brasil foram: fundos públicos, laboratórios governamentais e formação de pessoal especializado (Matos, 2016).

Cabe ressaltar que, no cenário global, a maior parte dos investimentos espaciais, principalmente até a década de 1990, também esteve vinculada aos orçamentos públicos, de tal modo que o desenvolvimento de programas espaciais – e das suas empresas – sempre dependeu das políticas públicas para o setor. No caso dos países emergentes, essa importância é ainda mais determinante, uma vez que o único mercado disponível para uma indústria espacial incipiente tende a ser o doméstico (Schmidt, 2011; Leloglú; Kocaoglan, 2008).

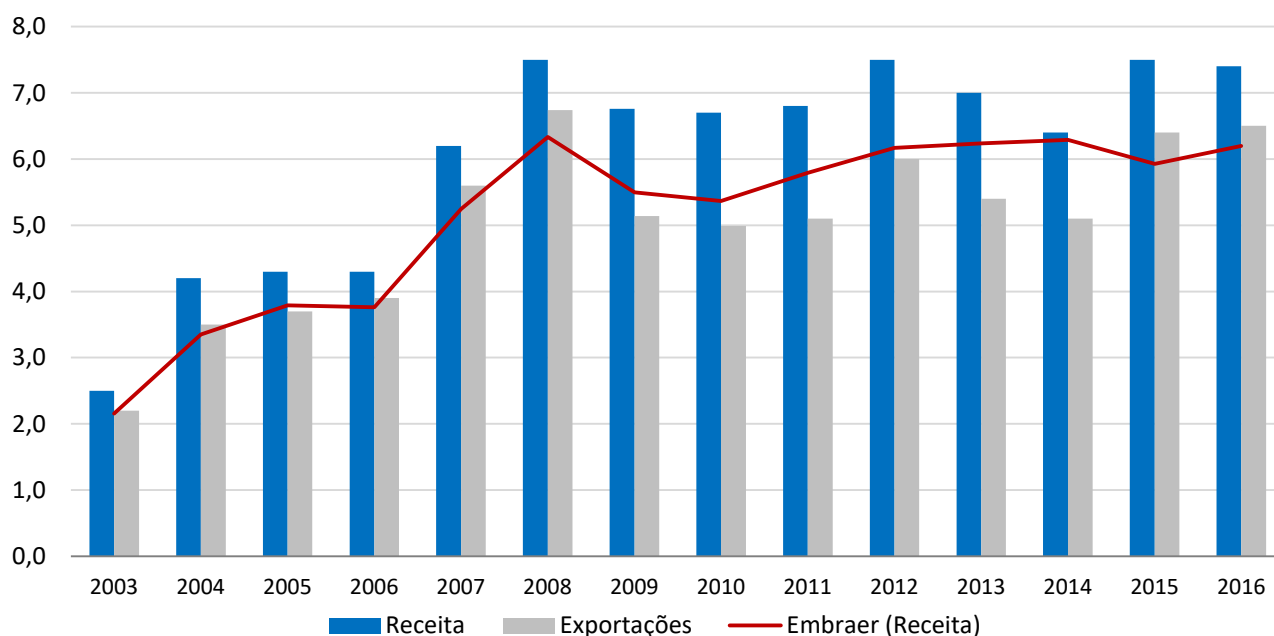
Apesar do crescente o mercado privado, no contexto do chamado “New Space”, o apoio governamental continua sendo o principal determinante do desenvolvimento do setor espacial. Mesmo nos Estados Unidos, as grandes corporações privadas sempre tiveram acesso aos dados, tecnologias e especialistas da NASA, além da demanda pública e de fundos públicos em condições favoráveis que, por décadas, possibilitaram que elas realizassem saltos tecnológicos (Bockel, 2018).

2. Análise comparativa: estrutura produtiva, potencial de inovação e inserção internacional

Os dados da Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB), apresentados no gráfico 3, demonstram uma notável expansão da indústria aeroespacial brasileira ao longo da primeira década do século XXI. Entre 2003 e 2008, as receitas dessa indústria praticamente triplicaram, de cerca de US\$ 2,5 bilhões para US\$ 7,5 bilhões.

No entanto, este crescimento extraordinário da indústria aeroespacial foi interrompido pela crise econômica internacional, que ocorreu no final de 2008. Nos três anos seguintes, a receita diminuiu cerca de 10%, com uma ligeira recuperação até 2012, mas atingindo um nível de receita muito próximo do ano de 2008. Em 2014, observou-se uma queda adicional nas vendas, que se recuperaram parcialmente em 2015 e 2016.

Gráfico 3. Indústria aeroespacial brasileira: evolução das receitas e exportações (US\$ bilhões), com destaque as receitas da Embraer, 2003-2016



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AIAB e da Embraer, 2019.

O gráfico 3 permite constatar a alta correlação existente entre as receitas e as exportações da indústria aeroespacial brasileira e entre essas duas variáveis e as receitas da Embraer. Como primeira característica,

observa-se que as vendas da indústria aeroespacial brasileira estão voltadas essencialmente para o mercado externo, na medida em que 82,7% das receitas deste sistema produtivo foram obtidas através de exportações, no período 2003-2015. A segunda característica se refere à preponderância da empresa líder, Embraer, que sozinha responde por 72,1% das receitas da indústria aeroespacial brasileira do período, de maneira que a evolução dessa indústria está totalmente ligada ao desempenho de sua empresa líder.

Com relação à inserção da indústria aeroespacial na economia brasileira, observa-se que no ano de 2016, esta apresentou uma receita de US\$ 7,4 bilhões e exportações de US\$ 6,5 bilhões, o que correspondeu a 0,79% das receitas e a 3,5% das exportações da indústria de transformação brasileira. Por outro lado, os dados da AIAB (2019) indicam que a indústria aeroespacial brasileira empregou cerca de 22.100 funcionários em 2016. Esses dados nos permitem inferir que indústria aeroespacial tem um alto valor agregado e uma inserção internacional ativa, especialmente se comparada com o restante da indústria brasileira de transformação.

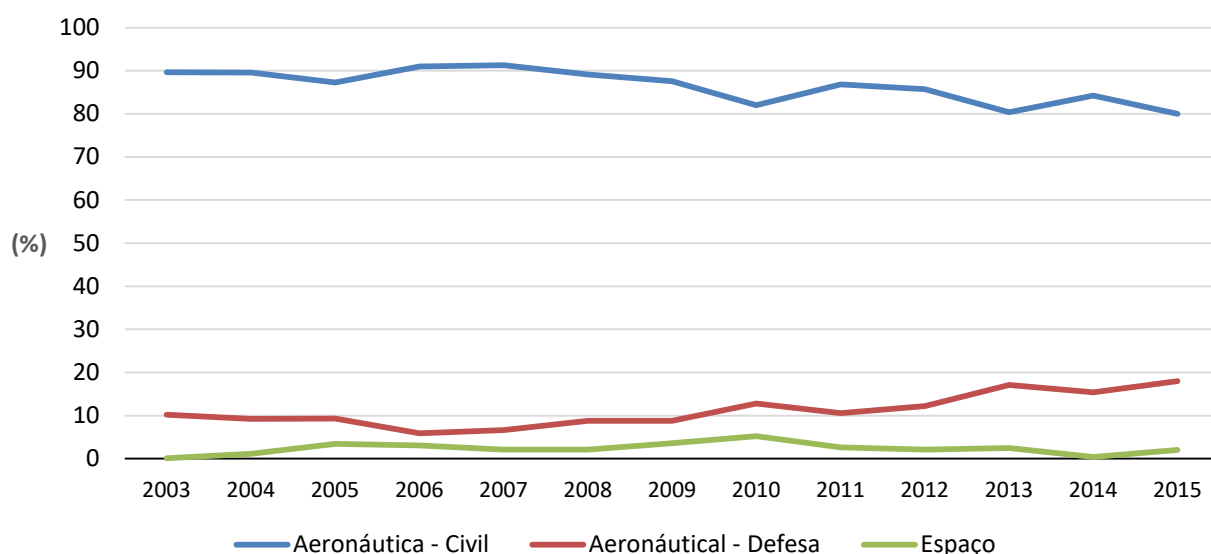
Numa primeira aproximação, verifica-se que o excepcional crescimento da indústria aeroespacial brasileira até 2008 foi determinado, essencialmente, pela expansão da demanda de aeronaves comerciais, particularmente com a entrada em operação da família de aeronaves comerciais E-Jets da Embraer, em 2004. Secundariamente, também se verifica a entrada da Embraer no mercado de aeronaves executivas. Isto explica a elevada participação da indústria aeronáutica no setor como um todo, respondendo por cerca de 90% das receitas da indústria aeroespacial brasileira até 2008. Desde então, constata-se uma redução na participação deste setor para cerca de 80% das receitas da indústria aeroespacial, mas ainda ocupando uma posição preponderante, como pode ser observado no gráfico 4.

Durante o período analisado, também se evidencia o gradual e contínuo crescimento da participação do setor de defesa – particularmente aeronaves militares – no conjunto da indústria aeroespacial brasileira, partindo de uma participação de 10%, em 2003, para 18%, em 2015. Esta maior participação é explicada pelos crescentes investimentos realizados pelo Ministério da Defesa, que implementou um amplo e integrado conjunto de programas estratégicos voltados para a modernização e o fortalecimento das Forças Armadas Brasileiras (IPEA; ABDI, 2016; Silva, 2015). Cabe esclarecer que grande parte dessa crescente demanda foi direcionada para a indústria local, visando atender a Estratégia Nacional de Defesa (END), cuja diretriz busca “assegurar que o atendimento das necessidades de equipamento das Forças Armadas apoie-se em tecnologias sob domínio nacional” (Brasil, 2008, p.10).

Por fim, constata-se a insignificante participação do setor espacial nas

receitas das empresas que compõem a indústria aeroespacial brasileira. De acordo com o levantamento realizado pela Aerodynamic Advisory & Teal Group (2018), o setor espacial apresenta uma participação de 7% do total das receitas da indústria aeroespacial global. No Brasil, mesmo quando se considera os orçamentos dos institutos de pesquisa, a participação não chega a 3% do total.

Gráfico 4. Indústria aeroespacial brasileira: evolução da receita por setor (%), 2003-2015



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AIAB, 2019.

Apesar das diferenças entre os setores aeronáutico (civil e de defesa) e espacial, há uma forte conexão entre eles. Segundo Câmara (2001), esta conexão advém da convergência entre as tecnologias do setor, em razão de uma base técnica comum, intensiva em P&D. Em razão disso, as grandes fabricantes de aeronaves extrapolam as fronteiras do setor aeronáutico e passam a operar nos outros setores da indústria aeroespacial. O resultado é a criação de grandes conglomerados aeroespaciais que abrangem os diferentes setores dessa indústria (Schmidt, 2011; Ferreira, 2009).

A base técnica comum também se reflete processo histórico de constituição das atividades aeroespaciais em torno do CTA, centro formador dos recursos humanos especializados e irradiador das pesquisas relacionadas com a indústria aeroespacial. Como resultado, observa-se que a região Sudeste congrega mais de 90% das empresas do setor aeronáutico e 94% das firmas do setor espacial, estando em sua grande maioria concentradas no município de São José dos Campos, São Paulo (Ferreira, 2016; Matos, 2016).

2.1. Estrutura de Mercado

A principal característica do setor aeronáutico brasileiro é o fato deste estar concentrada em uma única grande empresa, a Embraer. Ao longo da história, a Embraer evoluiu de empresa aeronáutica para conglomerado aeroespacial, seguindo, assim, a estratégia de expansão e diversificação adotada pelas principais empresas aeronáuticas mundiais, particularmente Boeing e Airbus. Atualmente, a Embraer atua nos principais segmentos do setor aeronáutico e também nos setores de defesa e espaço. A Embraer é a terceira maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo, liderando o mercado de jatos com até 150 assentos. Além disso, a companhia vem apresentando uma crescente participação nos segmentos de jatos executivos e aeronaves militares (treinamento avançado, vigilância aérea e transporte militar). A partir de 2012, a Embraer extrapolou as fronteiras do setor aeronáutico e avançou para os outros setores da indústria aeroespacial, no caso passou a atuar em diferentes segmentos da BID, como radares e sistemas de comando e controle. Além disso, também iniciou sua participação no setor espacial brasileiro através da Visiona Tecnologia Espacial, uma *joint venture* estabelecida com empresa estatal Telebrás⁸.

A posição hegemônica da Embraer no setor aeronáutico brasileiro é reforçada por duas outras características. Primeira, não há outra grande empresa integradora no setor aeronáutico, apenas a Helibras, subsidiária da Airbus Helicopters, que atua na montagem de helicópteros. A segunda característica é que a cadeia de suprimentos da indústria aeronáutica brasileira é muito restrita, formada majoritariamente por fornecedores de segundo e terceiro níveis, altamente dependentes da Embraer. Desta maneira, é possível afirmar, ainda que de forma simplificada, que o setor aeronáutico brasileiro é, essencialmente, a Embraer, seja pela sua atuação direta, seja pela coordenação que esta empresa exerce sobre a sua cadeia de fornecedores.

A cadeia de fornecedores da Embraer é estratificada e concentrada em pequenas e médias empresas. No primeiro nível se encontram algumas poucas subsidiárias de empresas estrangeiras que se instalaram no país para atender as demandas da Embraer, com destaque para as fabricantes europeias de aeroestruturas Aernnova, Sonaca e Latécoère. Nos segundo e terceiro níveis, se encontra a quase totalidade das empresas fornecedoras aeronáuticas brasileiras, com uma parcela majoritária destas empresas da área metal-mecânica. Destacam-se também as empresas especializadas em serviços de engenharia aeronáutica, entre estas a brasileira Akaer e as subsidiárias locais

⁸ Participação da Embraer (51%) e da Telebrás (49%).

da Aernnova e da Safran. Por fim, a GE Celma que é a segunda maior unidade de manutenção de motores aeronáuticos do grupo GE Aviation (Ferreira; Sabbatini, 2013).

Diferentemente do setor aeronáutico, a estrutura de mercado do setor espacial não apresenta uma empresa líder, que atue como integradora ou *prime contractor*. O desenvolvimento e a integração de satélites e veículos lançadores estão a cargo dos institutos de pesquisa, INPE e DCTA, respectivamente. A participação da quase totalidade das empresas se restringe ao fornecimento de sistemas e componentes especializados, cujo volume de produção é pequeno. Em geral são empresas de médio e pequeno porte, cujas atividades voltadas ao setor espacial respondem por uma parcela minoritária das suas receitas. (Matos, 2016; Schmidt, 2011). Não obstante, tem-se observado dois movimentos estratégicos que deverão alterar a configuração do setor. Primeiro, a constituição da Visiona, em 2012, para atuar como *prime contractor* e integradora do programa do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). Segundo, o recente processo de concentração liderado pela empresa brasileira Akaer, que adquiriu duas importantes empresas em 2017, Opto Space & Defense e a Equatorial Sistemas. Há uma expectativa de que ambos movimentos estratégicos deverão contribuir para o fortalecimento e adensamento do setor espacial brasileiro.

Em relação à estrutura de capital, verifica-se que, nos dois setores, a maioria das empresas são de capital e controle nacional, embora dados do Mapeamento tenham mostrado o aumento de processos de aquisição de empresas brasileiras por grupos estrangeiros. Podem ser citados aqui os casos da AEL Sistemas (antiga Aeroeletrônica), fabricante de sistemas eletrônicos embarcados e microssatélites, que foi adquirida pela empresa israelense Elbit Systems; e da Omnisys, que atua na fabricação de radares e sistemas eletrônicos embarcados, tendo sido absorvida pelo grupo europeu Thales. Neste contexto, a proposta da Boeing para adquirir a divisão de aviões comerciais, a maior e mais lucrativa da Embraer, resultaria num desmonte da empresa brasileira. No entanto, a Boeing desistiu da operação em 2020, devido ao agravamento dos seus próprios problemas técnicos e financeiros (Drumond, 2020). Desta maneira, a Embraer se mantém como a grande empresa da indústria aeroespacial brasileira, tendo que retomar sua estratégia de contínua capacitação tecnológica e construção de competências.

2.2. Potencial de inovação

Dado que o padrão de concorrência da indústria aeroespacial está assentado na contínua incorporação de inovações tecnológicas, a capacidade

de inovar é o elemento fundamental para manutenção e construção de vantagens competitivas (Ferreira, 2016).

O principal diferencial inovativo do setor aeronáutico está concentrado no lançamento de novos produtos, particularmente novas aeronaves. Constatase, entretanto, que estas capacitações tecnológicas mais elevadas estão concentradas em alguns poucos projetos estratégicos, comandados por um número ainda mais restrito de empresas. Não obstante, este é o padrão da dinâmica das atividades inovativas do segmento aeronáutico em âmbito mundial. No caso brasileiro, em razão da elevada concentração da estrutura produtiva, a capacidade de inovação do setor aeronáutico brasileiro está centrada na sua empresa líder, Embraer. Em razão disso, a empresa vem comandando todo processo de inovação do setor aeronáutico brasileiro.

A Embraer realizou um crescente esforço para acompanhar o amplo conjunto de inovações disruptivas que estão sendo introduzidas no setor aeronáutico decorrentes do avanço da Indústria 4.0. Os avanços da Embraer nas tecnologias inovadoras começaram na engenharia de produtos, com o projeto do "Avião Digital" e avançaram para o processo de produção, com o projeto da "Fábrica Digital", um sistema de informação em tempo real que integra todo o processo para otimizar a fabricação de aeronaves. A Embraer também vem avançando na introdução de robôs e na utilização da tecnologia de impressão 3D (Ferreira, 2018). De acordo com o recente relatório da pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Embraer foi a empresa que mais investiu em processos avançados de fabricação no Brasil na década passada (Bordeaux-Rego, 2017). A Embraer também desenvolveu uma ampla diversidade de serviços que proporcionam uma otimização na operação das aeronaves, através do uso intensivo de tecnologias de monitoramento a bordo. A adoção destas novas tecnologias também busca atender à estratégia de Embraer de agregar cada vez mais serviços aos seus produtos.

O crescente esforço inovativo da Embraer vem se refletindo num extraordinário crescimento dos recursos destinados às atividades de P&D. cuja participação na receita líquida, passou de 2,8% (R\$ 392 milhões), em 2010, para 6,8% (R\$ 1,466 milhões) em 2016 (Embraer, 2019). Como resultado, a Embraer realizou uma sequência de novos lançamentos. Em 2018 entrou em operação a sua nova família de jatos comerciais E-2 e, no ano seguinte, os novos modelos de jatos executivos Praetor e o avião de transporte militar KC-390, com capacidade para 26 toneladas. Além disso, a Embraer vem trabalhando em parceria com a empresa sueca Saab no projeto do avião de caça Gripen NG, coordenando todas as atividades realizadas no Brasil, incluindo integração de sistemas, montagem final e testes, além de ser responsável pelo desenvolvimento da versão biposto (Stochero, 2014). No

entanto, o esforço inovador da Embraer culminou com a criação da divisão Embraer X nos EUA, com o objetivo de prospectar inovações disruptivas e também participar de projetos inovadores, no caso o desenvolvimento de um modelo de *electrical Vertical Take-Off and Landing* (eVTOL), aeronave de transporte aéreo urbano (UberElevate, 2016).

A cadeia de fornecedores locais da Embraer engloba empresas muito heterogêneas com relação ao potencial de inovação. Destaca-se a crescente competência tecnológica da empresa Akaer, em engenharia aeronáutica, e da AEL Sistemas em sistemas eletrônicos embarcados. No entanto, a maior parte das empresas fornecedoras se concentra nas atividades de metalmecânica, sendo que algumas poucas vêm inovando em processos produtivos. Por fim, cabe ainda destacar que o DCTA continua tendo uma posição central nas atividades de P&D realizadas no setor aeronáutico brasileiro, particularmente através do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), na formação de engenheiros; do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), nos programas de suporte ao desenvolvimento produtivo e tecnológico e *offsets*; e do Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo (IPEV), para testes e certificações.

Por sua vez, as empresas do setor espacial brasileiro apresentam uma relativa competência tecnológica, mas restrita a nichos de mercado bastante especializados, de forma que a estrutura produtiva do setor espacial brasileiro é muito segmentada, pulverizada e heterogênea. Constata-se que a quase totalidade dessas empresas é intensiva em atividades de pesquisa e desenvolvimento e em engenharia, evidenciando a elevada competência dessas empresas. No entanto, a maioria delas apresenta estrutura produtiva e financeira inadequadas para conquistar a maturidade tecnológica e comercial dos seus produtos. Além disso, a maioria dessas empresas participa de arranjos cooperativos com outras organizações, particularmente os centros de pesquisa INPE e DCTA foram apontados como os parceiros mais relevantes para o desenvolvimento de inovações, o que coaduna com o fato de que a quase totalidade dos projetos espaciais estão centrados nestas duas instituições.

Deve-se acrescentar ainda, que muitas das tecnologias utilizadas no setor espacial são consideradas críticas, pois podem ser utilizadas no desenvolvimento de equipamentos militares estratégicos, como mísseis balísticos de longo alcance e satélites de reconhecimento. Em razão disso, sofrem embargos da maioria dos países detentores destas tecnologias.

Nesse contexto, os investimentos espaciais no Brasil são essencialmente governamentais, com desenvolvimento tecnológico majoritariamente exercido no âmbito dos institutos de pesquisa públicos, que gerenciam os contratos governamentais com a pequena base industrial

instalada. Neste contexto, a participação da indústria nacional no desenvolvimento de foguetes, satélites e aplicações espaciais limita-se a contratos para atender aos projetos governamentais, sob a coordenação da AEB e execução pelo INPE e pelo DCTA. Estes institutos de pesquisa, na prática, terminam por assumir o papel de “empresas integradoras dos sistemas espaciais” (Brasil, 2018). No entanto, por serem órgãos públicos estão subordinados aos marcos legais de rigor jurídico altamente burocrático, que não conferem a mesma eficiência de gestão se executados por integradoras do regime da iniciativa privada (Brasil, 2018). Por fim, a instabilidade no fluxo de recursos destinado ao setor espacial desmobiliza as iniciativas empresariais.

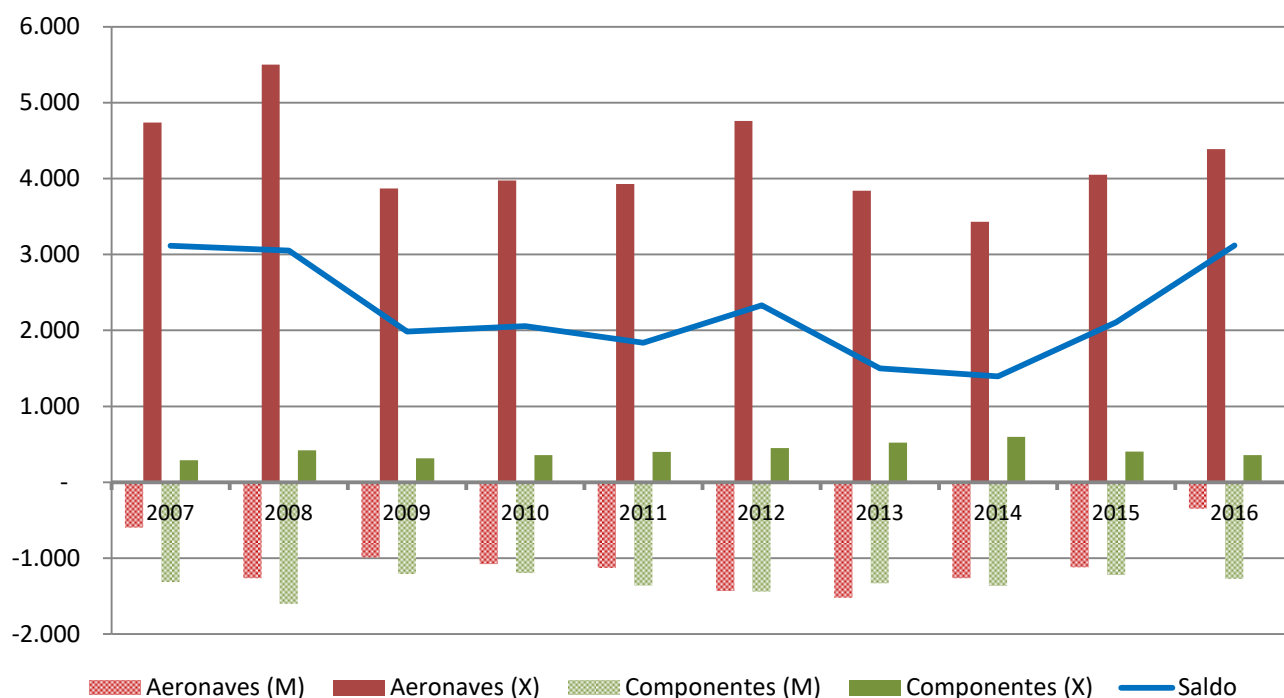
Apesar das limitações financeiras, observa-se que as empresas deste setor, mesmo sendo em sua maioria de pequeno porte, alcançaram elevados patamares técnicos em determinadas áreas, tais como câmeras ópticas, painéis solares, sistemas de propulsão, suprimento de energia, estruturas mecânicas, controle térmico e telecomunicações (Brasil, 2018). Contudo, a estrutura produtiva fragmentada, especializada e sujeita aos embargos internacionais resultou na limitação em algumas tecnologias críticas – como sistemas de controle de atitude, que em realidade possibilitam o controle dos satélites e foguetes – que até recentemente não eram de domínio nacional. Isto porque cada empresa atua dentro da sua especialidade tecnológica, fornecendo os sistemas e componentes para o INPE e DCTA, onde são realizadas as atividades de integração. No caso da Visiona observa-se o oposto, pois a empresa está concentrada nas atividades de gerenciamento do projeto SGDC e vem buscando adquirir competência na integração de sistemas através de um programa de transferência de tecnologia junto à empresa franco-italiana Thales Alenia Space (TAS), responsável pela manufatura dos satélites. Em suma, o potencial de inovação do setor espacial, diferentemente do que ocorre no setor aeronáutico, não foi convertido em competitividade para suas empresas.

2.3. Inserção Internacional

O setor aeronáutico brasileiro tem uma presença ativa no mercado internacional, como pode ser observado no gráfico 5. As exportações do setor aeronáutico brasileiro estão concentradas nas vendas internacionais da Embraer, particularmente nas exportações de sua família de jatos comerciais E-Jets, uma das aeronaves de maior sucesso no mercado de aviação comercial, com mais de 1,6 mil unidades entregues até o início de 2020, sendo mais de 1,4 mil unidades no mercado internacional. De acordo com o gráfico 5, as exportações de aeronaves mostraram uma estabilização, com valores em

torno de US\$ 4 bilhões por ano, depois da crise de 2008. Por outro lado, o volume de importações de aeronaves se encontra em um patamar inferior, em torno de US\$ 1 bilhão por ano, que se manteve relativamente estável até o ano de 2013, quando se iniciou um declínio da trajetória, por conta do agravamento da crise na economia brasileira.

Gráfico 5. Setor aeronáutico brasileiro: importação, exportação e saldo, divididos em duas categorias: aeronaves e componentes (US\$ milhões), 2007-2016



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da SECEX, 2019.

Por outro lado, o setor aeronáutico brasileiro é um grande importador de componentes, enquanto as exportações são marginais. Durante os anos 2000, as importações de componentes estavam em um nível de aproximadamente US\$ 1,5 bilhão por ano. Esse alto nível de importações decorre de a indústria aeronáutica brasileira não produzir a maioria dos componentes utilizados no processo produtivo das aeronaves, particularmente os sistemas embarcados de alta tecnologia. Em razão disso, as exportações de componentes aeronáuticos apresentam um volume muito baixo em comparação com as exportações de aeronaves.

Este modelo de inserção do setor aeronáutico centrado na competitividade da empresa líder, que exporta produtos de maior valor agregado, permitiu que esse setor industrial acumulasse um saldo comercial de

US\$ 22,2 bilhões, entre 2007 e 2016, o que representa mais de US\$ 2,2 bilhões/ano. Isto demonstra que o setor aeronáutico brasileiro é estruturalmente superavitário, sendo o único setor de alta tecnologia da indústria brasileira a apresentar uma inserção ativa no mercado internacional.

A inserção internacional do setor espacial, por outro lado, é muito baixa e ocorre quase que exclusivamente em uma única direção, a da demanda. O setor espacial brasileiro importa peças componentes ou, mesmo, sistemas completos. Em razão disso, o saldo comercial desse setor tem se mostrado estruturalmente deficitário, particularmente nos produtos de maior intensidade tecnológica. Em sua grande maioria, estas importações decorrem das próprias deficiências estruturais do setor espacial brasileiro, anteriormente relatadas. Observa-se que alguns sistemas críticos, entre eles os sistemas de controle de atitude, até recentemente não eram produzidos no Brasil e necessitavam ser importados. Outro exemplo, se refere ao SGDC, que precisou ser importado, pois as empresas e centros de pesquisa locais não possuíam competência tecnológica para desenvolver e integrar um satélite geoestacionário de comunicações. Em resumo, o que não é produzido no país precisa ser importado, demonstrando a baixa autonomia tecnológica do setor espacial brasileiro. Neste contexto, um possível cerceamento na importação de componentes ou sistemas que envolvam tecnologias críticas poderá comprometer ainda mais o desenvolvimento de projetos espaciais considerados estratégicos.

Com relação às exportações, estas são esporádicas e estão restritas à componentes e sistemas de menor intensidade tecnológica. A exceção fica por conta dos foguetes de sondagem VSB-30, no total seis unidades foram exportadas para a *European Space Agency* (ESA), sendo lançadas entre 2005 e 2013, na base de Kiruna na Suécia. Observa-se, contudo, que os principais bens exportados pelas empresas do setor não são produtos especificamente espaciais. Segundo Schmidt (2011, p.12) “é bastante plausível que os itens exportados estejam ligados a outras unidades de negócio das firmas analisadas, como o aeronáutico, por exemplo”. Apesar da capacitação tecnológica de algumas empresas, isto demonstra a baixa competitividade internacional do setor espacial brasileiro.

Considerações Finais

A indústria aeroespacial possui uma grande importância, tanto econômica, por ser de alta tecnologia, como estratégica, por fornecer equipamentos necessários para defesa de um país. No caso brasileiro esta importância é ainda maior, pois é a única indústria de alta tecnologia com uma

inserção ativa no mercado internacional. Além disso, a indústria aeroespacial é a que tem maior participação na BID brasileira. No entanto, para uma melhor compreensão do desempenho desta indústria no Brasil é essencial que a análise seja desagregada.

Os setores aeronáutico e espacial se originaram no Brasil em um mesmo contexto histórico e a partir de um mesmo centro de pesquisa (CTA) visando, em ambos os casos, a conquista da autonomia tecnológica para o país. Apenas para ilustrar, o primeiro foguete brasileiro, o Sonda I, foi lançado em 1965, enquanto o avião Bandeirante, que deu origem a Embraer, voou pela primeira vez, em 1968. Apesar destas semelhanças, ao longo destes últimos 50 anos, estes dois setores apresentaram trajetórias muito distintas, ou mesmo contrastantes.

O setor aeronáutico – na figura da sua empresa líder Embraer – se capacitou nas tecnologias-chaves e a partir disso avançou no mercado nacional e, principalmente, internacional. Como resultado, no início do século XXI a Embraer passou a se posicionar como a terceira maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo, atrás apenas da Boeing e da Airbus. Por outro lado, o setor espacial apresentou conquistas muito limitadas e diversos fracassos. Constatou-se que os principais projetos espaciais brasileiros estão muito atrasados ou, então, foram abandonados. Observa-se também que o domínio de muitas tecnologias-chaves para o setor espacial somente foi conquistado recentemente.

Buscando compreender os contrastes existentes entre os setores aeronáutico e espacial no Brasil, o artigo buscou identificar as especificidades de cada um desses setores, através de uma análise que relacionou as políticas públicas com a estrutura de mercado, potencial tecnológico e inserção internacional. No setor aeronáutico, ao longo dos últimos 50 anos, o governo federal focou todos os seus instrumentos na capacitação, fortalecimento e expansão da empresa líder. Para o restante da cadeia de fornecedores apenas adotou políticas públicas pontuais e complementares. Como consequência, a estrutura de mercado do setor aeronáutico passou a estar concentrada em uma única grande empresa, a Embraer, que avançou no domínio das tecnologias-chaves necessárias para projetar e produzir aeronaves, além de também avançar nas capacitações gerenciais e mercadológicas. Ademais, nos últimos anos a Embraer vem realizando um esforço crescente para incorporar os avanços tecnológicos trazidos pelas inovações da Indústria 4.0. Por conseguinte, a Embraer passou a ter uma inserção internacional ativa conquistando uma posição de liderança no mercado mundial de aeronaves comerciais. Além disso, a empresa também avançou para os segmentos de jatos executivos e de defesa e, assim, se constituiu como o único grande

conglomerado aeroespacial do Brasil.

Desde a origem do setor espacial brasileiro, as políticas públicas estiveram divididas entre duas instituições. De um lado, o CTA, responsável pelo desenvolvimento e lançamento dos foguetes. De outro lado, o INPE, responsável pelo desenvolvimento, integração e operação dos satélites. Apesar da instituição da MECB, em 1979, e da criação da AEB, em 1994, visando coordenar o programa espacial brasileiro, as principais ações continuaram divididas entre o atual DCTA e o INPE. Além de serem os principais centros de pesquisa no setor espacial, estas instituições também são as responsáveis pelo desenvolvimento, integração e testes dos principais sistemas espaciais. A isto se acrescenta um elemento central, o fato de o orçamento público destinado ao setor espacial ser irregular e estar muito aquém das necessidades. Como resultado, a estrutura de mercado do setor espacial brasileiro é bastante limitada e segmentada, e as competências tecnológicas em geral estão restritas à segmentos específicos. Desta maneira, pode-se afirmar que a competitividade do setor espacial brasileiro é baixa, particularmente quando se compara com o sucesso do setor aeronáutico.

É possível concluir que os contrastes entre os dois setores que compõem a indústria aeroespacial decorrem das especificidades técnicas existentes entre eles, bem como da estrutura produtiva que se desenvolveu ao longo das últimas décadas, fazendo com que o setor espacial apresente menor dimensão econômica e maior dependência das compras públicas. Entretanto, no caso brasileiro, estas diferenças foram agravadas pelas políticas públicas adotadas em cada um dos setores, aí incluídos o elevado diferencial de recursos destinados à cada um deles.

Não obstante, possíveis mudanças estruturais podem expandir o setor espacial brasileiro, particularmente a implementação do programa espacial militar PESE, voltado para o nicho de mercado de satélites e veículos lançadores de menor porte, e o processo de concentração das empresas do setor.

Referências

AERODYNAMIC ADVISORY; TEAL GROUP CORPORATION. **The Global Aerospace Industry: Size & Country Rankings**, 2018. Disponível em: <https://aerodynamicadvisory.com/wp-content/uploads/2018/07/AeroDynamic-Teal_Global-Aerospace-Industry_16July2018.pdf>

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. **Números da AIAB**. Disponível em: <<http://www.aiab.org.br/portugues/index>> 2019.

BERNARDES, R. **O caso Embraer – privatização e transformação da gestão empresarial**: dos imperativos tecnológicos à focalização no mercado.

São Paulo: CYTED: PGT/USP, Cadernos de Gestão Tecnológica, 2000.

BOCKEL, Jean-Marie. The future of the space industry general report. **Economic And Security Committee** (ESC), 173 ESC 18, Nato Parliamentary Assembly, November, 2018. Disponível em: <<https://www.nato-pa.int/download-file?>>

BORDEAUX-REGO, A.C. **Cluster Tecnológico: Internet das Coisas**. Relatório Técnico, Projeto Indústria 2027. Rio de Janeiro: IE-UFRJ; Campinas: IE-UNICAMP, 2018

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado Maior da Aeronáutica. **Portaria nº 184/GC3**. Estabelece as atribuições à Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE). Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. Agência Espacial Brasileira. **Relatório de Gestão do Exercício de 2017**. AEB: Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/RG-2017_AEB-Final_TCU_Processo_01350.000058-2018-83.pdf>. Brasília, 2018.

_____. **Programa Nacional de Atividades Espaciais: 2012-2021**. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Pnae-Portugues.pdf>>. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br/estado-e-defesa/estrategia-nacional-de-defesa>>. Brasília, 2008

BRASIL. Ministério da Economia. Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estatísticas de Comércio Exterior**, 2019. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior>>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Relação Anual de Informações Sociais**. Acesso via IPEA, 2013.

BRASIL. Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento. Portal SIOP. **Painel do Orçamento Federal**, 2019. Disponível em: <<https://www.siop.planejamento.gov.br/siop/>>

CÂMARA, G. **Programa Espacial: C&T e desenvolvimento industrial**. In: Conferência Regional de Ciência, Tecnologia e Inovação. São Paulo, 2001.

CARLEIAL, Aydano Barreto. Uma breve história da conquista espacial. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, out. 1999.

COSTA FILHO, E.J. **A política científica e tecnológica do setor aeroespacial brasileiro: da institucionalização das atividades ao fim da gestão militar**: uma análise do período 1961-1993. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica). Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

DOLINSKY, M.M. **Instituto de Atividades Espaciais**: presença brasileira no espaço. Relatório Técnico. São José dos Campos: CTA, 1989.

DRUMOND, C. D. **Asas do Brasil: Uma história que voa pelo mundo**. Mirian Paglia Editora de Cultura. São Paulo, 2004.

DRUMOND, C. De Asas Quebradas. **Carta Capital**, 6 mai. de 2020.

EMBRAER. **Manual e Proposta da Administração para a Assembleia Geral Extraordinária da Embraer SA**. São José dos Campos, May 27, 2019a. Available at: <encurtador.com.br/gscY2>

EMBRAER. **Institutional Informations**. Disponível em: <<https://embraer.com/br/pt>>. São José dos Campos, 2019

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 Teoria Econômica). Universidade de Campinas, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/cv3voN>>

_____. **Estudo de sistema produtivo aeroespacial e defesa**. Relatório Técnico, Projeto Indústria 2027. Rio de Janeiro: IE-UFRJ; Campinas: IE-UNICAMP, 2018

_____. **Plataforma Aeronáutica Militar**. In: IPEA; ABDI (Orgs.). Mapeamento da Base Industrial de Defesa. Brasília, 2016

INSTITUTO EUVALDO LODI (IEL). **Disruptive Technologies and Industry: Current Situation and Prospective Evaluation**. Brasília: IEL/NC, 2018. Disponível em <encurtador.com.br/kINO6>

IPEA; ABDI (Orgs.). Mapeamento da Base Industrial de Defesa. Brasília: IPEA/ABDI, 2016.

LELOGLU, U.; KOCAOGLAN, E. Establishing space industry in developing countries: opportunities and difficulties. **Advances in Space Research**, v. 11, n. 42, 2008.

MATOS, P.O. Sistemas espaciais voltados para a Defesa. In: IPEA; ABDI (Orgs.). Mapeamento da Base **Industrial de Defesa**. Brasília: IPEA/ABDI, 2016.

MIRANDA, Z. **O voo da Embraer**: a competitividade brasileira na indústria de alta tecnologia. São Paulo: USP/Editora Papagaio, 2007.

MONTE-CARDOSO, A. **A Embraer e a questão nacional**. PhD thesis (Doctor in Economic Theory) University of Campinas, 2018. Disponível em: <encurtador.com.br/ejIM0>

MORAIS, F. **Montenegro**: As aventuras do Marechal que fez uma revolução nos céus do Brasil. Editora Planeta do Brasil. São Paulo, 2006

OLIVEIRA, M.; SILVEIRA, E. Projeto global: Embraer desenvolve novo avião militar com a FAB, parceiros no exterior e empresas no Brasil. **Pesquisa FAPESP**, 255, Nov 2014

PFEIFFER, S. The Vision of “Industrie 4.0” in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded, **Nanoethics**, n.11, p.107-121, Jan 2017. Available at: <encurtador.com.br/biwY1>

SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). **State of the Satellite Industry Report 2017**. Washington DC: The Tauri Group, 2018. Disponível em: <<http://www.sia.org>>.

SCHMIDT, F. H. **Desafios e Oportunidades para uma indústria espacial emergente**: o caso do Brasil. Texto para Discussão, n. 1667, IPEA, 2011.

SILVA, O. **A decolagem de um sonho: história da criação da Embraer.** Lemos Editorial. São Paulo, 1998

SILVA, P.F. **A política industrial de defesa no Brasil (1999-2014): intersectorialidade e dinâmica de seus principais atores.** PhD thesis (Doctor of International Relations). University of São Paulo, 2015. Disponível em: <encurtador.com.br/cfvAT>

SPACE FOUNDATION. The Space Report 2015. Disponível em: <<https://www.thespacereport.org/>>. Colorado Springs, 2016.

STOCHERO, T. Corte de verba faz Marinha suspender projeto para defesa do pré-sal. **G1**, Nov 11, 2015. Disponível em: <<https://glo.bo/2zwythl>>

STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE (SIPRI). **Transfers of major weapons:** deals with deliveries or orders made, 2019. Disponível em: <http://armstrade.sipri.org/armstrade/page/trade_register.php>

TERACINE, Edson Baptista. Os Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, out. 1999.

UBER ELEVATE. **Fast-forwarding to a future of on-demand urban air transportation.** Uber Elevate, Oct. 27, 2016. Disponível em: <<https://www.uber.com/elevate.pdf>>

VELOSO, E.M. (Org). **A política espacial brasileira.** Cadernos de altos estudos, n. 7. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009.

VIEGAS, J.A. **Vencendo o Azul:** História da Indústria e Tecnologia Aeronáutica no Brasil. Duas Cidades. São Paulo, 1989