

O APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE AEROESP AÇO E DEFESA: VISÕES DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

Sérgio Bittencourt Varella Gomes

João Alfredo Barcellos

*Paulus Vinicius da Rocha Fonseca**

Palavras-chave: Aeroesp aço e defesa. Apoio governamental. *Cluster* aeroespacial. Cadeia produtiva aeroespacial. Pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I).

* Respectivamente, gerente com PhD em Dinâmica de Voo (Cranfield University, Inglaterra); arquiteto, com mestrado em Engenharia Civil/ rea de Transportes pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); e contador, com MBA em Controladoria e Finanças pela Universidade Cândido Mendes (Ucam), todos lotados no Departamento de Apoio  s Exportações do Setor Aeronáutico, da área de Comércio Exterior do BNDES.

SUPPORT TO THE DEVELOPMENT OF THE AEROSPACE AND DEFENSE SECTOR: PERSPECTIVES OF THE INTERNATIONAL EXPERIENCE

Sérgio Bittencourt Varella Gomes

João Alfredo Barcellos

*Paulus Vinicius da Rocha Fonseca**

Keywords: Aerospace and defense. Government support. Aerospace cluster. Aerospace supply chain. Research, development and innovation (P,D&I).

* Respectively, manager with a PhD in Flight Dynamics (Cranfield University, England); architect, with a master's degree in Civil Engineering/Transport Division from the State University of Campinas (Unicamp); and accountant, with a MBA in Controllershship and Finances from Universidade Cândido Mendes (Ucam), all from the Department of Support to Exports of the Aeronautical Sector, of BNDES' Foreign Trade and Guaranteed Funds Division.

Resumo

O setor de aeroespaciaço e defesa (A&D) apresenta características próprias de desenvolvimento e importância comercial capazes de atrair o interesse de vários Estados nacionais. A existência de um fabricante de aeronaves próprio não é condição *sine qua non* para que um país crie um *cluster* aeroespacial. A articulação que se verifica na cadeia produtiva aeroespacial entre diversos atores, abrangendo os setores público e privado em um país, também tem rebatimento entre estes e seus pares em outras nações. O mercado do setor é global e requer uma constante atenção para com sua evolução. Este artigo propõe uma visão sobre o setor no Brasil, cotejando-o com a experiência internacional recente.

Abstract

The aerospace and defense sector (A&D) has particular characteristics of development and commercial significance that are able to attract the interest of several Brazilian states. Having its own aircraft manufacturer is not a *sine qua non* condition for a country to create an aerospace cluster. The links between the various actors of the aerospace supply chain, including a country's private and public sectors, also affect them in other nations. The sector's market is global and requires constant attention to its evolution. This article proposes a new perspective on the sector in Brazil, associating it with the recent international experience.

Introdu o

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econ mico e Social (BNDES) passou a ter uma liga o mais forte com o setor de indústria aeronáutica desde o processo de privatiza o da Embraer, em 1994. Nos anos subsequentes e até hoje, esse envolvimento com o setor foi ampliado para diversas empresas e modalidades de créditos e investimentos, conforme já parcialmente examinado (GOMES, 2012). No que diz respeito especificamente ao apoio às exporta es, tarefa realizada por meio do produto BNDES Exim, essa atua o como agência de crédito   exporta o reveste-se de importância na medida em que:

- O setor de A&D colabora para o desenvolvimento do país, posto que a aplica o de tecnologias inovadoras ocorre de forma transversal nas esferas militar e civil, e o produto final, uma aeronave, tem alto valor agregado para exporta o.
- A condu o pelo Banco de opera es de financiamento às exporta es do setor, iniciadas em 1997, levou a carteira de aeronaves financiadas a superar, atualmente, a marca de US\$ 6 bilhões.
- O dinamismo do setor exige a preserva o de valor das garantias reais daqueles financiamentos, ou seja, as próprias aeronaves e, por extensão, a própria cadeia produtiva nacional. Isso porque a exporta o   a última etapa do investimento interno em cadeias produtivas no país.

Dessa forma, o Brasil ter um setor de A&D forte, sólido e em crescimento constante parece ser benéfico para o país e para a missão do BNDES, em particular. Nesse contexto,   natural que surja a indaga o sobre apoios governamentais existentes em outros países, tanto aqueles que já contam com esse setor há bem mais tempo do que o Brasil quanto os novos entrantes. Parece importante que uma pesquisa desse

tipo examine friamente fatos objetivos e comprovados, para além da retórica de alguns governantes ou políticos.¹

O presente artigo procura explorar as formas como alguns países tratam o apoio a suas indústrias aeroespaciais. Isso porque são vários os desafios e as oportunidades existentes para o desenvolvimento das cadeias produtivas aeroespaciais nacionais *vis-à-vis* a configuração global no setor. Cada vez mais, a produção de aeronaves, componentes e peças privilegia fornecedores capazes de entregar seus produtos nos prazos contratuais, com qualidade e menor preço, particularmente no mercado de aeronaves comerciais. No mercado de países fabricantes de aeronaves comerciais, a entrada de novos atores (Japão, China e Rússia) tende a aumentar a disputa com aqueles já estabelecidos – Estados Unidos, União Europeia (UE), Canadá e Brasil. Essa disputa implica a melhoria de processos produtivos e bens finais, consoante as inovações tecnológicas de ponta. Trata-se de um mercado em que países, e mesmo estados, estão constantemente envidando esforços com o intuito de gerar empregos e receitas em atividades econômicas direta e indiretamente vinculadas à indústria aeroespacial. Isso tem se revertido em bons resultados para a exportação de bens e serviços.

A próxima seção apresenta de forma sucinta o desenvolvimento da indústria aeronáutica e seus principais objetivos. A terceira descreve brevemente as principais ações que vários países têm empreendido na criação, no apoio, no fortalecimento e no financiamento de suas cadeias produtivas aeroespaciais nacionais, com destaque para o setor de aeronaves comerciais. A quarta seção analisa o comportamento do Brasil para com sua cadeia produtiva aeroespacial e, na quinta, são feitos comentários sobre a importância do apoio governamental nesse setor, seguidos da seção de conclusões.

¹ O primeiro-ministro canadense Justin Trudeau teria declarado à imprensa, em julho de 2016, que “*there is no country in the world that doesn't heavily subsidize its aerospace sector*”, ou seja, que “não existe nenhum país do mundo que não subsidie pesadamente seu setor aeroespacial”, em uma tradução livre (LAMPERT; MANO, 2016).

Desenvolvimento da indústria aeronáutica mundial

O setor da indústria aeronáutica voltado   fabrica o de aeronaves comerciais abrange características bastante específicas (Quadro 1). Teve um acentuado crescimento recente, e os dois principais fabricantes – Airbus e Boeing – acumulam pedidos firmes de 6.716 e 5.795 unidades, respectivamente (AIRBUS, 2016; BOEING, 2016). Em 2015, foram entregues 635 aeronaves pela Airbus e 762 pela Boeing. Estima-se que mais de trinta mil aeronaves novas (passageiros e cargas) deverão ser entregues nos próximos vinte anos, das quais cerca de 6% a 7% seriam jatos regionais.

Quadro 1 | Características principais da indústria aeronáutica

Caráter internacional da demanda por seus produtos e do uso de matéria-prima.
Uso intensivo de capital financeiro, com longos ciclos de <i>payback</i> para os investimentos realizados.
Pesquisa, desenvolvimento e inova�o (P,D&I) de novas tecnologias como paradigma fundamental para fazer frente � demanda por economia de combustível e às restri�es ambientais e de segurança.
Histórico de elevada volatilidade do custo do combustível de avia�o de origem f�ssil.
Alta especializa�o e remunera�o de sua mão de obra.
Sua cadeia produtiva, cada vez mais internacionalizada, com importantes atividades de pós-venda e manuten�o, reparo e revisão (MRO, em inglês <i>maintenance, repair and overhaul</i>). A redu�o de custos das unidades produzidas bem como a penetra�o dos fabricantes em mercados emergentes são cruciais para assegurar novas vendas e manter a margem de participa�o nesses mercados (<i>market share</i>).

Aeronave como sistema modular

Outro aspecto que caracteriza a produção de aeronaves é o fato de se tratar de um produto composto por diversos módulos, sistemas e subsistemas, cuja integração hierarquizada é feita conforme a capacidade técnica e o uso intensivo de tecnologia de ponta ao longo da cadeia de fornecedores distribuídos em diferentes níveis (Quadro 2).

Quadro 2 | Níveis de fornecedores da indústria aeronáutica

No mais alto, situam-se os grandes fabricantes, responsáveis pela montagem final (Airbus, Boeing, Embraer etc.), comumente conhecidos como fabricantes originais de equipamentos (OEM, em inglês *original equipment manufacturers*).

Em seguida, no *tier 1*, aqueles que fabricam os principais componentes: sistemas aviônicos (Honeywell, Northrop Grumman etc.), sistemas propulsores (Rolls-Royce, Pratt & Whitney, GE, Safran etc.), fuselagem (Alenia, Spirit etc.), asas (Mitsubishi, Triumph Group etc.), trem de pouso (Messier-Bugatti-Dowty, UTC Aerospace Systems, Eleb etc.), sistemas hidráulicos (Zodiac Aerospace, Parker Aerospace etc.) e interiores (BMW, UTC Aerospace Systems etc.).

No *tier 2*, as empresas que fornecem os componentes e subsistemas para as empresas do *tier 1*, tais como GKN Aerospace, Michelin, Siemens etc.

No *tier 3*, os fornecedores de *softwares*, pequenos componentes, partes e peças.

No *tier 4*, os fornecedores de matéria-prima (alumínio aeronáutico, compósitos etc.) e aqueles que executam processos especiais de tratamento de materiais.

Fonte: Elaboração própria.

De maneira geral, as fabricantes originais de equipamentos (OEM, em inglês *original equipment manufacturers*) vêm terceirizando o desenvolvimento de partes e componentes de suas aeronaves desde o início de cada

novo programa, por meio de parcerias de risco. Na parceria de risco, o fornecedor da OEM divide com ela o risco pelo desenvolvimento de itens requeridos por um novo programa, com direito às receitas das vendas futuras das aeronaves, conforme o percentual de seu investimento. Esse tipo de parceiro confia no sucesso comercial do programa, para receber a parte que lhe cabe pelos serviços e produtos que desenvolveu por sua conta e risco, tornando-se, assim, fornecedor cativo.

Nas últimas duas décadas, as especifica es técnicas dos itens que compõem uma aeronave têm se tornado mais complexas, com prazos de entrega bem definidos e requisitos de qualidade muito demandantes, incluindo a transferência de propriedade intelectual nos contratos entre fornecedores e contratantes (WYMAN, 2015). Além disso, observa-se uma redu o significativa no número total de fornecedores a cada programa de uma nova aeronave, seja pelas exigências de qualidade e, mesmo, de redu o de custos, seja pela possibilidade de parceria de risco no programa. Isso porque um fornecedor que assume uma parceria de risco deve dispor de capacidade financeira suficiente para aguardar alguns anos até que a parte de seu investimento no programa da aeronave seja recuperada, consoante as vendas desse novo produto.² Daí porque, com o aumento na cadência de produ o e entrega das aeronaves, estimando-se que Boeing e Airbus passarão, juntas, de um patamar de pouco mais de 1.100 aeronaves entregues, em 2015, para mais de 2.400, em 2020,   muito importante que o fornecedor/parceiro de risco disponha de condi es de investir em sua capacidade de produ o e manter-se no mercado em caso de eventual crise (MORRISON, 2016).

Em linhas gerais, os principais objetivos da indústria aeronáutica são a redu o do peso da aeronave e do consumo de combustível, a

² Como regra,   necessária a venda de, pelo menos, 250 a quinhentas aeronaves de um novo programa para que o custo de seu desenvolvimento e produ o seja coberto pelas vendas (US CONGRESS, 1991).

maximização da carga paga transportada, com elevado nível de conforto, a confiabilidade e o atendimento às exigências ambientais e de segurança dos órgãos reguladores. Para alcançar esses objetivos, a indústria está sempre em busca de novas soluções tecnológicas capazes de agregar valor a seus produtos.

Os fornecedores das cadeias produtivas devem não só estar atentos às novas tecnologias, participando das oportunidades de seu desenvolvimento em conjunto com as OEMs e instituições de pesquisa, como também desenvolver novas habilidades, processos produtivos e produtos, de tal sorte a manter sua colaboração com os grandes fabricantes em novos programas.

Em um mercado global, como é o caso da indústria aeronáutica, os fornecedores devem ser capazes de ampliar sua capacidade em atender a novos clientes. Além disso, “atrair, reter e desenvolver talentos, tanto em regiões geográficas tradicionais quanto em novas, será crucial para a continuidade de seu sucesso” (WYMAN, 2015, p. 15).

Clusters aeronáuticos e apoio oficial a pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I)

A redução dos custos de produção na indústria aeroespacial tem sido obtida por meio da implantação, em diversos pontos do globo, dos chamados *clusters* aeroespaciais. São locais nos quais várias empresas do setor são implantadas no intuito de aproveitar externalidades positivas, por exemplo, existência de mão de obra qualificada, nível competitivo de salários, incentivos fiscais, existência de instituições de pesquisa/

universidades, boa infraestrutura de transporte e comunica es e, sobretudo, planos governamentais de apoio para a sustentabilidade dos negócios. Adicionalmente, como no caso da China, a existência dos *clusters* tem ainda a finalidade de aproximar a produ o, incluindo as OEMs, e os potenciais clientes.

Todavia, destaca-se que a simples existência dos *clusters* não resulta, por si só, em avanços tecnológicos e de inova o significativos no setor, a não ser que haja uma inten o específica, sobretudo no âmbito de uma política pública governamental. Assim, o apoio ao setor com vistas a mantê-lo preparado a disputar novos clientes e a aprimorar e/ou desenvolver novos produtos e tecnologias requer a continuidade de políticas, tanto quanto a existência de financiamento público e privado e mão de obra especializada.

A forma o de mão de obra especializada (profissionais de nível superior ou médio, nas linhas de produ o ou em institui es de pesquisa e universidades),   um processo que demanda tempo e investimento financeiro. Por isso, um país não pode se dar ao luxo de desperdiça-la e dispensá-la, em decorrência de uma eventual descontinuidade aleatória de suas políticas públicas, ou por outras razões. Se isso ocorre, outros países poderão absorver essa mão de obra, tal como no caso do *cluster* aeroespacial existente na região de Toulouse, onde mais de mil engenheiros são indianos (NIJKAMP; KOURTIT, 2014).

No que tange a P,D&I, observa-se, nos principais países que contam com uma indústria aeroespacial, a existência de políticas de apoio governamental e infraestrutura necessárias para sua efetiva o. Isso inclui a existência de órgãos governamentais que atuam na coordena o dos diversos atores: indústrias, centros de pesquisas, universidades etc., tal como apresentado a seguir.

América do Norte e México

Os Estados Unidos contam, entre outros atores, com a National Aeronautics and Space Administration (Nasa), a Air Force Research Laboratory (AFRL) e a Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa-US). São instituições cujos orçamentos (que totalizam mais de US\$ 20 bilhões anuais) são utilizados no financiamento de projetos, na concessão de subvenções e de bolsas de pesquisa, muitas vezes em programas desenvolvidos em parceria com empresas privadas. Os resultados desses programas são revertidos não só para uso militar, mas também para a indústria civil, tal como aconteceu com a Boeing em programas relativos a materiais compósitos, eficiência energética e segurança (NIOSI, 2012). O país dispõe de política de concessões de crédito e deduções fiscais para pesquisa e desenvolvimento (P&D), além de uma agência oficial de financiamento – o US Ex-Im Bank –, que oferece garantias e crédito à exportação dos produtos aeronáuticos para compradores no exterior. Seus principais *clusters* estão nos estados de Washington, Califórnia, Texas, Kansas, Connecticut, Flórida, Arizona, Geórgia, Nova York e Ohio. Esses são estados que competem para assegurar o desenvolvimento e a expansão de suas respectivas indústrias aeronáuticas e, em especial, os empregos por elas gerados.

No estado de Washington, onde se encontra a principal unidade de produção da Boeing, na cidade de Seattle, a indústria aeroespacial emprega mais de 130 mil pessoas distribuídas por mais de 1.250 empresas do setor. A relevância socioeconômica dessa indústria fez com que o governo estadual criasse, em 2012, um órgão governamental (Governor's Office of Aerospace) com a finalidade de coordenar esforços para garantir a continuidade e o desenvolvimento da indústria aeroespacial local por meio de diversas ações, tais como: programas de treinamento de mão de obra alinhados com as necessidades da indústria, haja vista

uma crescente demanda por novos empregados *vis- a-vis* a perspectiva de que 40% dos empregados do setor podem se aposentar, apenas na Boeing, no período de 2012 a 2017 (SCOTT, 2012); colaboração entre os setores público (universidades) e privado (empresas) em pesquisas na área de tecnologia aeroespacial, por meio do Joint Center for Aerospace Technology Innovation (JCATI); definição de estrat egias para atrair para o estado novos investimentos; atração de novos fornecedores, conectando-os aos que já se encontram instalados; provimento de infraestrutura necessária; estabelecimento de política tributária específica para estimular o setor de manutenção, reparo e revisão (MRO, em inglês *maintenance, repair and overhaul*) (GOVERNOR’S OFFICE OF AEROSPACE, 2013).

O **Canadá** conta com o National Research Council Canada (vinculado ao Innovation, Science and Economic Development Department), que, para seu programa de P&D Aeroespacial, tem um orçamento de cerca de CAD\$ 116 milhões a serem investidos entre 2016 e 2018 (NRC, 2015). O país tem demonstrado comprometimento em assegurar o desenvolvimento de sua indústria aeronáutica e os empregos por ela gerados, por meio de apoio financeiro tanto do Governo Federal quanto das províncias. Recentemente, a província de Quebec, onde está instalado o principal *cluster* aeroespacial do país, protagonizou um movimento de apoio financeiro   Bombardier (GOMES; FONSECA; BARCELLOS, 2016). Da mesma forma, o Export Development Canada (EDC), agência oficial de financiamento, oferece garantias e crédito   exportação dos produtos aeronáuticos.

No **México**, a presença de empresa do setor aeroespacial remonta ao início da década de 1990, quando a Bombardier adquiriu a Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril S.A. para sua divisão de transporte ferroviário. De l  para c , essa presença se expandiu, e outras empresas passaram a constituir subsidiárias no país (a maioria, americanas), com

a finalidade de produzir peças e componentes para a indústria aeroespacial e de defesa, atividades que vêm adquirindo maior qualidade e valor agregado. De 1999 a 2014, o número de empregados no setor aeroespacial mexicano, distribuído por cerca de trezentas empresas, passou de 10.157 para 21.592. O investimento estrangeiro foi de mais de US\$ 3 bilhões nesse período, e os maiores *clusters* estão localizados nos estados da Baixa Califórnia, Sonora, Querétaro e Chihuahua (PWC, 2015). Entre 2010 e 2014, o valor das exportações do setor passou de US\$ 590 milhões para mais de US\$ 1 bilhão. O país conta com um plano governamental para o setor (Pro-Aéreo 2012-2020) que indica metas a serem atingidas, por meio de diversas ações, tais como: o desenvolvimento do mercado interno e dos fornecedores locais, o fortalecimento das capacidades da indústria e de sua cadeia produtiva, bem como o treinamento de mão de obra e a articulação entre a indústria e instituições de ensino. O governo mexicano conta ainda com os programas de apoio para a melhoria tecnológica da indústria de alta tecnologia (Proiat) e de produtividade e competitividade industrial (PPCI), que aportam recursos para vários setores, incluindo a indústria aeronáutica. O México dispõe de uma agência oficial de financiamento, o Banco Nacional de Comercio Exterior S.N.C. (Bancomext), que tem, entre seus setores estratégicos para apoio à exportação e ao financiamento, a indústria aeroespacial. Os Estados Unidos e o Canadá recebem mais de 85% das exportações do país (BANCOMEXT, 2014).

Europa e Marrocos

Desde a década de 1980, os países da UE têm um programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico – o Framework Programmes for Research and Technological Development. Em cada uma de suas sete edições, financiou diversas pesquisas, incluindo o setor aeroespacial. Como

sucessor desse programa, em 2014, a UE lançou o Horizon 2020, com previs ao de investimentos de € 80 bilh oes, no período de 2014 a 2020.

A **França**, onde a ind ustria aeroespacial est a distribu ida pelas regi oes de Toulouse, Bordeaux e Paris, conta, desde 2008, com um órgão governamental vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, da Energia e do Mar. Trata-se do Conseil pour la Recherche A ronautique Civile (Corac), responsável pela articulação e coordenação de pesquisas e de inovação no setor aeroespacial. Dele participam diversos atores: a ind ustria (Airbus, Thales etc.), as empresas aéreas, aeroportos e outros órgãos públicos, entre os quais o Minist re de l' ducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

O país conta com um centro de pesquisa aeroespacial e de defesa – Office National d'Etudes et de Recherches A rospatiales (Onera) – vinculado ao Ministério da Defesa, cujo orçamento, em 2015, era de € 225 milh oes. Tal como seus cong neres americanos, as atividades são desenvolvidas de forma unilateral ou por meio de parcerias com a iniciativa privada. O país tem política de concessões de crédito e deduções fiscais para P&D e uma agência oficial de financiamento – Bpifrance – que oferece garantias e crédito   exportação dos produtos aeronáuticos. A França disponibiliza investimentos reembolsáveis para novos produtos no setor aeroespacial (*repayable launch investment* – RLI), os quais cobrem parte dos custos que serão reembolsáveis caso o produto logre sucesso no mercado.

Na **Alemanha**, o German Aerospace Center (DLR)   o órgão governamental responsável por pesquisas aeroespaciais e que realiza trabalhos em parceria não são com outras organizações similares, mas também com a iniciativa privada em projetos nacionais e internacionais. Além de conceder investimentos reembolsáveis, uma das fontes de financiamento de pesquisa do país   o Ministério Federal de Assuntos Econ micos e

Energia, que disponibilizou € 600 milhões no período de 2012 a 2015 para pesquisas no setor aeroespacial do Programa Aeronáutico de Pesquisa (Farp, em inglês Federal Aeronautic Research Program). Dentre as regiões que se destacam como *clusters* de pesquisa aeroespacial, está a CFK Valley Stade, perto de Hamburgo, na qual se encontra o CFK Nord Research Center, que recebe apoio financeiro do estado da Baixa Saxônia. No país, os gastos com P&D podem ser deduzidos dos custos das empresas. A agência de crédito privada Euler Hermes concede garantias oficiais para créditos à exportação.

No **Reino Unido**, várias são as fontes de recursos para inovação, entre as quais o Innovate UK (cujo investimento, entre 2016 e 2017, está previsto em £ 561 milhões) e o Aerospace Technology Institute (ATI), que tem um orçamento previsto, de 2013 a 2020, de mais de £ 2 bilhões (ATI, 2016). O ATI atua de forma articulada com o governo e a indústria aeroespacial, disseminada em diversos *clusters* pelo país. O governo conta com deduções fiscais para as empresas que investem em P&D, além de dispor de uma agência de crédito privada – UK Export Finance –, que concede garantias oficiais para créditos à exportação.

Na **Holanda**, o setor aeroespacial está consolidado com foco no fornecimento de subsistemas, peças e componentes para a indústria, incluindo P&D de novas tecnologias e materiais, ao lado da prestação de serviços de MRO. Este último é responsável por 50% do total do volume de negócios, de € 3,9 bilhões, e pela maior parte dos cerca de 16.500 empregos do setor, cujas exportações respondem por 69% das receitas (NAG, 2014). A vinculação entre instituições acadêmicas, de pesquisa aeroespacial e a indústria no país é intensa, em particular com a atuação do National Aerospace Laboratory (NLR).

No **Marrocos**, o desenvolvimento do setor da indústria aeroespacial, de alto valor agregado, foi uma das prioridades eleitas pelo governo no

início do século XXI e estabelecida no Pacte National pour l'Emergence Industrielle (2009-2015). Tal política pública conta com a coopera o entre o setor público e a iniciativa privada, além da liberaliza o de restri es para que investimentos estrangeiros sejam realizados por empresas aeronáuticas instaladas no país. Graças a isso, entre outras a es, o governo aporta até 10% dos investimentos necessários   implanta o de novas indústrias e apoia a forma o de mão de obra (ROYAUME DU MAROC, 2008). As subsidiárias francesas são maioria no *cluster* marroquino, que conta ainda com a presença da Boeing e da Bombardier, a qual produz alguns componentes de seu modelo CRJ. Mesmo antes do pacto, de 2001 a 2011, o número de pequenas e m dias empresas do setor passou de dez a cem (AHMAD *et al.*, 2013). Em 2014, o setor empregava cerca de dez mil trabalhadores e exportou cerca de US\$ 780 milhões em bens e serviços (COFACE, 2015), a maior parte para a França. Cerca de 51% das exporta es são cabos e fios, 19% são componentes de aeronaves e 12% serviços de manuten o, reparos e revisão.

Assim, o Marrocos se destaca no continente africano por ter uma cadeia produtiva aeroespacial priorizada pelo governo, bem-sucedida e com foco na avia o comercial. Daí sua importância diante, por exemplo, da África do Sul, país que  , historicamente, o paradigma de A&D do continente africano, mas que concentrou seus esforços essencialmente no setor de defesa via institui es estatais.

 sia e Rússia

Segundo a Associa o Internacional de Transporte Aéreo (Iata, em inglês International Air Transport Association), em 2017 o tráfego interno de passageiros na Ásia-Pacífico deverá corresponder a 31,7% do total de passageiros transportados no mundo (IATA, 2013). Essa participa o e as empresas aéreas existentes na região fizeram com que, desde o início

dos anos 2000 (e com mais intensidade na segunda metade da década), os principais fabricantes ocidentais de aeronaves (incluindo seus fornecedores) implantassem subsidiárias no local.

O **Japão**, depois de recuperar o direito de fabricar aeronaves, em 1952, passou a estimular a cooperação entre seus quatro principais fabricantes – Mitsubishi Heavy Industries (MHI), Kawasaki Heavy Industries (KHI), Ishkawajila-Harima Heavy Industries (IHI) e Fuji Heavy Industries (FHI) –, por meio dos quais eram subcontratadas outras empresas japonesas, nos diversos programas desenvolvidos no setor aeroespacial. Este foi o caso da parceria com a Boeing no fim da década de 1970 para a produção e o fornecimento de partes do B-767 e que teve continuidade mais tarde com os modelos B-777 e B-787. Também foi montada uma parceria entre a Rolls-Royce, a Pratt & Whitney e a alemã MTU Aero Engines com o consórcio Japanese Aero Engine Corporation, na constituição da International Aero Engines (IAE) para a fabricação do motor a jato V2500, estabelecida no início da década de 1980. Para além da parte técnica, os engenheiros japoneses adquiriram, com essas parcerias, conhecimentos sobre *marketing*, venda e assistência pós-venda.

As empresas seguem diretrizes governamentais estabelecidas pelo Ministério da Economia, Comércio e Indústria (Meti) – nos projetos civis –, e também pelo Ministério da Defesa – nos projetos militares. O país dispõe de um órgão responsável por apoiar o desenvolvimento aeroespacial, o Japan Aerospace Exploration Agency (Jaxa), cujo orçamento anual é de cerca de US\$ 1,5 bilhão.

A indústria aeroespacial japonesa tem em Nagoya seu principal *cluster* e, por meio do Development Bank of Japan, foram disponibilizados investimentos reembolsáveis para o desenvolvimento do Mitsubishi Regional Jet (MRJ) (Figura 1), que conta ainda com apoio do Japan Bank of International Cooperation (JBIC) para sua comercialização

(NIOSI, 2012). O país tamb em tem política de concess oes de crédito e deduções fiscais para P&D.

Figura 1 | MRJ-900



Foto: Alec Wilson. Disponível em: <commons.wikimedia.org>

O MRJ irá concorrer com os E-Jets E2 da Embraer.

Na **China**, a decisão governamental de construir uma indústria aeronáutica remonta   década de 1950, quando, em parceria com a União Soviética, o país fabricou suas primeiras aeronaves militares – Y-5 e Z5. Tratava-se de adaptações de aeronaves soviéticas: o avia o Antonov An-2 e o helicóptero Mi-4, respectivamente (NIOSI; ZHAO, 2013).

Desde a década de 1970, o país vem investindo em sua indústria aeroespacial, em uma perspectiva de consolidar-se como uma grande potência, assegurando sua independência e segurança, bem como interesses econ micos e político-estratégicos. A China amplia e aprofunda os conhecimentos adquiridos por meio de parcerias com empresas estrangeiras, o que, no segmento civil e comercial, pode ser exemplificado por meio do licenciamento e coprodução de peças e aeronaves, tais como: MD-80, B737, B787, A320 e ERJ-145. A fabricação se distribui por diversas cidades: Beijing, Tianjin, Xian, Nanchang, Harbin e Shanghai. No que diz respeito   importância do poderio aéreo militar, e por extensão do aprimoramento e desenvolvimento tecnológico aeroespacial,

acredita-se que a própria Guerra do Golfo, em 1991, possa também ter influenciado a China. Isto ao estimular uma reflexão da abordagem integrada entre a aviação militar e o espaço, não sendo por acaso que seus investimentos atuais em defesa sejam pouco menores que 25% do despendido pelos Estados Unidos ou quatro vezes maiores que os gastos do Japão (HAYWARD, 2013).

Depois de reestruturações decorrentes da criação em 1988 do Ministério da Aviação e Indústria Aeroespacial, o país criou a Aviation Industry Corporation of China (Avic), que, desde 2008, é responsável pelo desenvolvimento de projetos tanto militares quanto civis. Ela emprega mais de 450 mil funcionários em mais de cem subsidiárias, as quais vêm estabelecendo parcerias com várias empresas estrangeiras por meio de acordos de prestação de serviços e transferência de tecnologia. Beneficia-se do *know-how* de seus fornecedores, o que contribui para aprofundar e desenvolver seus próprios conhecimentos. No país, várias instituições de ensino superior chinesas voltadas à formação de profissionais para o setor aeroespacial contam com acordos de cooperação com suas congêneres ocidentais. Muitas delas estão localizadas em cidades que têm os *clusters*, tais como: Beijing University of Aeronautics and Astronautics (BUAA) e Tsinghua University, em Beijing; Nanjing Aeronautics and Astronautics University (NUAA), em Nanjing; Harbin Institute of Technology, em Harbin; Northwestern Polytechnic University (NWPUP), em Xian; e Nanchang University of Aeronautics, em Nanchang. Além disso, os laboratórios de pesquisa aeroespacial das instituições públicas são subsidiárias da Avic (NIOSI; ZHAO, 2013), o que configura uma mescla de propósitos e atribuições com poucos paralelos no mundo ocidental.

Fruto dos esforços governamentais ao priorizar, estruturar e investir recursos financeiros no setor aeroespacial ao longo das últimas décadas,

a China, por interm edio da Commercial Aircraft Corporation of China (Comac),³ manifesta, no fim dos anos 2000, sua inten o de participar do lucrativo mercado de fabrica o e venda de aeronaves comerciais. O lançamento de seus modelos C919 e ARJ21 (Figura 2) tem por objetivo competir nos segmentos de *narrowbodies* e *regional jets*, respectivamente.⁴ A Comac busca uma posi o de destaque entre os quatro principais fabricantes globais (Airbus, Boeing, Bombardier e Embraer).

Figura 2 | ARJ21-700



Foto: Danny Yu. Disponível em: <commons.wikimedia.org>

Jato regional fabricado pela Avic, inspirado originalmente no MD-80 dos Estados Unidos.

O caminho para o sucesso tem sido longo, demandando um acúmulo significativo de experiência em diversos campos: motores, avi nicos, materiais comp ositos, certifica o e assistência pós-vendas. Não se pode olvidar que decisões governamentais estratégicas, fornecimento de infraestrutura e apoio e investimentos públicos foram determinantes para que a China pudesse atingir o estágio atual, quarenta anos depois das transforma es

³ Empresa pública que também conta com investimentos da Avic.

⁴ Os esforços chineses no desenvolvimento aeronáutico e espacial integraram o Plano Quinquenal 2011-2015 e integram o atual de 2016-2020 (OHLANDT, 2016), ou seja, são esforços elevados   categoria de prioridade nacional estratégica.

e abertura econômicas promovidas por Deng Xiaoping. Isso inclui um programa espacial, cujo destaque poderá ser o início da operação de sua própria estação espacial internacional em 2020 (ARON, 2016).

Na Índia, o desenvolvimento do setor aeroespacial⁵ vem sendo feito, em parte, por meio de acordos de contrapartida industrial (*offset*, em inglês). Fornecedores estrangeiros têm assim, por exemplo, de realizar investimentos ou compras em empresas indianas ao venderem material de defesa ao governo indiano. Estão, entre outros atrativos do país, um custo de produção mais baixo (15% a 25%) na fabricação de componentes, em relação a outros países, e grande disponibilidade de mão de obra qualificada. Esses fatores também contribuíram para a implantação, em 2000, pela General Electric, de seu maior centro de P&D fora dos Estados Unidos (SEN, 2015). Boeing, Airbus Group, Rolls-Royce e Honeywell são empresas que estabeleceram importantes parcerias com vistas ao desenvolvimento do setor aeroespacial na Índia, cujo principal *cluster* se localiza em Bangalore. Embora conte com algumas empresas fabricantes de aeronaves, o país ainda permanece majoritariamente como um fornecedor de peças e componentes. Ainda tem o desafio de superar requisitos de segurança e qualidade, exigidos por meio de certificações internacionais para muitos de seus processos e produtos. Segundo dados do Export-Import Bank of India, agência oficial de financiamento às exportações, o país exportou pouco mais de US\$ 6 bilhões em 2015, em aeronaves, peças e componentes.

Em relação aos serviços de MRO, destaca-se a perspectiva de incremento dessa atividade na Índia, haja vista não só o surgimento de empresas

⁵ O setor é voltado para a produção militar por meio da Aeronautical Development Agency (ADA) – órgão governamental apoiado financeiramente pelo Defence Research and Development Organization (DRDO) –, que congrega diversas instituições de pesquisa, produção industrial e laboratórios públicos e privados. O país conta com a Society of Indian Aerospace Technologies and Industries (Siat), entidade privada cuja finalidade é ser uma plataforma de interação entre as diversas instituições nacionais do setor e com seus pares estrangeiros e que busca oportunidades de crescimento para a cadeia produtiva indiana (SEN, 2015).

aéreas de baixo custo no país desde meados dos anos 2000, mas tamb em o significativo aumento no número de passageiros-quil metros pagos transportados (RPK) no mercado doméstico. Estes passaram de 58 bilhões para 76 bilhões, entre 2011 e 2015, com previsão de aumento expressivo nos próximos anos. Embora a frota atual das empresas domésticas em opera o seja de pouco mais de 430 aeronaves, existe a clara perspectiva de crescimento em fun o de encomendas de novas unidades que, no momento, totalizam pouco mais de 530 pedidos apenas na Boeing e na Airbus. O aumento da frota de aeronaves ampliar  as oportunidades internas de demanda por MRO, além da oferta de serviços para empresas aéreas estrangeiras que atuam no país.

Cingapura   o segundo principal mercado para a exporta o de peças de aeronaves dos Estados Unidos, em fun o de ser um *hub* para manuten o de aeronaves (ELLIOT, 2016). Trata-se de um Estado cuja localiza o geográfica   estratégica para a implanta o de representa es das principais empresas do setor aeroespacial, entre fabricantes de aeronaves, motores, equipamentos eletr nicos, MROs, *lessors*⁶ etc. O setor aeroespacial gera mais de 19 mil empregos (EDB SINGAPORE, 2016) e foi responsável por US\$ 6,4 bilhões de exporta es, em 2015, em partes e peças aeronáuticas (ITC, 2016). Segundo banco de dados da FlightGlobal, as 73 empresas aéreas que operam no aeroporto de Changi ofereceram, em dezembro de 2016, mais de 11,7 bilhões de assentos quil metros oferecidos (ASK, em inglês *available seat-km*) para 43 países.⁷ Em P&D, Cingapura conta com institui es estatais que estabelecem parcerias com empresas estrangeiras, como o DSO

⁶ *Lessor*   o termo genérico em inglês para designar empresas especializadas no arrendamento mercantil de aeronaves para empresas aéreas em todo o mundo.

⁷ A título de compara o, no Aeroporto Internacional de Guarulhos/Cumbica (GRU) – SP, o primeiro em movimento de passageiros na América Latina, operam 34 empresas aéreas, que, em dezembro de 2016, ofereceram pouco mais que 5,7 bilhões de ASK para 28 países.

National Laboratories, o Centre for Aerospace Engineering, da National University of Singapore, e a National Research Foundation (NFR). Esta última dispõe de um orçamento de aproximadamente US\$ 13,2 bilhões a utilizar no desenvolvimento de pesquisa e inovação em empresas, no período de 2016 a 2020.

A **Rússia** tem uma rica história de projetistas aeronáuticos desde as primeiras décadas do século XX. Apesar dos investimentos realizados em sua indústria aeroespacial desde o tempo em que fazia parte da União Soviética, não logrou alcançar os mesmos graus de sofisticação tecnológica e sucesso comercial com suas aeronaves civis que os obtidos por outros países. Todavia, nos últimos anos, diversos fatores contribuíram para que o governo buscasse uma solução para o problema. São eles: as projeções e o próprio crescimento da demanda pelo transporte aéreo (no mercado doméstico, o RPK passou de 26 bilhões, em 2005, para 75 bilhões em 2015), com as empresas aéreas demandando equipamentos de melhor qualidade operacional; as elevadas tarifas de importação de aeronaves (para compra ou *leasing*); e o insucesso comercial dos produtos fabricados até então no próprio país. Assim, a fim de concentrar esforços para elevar o padrão tecnológico desse segmento de sua produção aeronáutica, o governo decidiu, em 2006, reunir vários fabricantes em uma única empresa – United Aircraft Corporation (UAC) –, que conta com cerca de cem mil empregados e na qual detém a participação de mais de 82% (MCGUIRE, 2014). A UAC possui instalações em diversas cidades: Moscou, Kazan, Ulyanovsk, Voronezh, Taganrog, Novosibirsk, Irkutsk, Komsomolsk-on-Amur e Nizhny Novgorod (UAC, 2014). Ela atua nos âmbitos militar e civil, demonstrando o interesse do país em continuar sua capacitação neste setor. Apesar disso, em vários projetos civis emprega partes e equipamentos de fabricantes de outros países. Este é o caso do avião ítalo-russo Sukhoi Superjet SSJ-100 (Figura 3), cujos sistemas elétricos são fornecidos pela UTC Aerospace Systems e os sistemas hidráulicos são

fabricados pela Parker Aerospace, além de ter diversos sistemas avi nicos fornecidos pela francesa Thales Avionics Inflight Systems.

Desde 1994, a Rússia dispunha de seu Eximbank, responsável por financiar suas exporta es. A partir de 2014, ele ficou subordinado   Export Insurance Agency of Russia (Exiar), criada em 2011, em um esforço do país em aglutinar e consolidar em um mesmo órgão o apoio oficial financeiro e de garantias aos exportadores.

Figura 3 | SSJ-100



Foto: SuperJet International. Disponível em: <commons.wikimedia.org>

O SSJ-100   um jato comercial italo-russo que concorre com os E-Jets da Embraer.

Todas essas medidas apontam para a forte presença do governo russo no financiamento de sua indústria aeroespacial. Na  rea civil, podem ser mencionados mais recentemente: o pagamento, pelo governo, no início de 2015, de US\$ 2 bilhões das d vidas existentes com fornecedores no programa SSJ-100 (TRIMBLE, 2015); e o apoio   UAC, com suporte financeiro, para poder oferecer garantias   empresa mexicana Interjet quanto   existência de um valor residual ao fim do contrato de arrendamento das aeronaves SSJ-100 (ZAITSEV, 2016).

Em 2014, a Rússia divulgou um plano governamental de investir cerca de US\$ 28 bilhões na indústria aeronáutica entre 2015 e 2025 (RUSSIA'S..., 2014), com a intenção de tornar o país um dos três maiores fabricantes de aeronaves. O programa, projetado pelo Ministério da Indústria e Comércio russo, pretende investir US\$ 20,5 bilhões em recursos provenientes de fundos estatais, complementados por mais US\$ 7,5 bilhões em recursos privados. Ele prevê o desenvolvimento de uma base científica sólida para pesquisar novas tecnologias, buscando inclusive maior participação em pesquisas e desenvolvimentos internacionais para o setor aeronáutico.

Brasil

Indústria aeroespacial

A consolidação da indústria aeroespacial brasileira em bases mais sólidas remonta às décadas de 1950-1970, quando, por determinação de sucessivos governos brasileiros, decidiu-se pela produção de aeronaves de uso civil e militar. Isso resultou nas criações do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1950) e da Embraer (1969). Como empresa estatal, esta última recebeu forte apoio financeiro governamental, até sua privatização, em 1994. Disso resultou seu progressivo desenvolvimento tecnológico e a constituição de mão de obra qualificada e capacitada para gerir processos produtivos e comerciais, fatores que também repercutiram no surgimento de uma pequena cadeia produtiva de fornecedores (GOMES, 2012). No fim da década de 1970, é criada no país uma fabricante de helicópteros, a Helibras, controlada pela iniciativa privada (Aerospatiale e Aerofoto Cruzeiro) e pelo poder público (estado de Minas Gerais). Na década de

1990, a empresa, instalada em Itajubá (MG), passaria para o controle majoritário da Airbus Helicopters.

Além dos dois grandes fabricantes – Embraer e Helibras –, o setor aeroespacial é composto por cerca de vinte empresas que atuam efetivamente na produção aeronáutica, sendo deles fornecedoras. Isso em um universo de pouco mais de cinquenta empresas que têm algum tipo de atuação neste setor, além de cerca de vinte fabricantes de aeronaves experimentais ou leves e desportivas.

Embraer e Helibras

O país já é capaz de projetar e produzir desde pequenas aeronaves até jatos comerciais de médio porte (a Embraer é líder no mercado global de jatos regionais de setenta a 130 assentos), passando por helicópteros, jatos executivos e aeronaves de combate. Contudo, concentra-se na Embraer e depende bastante dela, que responde por cerca de 70% dos 24 mil empregos do setor no Brasil.

Embraer e Helibras têm seus principais fornecedores no exterior e empregam praticamente as mesmas cadeias de fornecedores que seus concorrentes.⁸ Vários destes, dados seu porte e condições financeiras, são capazes de parcerias de risco com os principais fabricantes de aeronaves no desenvolvimento, produção e comercialização de novos programas (projetos de novas aeronaves). Note-se que os investimentos requeridos para as fases de projeto, desenvolvimento, prototipagem, certificação e comercialização de uma nova aeronave são elevados e requerem um longo período (cinco a dez anos) de *payback*.⁹

⁸ Levantamentos recentes indicam que tanto a Airbus quanto a Boeing têm 70% de fornecedores em comum para suas aeronaves comerciais.

⁹ No segmento de jatos comerciais de passageiros, os montantes requeridos podem ir de, aproximadamente, US\$ 2 bilhões (caso da nova geração de E-Jets E2 da Embraer) a dez vezes esse valor (montante estimado para o caso do A380 da Airbus).

A Embraer (cujas instalações industriais no Brasil estão localizadas no estado de São Paulo) tem aumentado pontualmente a verticalização da produção de sua linha de jatos executivos no país; mas sua grande tendência parece ser a de deslocar para o exterior itens cada vez mais importantes de projeto e fabricação. A empresa indica ser uma necessidade em um setor cujo mercado é global. No caso da fabricação dos jatos executivos Legacy 450/500 na cidade de Melbourne, Flórida, trata-se de uma condicionante mercadológica específica. Ou seja, o consumidor americano adquire confiança quando tem acesso às instalações onde é fabricada a aeronave. Por outro lado, a presença da Embraer em Portugal desde meados dos anos 2000, por meio da compra da fabricante aeronáutica portuguesa OGMA – Indústria Aeronáutica de Portugal (em 2004), insere-se em um processo de internacionalização da empresa que aproveita a existência de aspectos locais e externalidades positivas: mão de obra qualificada, proximidade com mercado consumidor, redução de custos, além de incentivos fiscais e de financiamento de P,D&I da União Europeia. Outrossim, a Embraer firmou uma parceria com a Boeing para a comercialização da aeronave KC-390 (Figura 4), que a empresa brasileira desenvolveu para atender às necessidades da Força Aérea Brasileira (FAB) e que conta com diversos parceiros de risco estrangeiros.

Em contraste com a Embraer, a Airbus Helicopters, controladora da Helibras, impôs que o mercado desta ficasse originalmente restrito à América do Sul. Ao mesmo tempo, delegou para ela os direitos exclusivos de fabricação do helicóptero Esquilo – AS 350/355 (Figura 5), e o Brasil responde por mais de 90% das vendas da Helibras na região (GOMES; FONSECA; QUEIROZ, 2013). Embora o país esteja vivenciando atualmente um quadro de restrição orçamentária, ressalta-se a existência do Programa HX-BR. Esse programa trata-se da compra, pelo Ministério da Defesa, de helicópteros EC225/725, produzidos pela Helibras no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), e foi

lançado originalmente em 2012. Conforme se observa no mundo todo, um dos motores para o desenvolvimento da ind ustria aeroespacial são as compras governamentais.

Figura 4 | Embraer KC-390



Foto: Wantuil Depaula. Disponível em: <commons.wikimedia.org>

Aeronave-tanque e cargueira para uso militar, cujo desenvolvimento tem sido custeado pelo Comando da Aeronáutica.

Figura 5 | AS-350



Foto: Dmitry A. Moril. Disponível em: <commons.wikimedia.org>

Helicóptero Esquilo fabricado no Brasil.

Cadeia produtiva

Conforme visto, a quantidade de empresas constituintes da cadeia produtiva nacional é muito reduzida, majoritariamente micro, pequenas e médias empresas (MPME), que, por não disporem de capacidade financeira para atuar como parceiras de risco (na falta de políticas públicas específicas, como as existentes nos países centrais), sua maior inserção fica limitada, quer seja no plano doméstico, quer seja no internacional. Apesar disso, sua competitividade é reconhecida internacionalmente, dada a qualidade de seus produtos e o selo de aprovação representado pela certificação da Agência Nacional da Aviação Civil (Anac) que tem acordo bilateral com suas contrapartes americana Federal Aviation Administration (FAA) e europeia European Aviation Safety Agency (Easa).

Contudo, o fortalecimento da cadeia produtiva no país continua sendo um desafio. Entre as dificuldades existentes, podem ser citadas: o acesso à matéria-prima importada para aquisições de pequenas quantidades, a carga tributária e exigências de controle impostas pelos órgãos fiscalizadores, as quais, concebidas para grandes empresas, oneram e prejudicam sobremaneira as MPMEs.

Fabricantes de aeronaves experimentais ou leves e esportivas

A produção sistemática de aeronaves ultraleves no Brasil teve início no fim da década de 1980 e ganhou impulso na década de 2000. Nessa época, o então Departamento de Aviação Civil (antecessor da Anac) autorizou os fabricantes nacionais a comercializar no país aeronaves experimentais,¹⁰ montadas por meio de conjuntos (*kits*) de construção

¹⁰ De acordo com o Código Brasileiro de Aeronáutica (Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986), considera-se aeronave experimental a aeronave fabricada ou montada por construtor amador, permitindo-se, em sua construção, o emprego de materiais ainda não homologados, desde que não seja comprometida a segurança de voo.

amadora importados. Isso resultou em boa aceita o das experimentais no mercado, graças a seus custos menores de aquisi o, opera o e manuten o, quando comparadas às aeronaves certificadas importadas j   montadas, favorecendo o crescimento da frota nacional. Atualmente, o Brasil possui a segunda maior frota mundial de aeronaves experimentais. Metade dos fabricantes nacionais est   localizada no estado de S  o Paulo, e o restante est   distribuído pelos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paran  , de Minas Gerais, de Goi às, da Bahia e de Pernambuco (VASCONCELOS, 2015). Todavia, as empresas ainda carecem de maior apoio oficial para poderem melhor direcionar, desenvolver e ampliar sua produ o (conferir *box* “Cluster aeroespacial brasileiro e P,D&I”), que, segundo Ozires Silva, implicaria um aporte de capital de risco por parte do governo (GAZZONI, 2015). Isso também   necess  rio para programas de P,D&I para toda a cadeia produtiva.

DESTAQUE

Cluster aeroespacial brasileiro e P,D&I

No Brasil, Armellini, Beaudry e Kaminski (2013) pesquisaram 22 empresas que atuavam no setor aeroespacial e desenvolveram a es de P,D&I em produtos e processos entre 2007 e 2011. Segundo os autores, comparado ao do Canad  , o processo de apoio e suporte governamental que existe no Brasil para P,D&I no setor   mais recente e ainda se encontra em fase de adapta o. O processo foi avaliado com base nos incentivos fiscais, nas subven es, no financiamento e no apoio n  o financeiro. O estudo analisa o *cluster* aeroespacial existente no município de S  o Jos   dos Campos, no qual o processo de P,D&I vem sendo apoiado pelos governos federal e estadual, por meio de incentivos e de institui es, como a Finep (recursos n  o reembols  veis), o BNDES (financiamentos), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Funda o de Amparo

à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) (bolsas de estudo e subvenções), a Receita Federal (incluindo a Lei 11.196, de 21 de novembro de 2005, conhecida como Lei do Bem, que beneficia com incentivos fiscais as empresas que investem em P&D), e também por ações educacionais e de treinamento de mão de obra – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), Parque Tecnológico de São José dos Campos (SP), englobando ITA/CTA.

Conforme as entrevistas e pesquisas documentais realizadas com as empresas, verificou-se que a maioria delas (72,7%) não utilizava os incentivos fiscais existentes, por três motivos:

- Os incentivos eram disponíveis para empresas que escolhiam o método de taxação pelo “lucro real”, enquanto as pequenas e médias empresas utilizavam a taxação pelo sistema de “lucro presumido”.
- As empresas não dispunham de organização interna capaz de segregar gastos com P,D&I dos demais gastos.
- Insegurança na compreensão da legislação por parte das empresas, além de desconfiança das autoridades tributárias em relação ao julgamento do que seriam os gastos de P,D&I.

Em relação às subvenções, a Fapesp (estadual) consegue atender às pequenas e médias empresas ao destinar os recursos ao principal pesquisador da empresa ou a uma instituição de pesquisa que com ela atua em parceria. Já a Finep (federal) é vista como menos burocrática para a apresentação do pedido de subvenção e prestação de contas, com maior abrangência em relação aos tipos de gastos, embora seus analistas não sejam especialistas nos setores industriais apoiados.

Apenas 18,2% das empresas fizeram uso dos financiamentos do BNDES. O estudo apontou para o desconhecimento das linhas de financiamento por parte de 27,3% delas e muitos requisitos a serem cumpridos por aquelas de pequeno e médio porte na habilitação aos financiamentos. O apoio não financeiro ao

cluster aeronáutico é dado pelo Parque Tecnológico de São José dos Campos (SP), fundado na primeira década do século XXI.

Desde 2014, com a criação de um fundo de investimentos em participações destinado ao setor aeroespacial (FIP Aeroespacial), o país passou a contar com mais um instrumento para financiar o desenvolvimento e o fortalecimento de empresas na cadeia produtiva aeroespacial (GÓES, 2016). Com um patrimônio inicial de R\$ 131,3 milhões (cerca de US\$ 59,5 milhões, em valores de maio de 2014), o fundo tem como cotistas o BNDES, a Finep, a Desenvolve SP – Agência de Desenvolvimento Paulista e a Embraer S.A. Até o primeiro trimestre de 2016, 30% dos recursos haviam sido investidos apenas em quatro empresas.

A importância da continuidade do apoio governamental

O contínuo interesse e empenho de governos em atrair novos empreendimentos aeronáuticos para seus territórios tem se feito notar nos grandes eventos do setor, particularmente nas feiras aeronáuticas internacionais. Nessas ocasiões, observa-se cada vez mais a presença de delegações governamentais que aproveitam para desenvolver e/ou estreitar relacionamentos com OEMs, MROs e demais empresas da cadeia produtiva. Durante esses eventos, as delegações apresentam as vantagens competitivas de que dispõem para sediar novas unidades de negócios aeronáuticos (MOORMAN, 2016). O objetivo é a geração de novos empregos e renda, em adição a iniciativas de P&D, de tal sorte a fortalecer a economia local em um setor com relevância global.

Por outro lado, a instituição de uma agência de crédito à exportação (ECA, em inglês *export credit agency*) por parte do país que dispõe de indústria aeroespacial reafirma a importância do setor para o desenvolvimento nacional, na medida em que apoia o financiamento à exportação dos bens produzidos, notadamente aeronaves e motores aeronáuticos. Além disso, como visto na crise de 2008, quando houve uma retração por parte do sistema bancário mundial em disponibilizar recursos para o financiamento daqueles bens, as ECAs, entre as quais o BNDES Exim, foram capazes de suprir essa falha do mercado. Isso não só assegurou a renovação e/ou a ampliação das frotas das companhias aéreas, mas, sobretudo, também garantiu os empregos em toda a cadeia de produção da indústria aeronáutica no país de origem dos bens, tanto aqueles dos fabricantes quanto os de seus fornecedores.

Destaca-se que muitas das atividades de montagem e integração de partes e sistemas de uma aeronave ainda são feitas manualmente. Por se tratar de um setor que frequentemente desenvolve e aprimora inovações tecnológicas, sua força de trabalho apresenta, via de regra, elevada qualificação profissional. A hora média mundial do salário de um trabalhador no setor aeroespacial ficava, em 2012, em segundo lugar no *ranking* geral, com US\$ 45 (WORLD ECONOMIC FORUM, 2013). Esse valor ficava atrás apenas da indústria de petróleo e mineração (US\$ 46), enquanto o valor pago na indústria de forma geral era de US\$ 26. Trata-se, portanto, de uma força de trabalho com importante capacidade de renda e consumo nos países que contam com indústria aeroespacial: Estados Unidos, China, França, Espanha, Grã-Bretanha, Alemanha, Canadá, Japão e Brasil.¹¹

¹¹ Segundo a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), em 2014, o setor abrangia 24 mil empregos diretos no país (AIAB, 2016).

Ressalta-se que no comércio internacional tem sido observado forte aumento na participa o de produtos considerados de alta tecnologia,¹² tanto na exporta o quanto na importa o. Ao avaliar o valor adicionado¹³ na exporta o de aeronaves pelo Brasil (leia-se, Embraer), Hermida *et al.* (2015) verificaram que o setor apresentou o melhor desempenho no período de 1991 a 2011 (no âmbito das exporta es do Mercosul), ainda que apontem para a necessidade de um refinamento nas metodologias de avalia o do valor adicionado do setor de aeronaves. Portanto, o apoio de um país   gera o de P,D&I   imprescindível para que possa fazer frente   concorrência internacional, bem como gerar novos empregos com maior qualifica o.

Conforme visto na se o “Brasil”, na primeira metade do século XX, o país tomou uma decisão de política governamental ao criar a primeira institui o de pesquisa e ensino aeronáutico e uma fábrica para produ o de aeronaves. O Brasil conta ainda com a atua o do BNDES, por meio do produto BNDES Exim, como agência de financiamento   exporta o e com o aporte de recursos por parte da Finep e da Desenvolve SP para P,D&I para o setor aeroespacial. Contudo, diferentemente de outras na es, ainda não estruturou um órgão na administra o pública com a responsabilidade de articular e coordenar a es para o desenvolvimento e o fortalecimento de sua indústria aeroespacial. Da mesma forma, não tem dado continuidade às políticas governamentais para o setor *vis- -vis* a evolu o que se verifica no resto do mundo.

Alguns exemplos

Cabe ainda exemplificar a existência de alguns casos significativos nos quais o apoio governamental ao desenvolvimento e   aquisi o de uma aeronave

¹² Produtos que “(...) requerem sofisticadas infraestruturas tecnológicas, elevados níveis de especializa o, mão de obra especializada e mecanismos de intera o frequente entre as firmas e entre as firmas e as universidades/institutos de pesquisa” (HERMIDA *et al.*, 2015, p. 628).

¹³ Diferença entre produtos finais e suas principais partes e componentes.

de uso militar pode reverter para seu sucesso comercial, quando reconfigurada e certificada para uso civil. Em outros casos, embora esse vínculo direto não exista, novas tecnologias em aeronaves militares muitas vezes acabam tendo aplicação para uso civil comercial (U.S. CONGRESS, 1991).

Nos Estados Unidos, na década de 1960, o Pentágono encomendou aos fabricantes de aeronaves que desenvolvessem um novo projeto para transporte militar. Tratava-se da concorrência do C-5A Galaxy. Os concorrentes tiveram seus estudos financiados pelo Pentágono. Embora não tivesse seu projeto escolhido, a Boeing aproveitou o resultado de seus estudos e construiu o B-747 (Figura 6) (NEWHOUSE, 1982), que se tornou um enorme sucesso comercial, tendo sido produzidas até hoje mais de 1.500 unidades.

Figura 6 | Boeing 747-100



Foto: Eduard Marmet. Disponível em: <commons.wikimedia.org>

Projeto cuja origem está na concorrência para o desenvolvimento do que viria a ser o cargueiro militar C-5A Galaxy.

No Brasil, no fim da década de 1960, o governo encarregou a Embraer (na época, empresa estatal) de produzir a aeronave Bandeirante, desenvolvida pelo então Centro Técnico Aeroespacial (CTA) do Ministério da Aeronáutica e que passou a ser conhecida como EMB-110. Sua aquisição pela FAB ensejou novas vendas para países estrangeiros, dado o sucesso de sua versão civil. Em decorrência desse sucesso inicial e de estudos de mercado, a empresa conseguiu depois ampliar sua presença

comercial em outros países com novos programas, particularmente no importante mercado americano.

No âmbito militar, o então Ministério da Aeronáutica encomendou   Embraer, na década de 1970, a produ o da aeronave EMB 326 Xavante, realizada em parceria com a empresa italiana Macchi. Passadas mais de quatro décadas, e por isso um evento raro no caso brasileiro, o governo encomendou   Embraer a produ o do KC-390 para equipar a FAB. O programa conta com o financiamento do Brasil, por meio da encomenda governamental, e dos parceiros de risco na República Tcheca, em Portugal e na Argentina. A aeronave poderá ter também uso civil. Igualmente, a aquisi o pelo Brasil do jato de combate FX-2 Gripen, da empresa sueca Saab, gerou uma parceria entre a fabricante e a Embraer para a produ o de parte das encomendas no Brasil, com a transferência de tecnologia e o desenvolvimento, no país, de um modelo dessa aeronave com dois assentos.

Todos esses exemplos apontam para uma ou duas formas de apoio governamental, quer seja a encomenda tecnológica ao fabricante nacional, quer seja a compra da aeronave (Quadro 3).

Quadro 3 | Formas de apoio governamental a programas de aeronaves

Forma de apoio governamental	C-5A	EMB-110	EMB-120	EMB 326	KC-390	FX-2
Financiamento e encomenda tecnológica ao fabricante nacional?	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
Compra da aeronave?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elabora o própria.

O Quadro 4   um quadro-resumo da experiência internacional no que tange ao apoio governamental ao setor de A&D.

Quadro 4 | Apoio governamental ao setor de A&D: quadro-resumo da experiência internacional

	Fabrica aeronaves?	Cadeia produtiva aeroespacial importante?	Políticas públicas específicas para A&D?
Brasil	Sim. Jatos comerciais, executivos, helicópteros de pequeno porte e aeronaves experimentais.	Não. É pouco desenvolvida <i>vis-à-vis</i> outros países fabricantes de aeronaves.	Não. Na esfera federal, o Plano Brasil Maior (2012) tinha uma seção sobre A&D. O plano expirou em 2014.
Canadá	Sim, vários tipos e portes.	Sim.	Sim, nas esferas federal e provincial, notadamente em Quebec.
China	Sim, vários tipos e portes.	Sim e em formação, por meio de empresas estatais e <i>joint ventures</i> com fabricantes estrangeiros (Airbus, Embraer etc.).	Sim, consolidadas nos planos quinquenais.
Estados Unidos	Sim, vários tipos e portes. Trata-se do maior fabricante mundial.	Sim, é paradigma do setor.	Sim, emanadas principalmente do Congresso e do Pentágono.
Índia	Sim, apenas militares.	Sim, em formação, por meio de <i>offset</i> e também <i>joint ventures</i> entre empresas estatais e fabricantes estrangeiros (Airbus, Boeing etc.).	Sim, apenas para a parte de defesa.

�rg�o governamental específico de apoio?	Políticas de <i>clusters</i> aeroespaciais?	Instrumentos específicos de apoio financeiro para P,D&I?
Não, mas a Anac tem em seu estatuto (Decreto 5.731, de 20 de março de 2006) a missão de fomento do setor.	Sim, mas ainda bastante incipiente e praticamente limitada ao município de São José dos Campos.	Não, exceto iniciativas temporárias, como o FIP-Aeroespacial, e de fomento, como o Inova Aerodefesa, além da Lei do Bem (Lei 11.196, de 21 de novembro de 2005) como instrumento de isen�o fiscal.
Sim. Innovation, Science and Economic Development Department.	Sim, implementadas pelo governo federal e provinciais.	Sim. National Research Council Canada e outras institui�es.
Sim, implantadas por meio da <i>holding</i> estatal Avic.	Sim, implementada pelo governo central.	Sim, o governo central apresenta histórico de aporte de recursos nas estatais sempre que necessário.
Sim. A Nasa (parte civil) e a Darpa (parte de defesa).	Sim, implementadas por governos estaduais e locais.	Sim, dota�es orçamentárias da Nasa, Darpa e outras institui�es.
Sim, DRDO.	Sim, implementada pelo governo central apenas para a parte de defesa.	Sim, dota�es orçamentárias do DRDO.

(continua)

(continuação)

	Fabrica aeronaves?	Cadeia produtiva aeroespacial importante?	Políticas públicas específicas para A&D?
Japão	Sim, militares e em fim de desenvolvimento dos MRJ-90 e 70 (comerciais).	Sim, maior fabricante de estruturas aeronáuticas em geral (fornece para Boeing etc.).	Sim, emanadas do Meti.
Marrocos	Não.	Sim, é a essência de seu setor aeroespacial, com peso nas exportações.	Sim, emanadas do Poder Executivo.
México	Não.	Sim, é a essência de seu setor aeroespacial, com peso nas exportações.	Sim, emanadas do Poder Executivo.
Rússia	Sim, vários tipos e portes.	Sim, em busca de atualização urgente, pois foi estabelecida na época da Guerra Fria.	Sim, emanadas do Poder Executivo.
Cingapura	Não.	Sim, é a essência de seu setor com peso maior para MRO e componentes de motores.	Sim, emanadas do Poder Executivo.
UE	Sim, vários tipos e portes. Trata-se do segundo maior fabricante mundial.	Sim, é paradigma do setor.	Sim, emanadas dos estados nacionais e da Comissão Europeia (Framework Programmes for Research and Technological Development e Horizon 2020).

�rg�o governamental específico de apoio?	Políticas de <i>clusters</i> aeroespaciais?	Instrumentos específicos de apoio financeiro para P,D&I?
Sim. Meti e Jaxa.	Sim.	Sim, dota�es orçamentárias do Jaxa.
Não, mas � fun�o do Minist�re de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Economie Numérique.	Sim.	Sim, dota�es orçamentárias do governo.
Não, mas � fun�o da Secretaria de Economia – Subsecretaria de Industria y Comercio.	Sim.	Sim, dota�es orçamentárias do governo (Proiat e PPCI).
Não, mas � fun�o do Ministry of Industry and Trade.	Sim.	Sim, o governo central apresenta histórico de aporte de recursos nas estatais sempre que necessário.
Não, mas � fun�o do Singapore Economic Development Board (EDB).	Sim.	Sim, dota�es orçamentárias da NFR.
Sim, a nível dos estados nacionais e da Comissão Europeia (por exemplo: Office National d'Etudes et de Recherches A�rospatiales – Onera, German Aerospace Center – DLR).	Sim, nos estados nacionais.	Sim, dota�es orçamentárias dos Framework Programmes e de órgãos nacionais (por exemplo: Onera e ATI).

Conclusão

Conforme pôde ser observado no levantamento internacional feito ao longo deste artigo, a implantação de uma indústria aeroespacial decorreu essencialmente de uma decisão de política pública governamental. Nos países mais avançados do setor, essa decisão teve como principal ponto de partida questões de segurança nacional, remontando às décadas de 1930 e 1940, e mais intensamente depois da década de 1950. No caso de novos atores (Marrocos, México etc.), a decisão tomada no fim do século XX esteve vinculada a questões de natureza comercial, uma vez que o segmento civil da indústria aeroespacial se tornou extremamente relevante do ponto de vista do comércio internacional por se tratar de um mercado global.

Independentemente das razões pelas quais se originou em diversos países, a indústria aeroespacial necessita de um intenso e contínuo aprimoramento tecnológico. Por conseguinte, impõe a necessidade do estabelecimento de P,D&I por parte daqueles que desejam manter e/ou diversificar sua indústria já constituída ou ainda em formação. Requer, como se viu no levantamento, o investimento de recursos financeiros de certa monta, direcionados para iniciativas de P,D&I que resultam de políticas públicas bem estruturadas. Nesse contexto, embora recursos privados também tenham sua parcela de contribuição, é normalmente o norte dado pelo estamento governamental que permite o desenvolvimento a contento do setor.

Outro aspecto a ser destacado deste estudo diz respeito à formação do capital humano. Uma alta qualificação é exigida, consoante sua atuação cada vez maior em atividades que requerem o domínio e desenvolvimento de novas tecnologias.

A conjugac o desses fatores (decisão de política governamental, mercado global, P,D&I, recursos financeiros e alta qualificac o profissional) fez com que os países que já alcançaram níveis elevados de sucesso comercial na indústria aeroespacial tivessem percebido, há tempos, a necessidade de disporem de uma coordenação de esforços a serem empreendidos para o setor. Especificamente, o desenvolvimento e a manutenção da cadeia produtiva aeroespacial nacional (agregados a ela o apoio ao desenvolvimento e produção de novas tecnologias, o financiamento   exportac o de componentes, peç as e aeronaves e P,D&I) e a formação e a manutenção de recursos humanos exigem ações que precisam de um direcionamento governamental. Para isso, a descontinuidade de programas de financiamento aeroespacial ou de compras governamentais, por exemplo, repercute negativamente no longo prazo nessa cadeia produtiva.

Em comparação a antigos e novos atores, percebe-se que o Brasil ainda está longe de aproveitar integralmente o inegável sucesso que a Embraer representa para, com isso, incentivar, fortalecer e ampliar sua indústria aeroespacial. A experiência internacional sugere a necessidade do estabelecimento de uma política pública bem focada e de maiores aportes de investimentos públicos e privados, implementados e direcionados por um órgão governamental coordenador de todo esse processo.

O quadro atual indica um déficit de políticas públicas de apoio ao setor aeroespacial brasileiro – especialmente para a fase pré-competitiva de novas tecnologias. Isso faz com que também não se tenha um *level playing field* para as empresas nacionais *vis- -vis* suas concorrentes globais. Diminui ainda a atratividade para a instalação de novas empresas na cadeia produtiva aeronáutica do país, ao contrário do que se verifica nos casos exemplificados anteriormente, em particular os dos novos entrantes.

A criação do FIP – Aeroespacial foi uma ação importante, pois contribuiu para aproximar o Brasil das melhores práticas internacionais. Não

somente porque contribui para o investimento em empresas de pequeno porte que operam na fronteira tecnológica, mas também por impor regras de governança e transparência que são críticas para empreendimentos desse tipo. Porém, as melhores práticas internacionais revisitadas neste artigo parecem sugerir a necessidade de um órgão governamental no país que oriente e coordene as pesquisas no setor, inclusive canalizando recursos para o desenvolvimento de tecnologias críticas, a exemplo das já citadas Nasa, Onera, Meti etc.

Ressalta-se que, entre os principais obstáculos em se manter um ritmo constante de investimentos no país, estão a dificuldade em levantar recursos de longo prazo e grande monta e a falta de incentivos para que empresas estrangeiras se instalem e passem a exportar a partir do Brasil. Essa é a lição que vem, por exemplo, do México e do Marrocos, com seus focos na cadeia produtiva da indústria, antes de mais nada. Com aquilo que já foi alcançado no país com a Embraer, a Helibras, os fabricantes de pequenas aeronaves e a ainda tímida cadeia produtiva de partes, peças e sistemas, tal direcionamento poderia alçar esse importante setor industrial brasileiro a um patamar mais condizente com as reais potencialidades do Brasil.

Referências

AHMAD, R. *et al.* *Morocco's Aeronautic Cluster: A fast growing cluster at the doorstep of Europe*. Harvard Business School, 2013. Disponível em: <http://www.isc.hbs.edu/resources/courses/moc-course-at-harvard/Documents/pdf/student-projects/Morocco_Aeronautics_2013.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2016.

AIAB – ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. *Números da AIAB*. 2016. Disponível em: <<http://www.aiab.org.br/numeros-da-aiab.asp>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

AIRBUS. *Orders e Deliveries*. The month in review: March 2016. 31 dez. 2016. Disponível em: <<http://www.airbus.com/company/market/orders-deliveries/>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

ARMELLINI, F.; BEAUDRY, C.; KAMINSKI, P. C. *Comparative analysis of public policies for innovation in the aerospace industries in Brazil and Canada*. Abr. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/258125082_Comparative_analysis_of_public_policies_for_innovation_in_the_aerospace_industries_in_Brazil_and_Canada>. Acesso em: 22 abr. 2016.

ARON, J. China wants to share its new space station with the world. *New Scientist*, 21 jun. 2016. Disponível em: <<https://www.newscientist.com/article/2094636-china-wants-to-share-its-new-space-station-with-the-world/>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

ATI – AEROSPACE TECHNOLOGY INSTITUTE. *Raising Ambition, Technology strategy and portfolio update 2016*. Cranfield, jul. 2016. Disponível em: <<http://www.ati.org.uk/strategy/publications/>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BANCOMEXT. *Informe Anual 2014*. 31 dez. 2014. Disponível em: <http://www.bancomext.com/wp-content/uploads/2014/07/Informe_Anuar_2014_In.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2016.

BOEING. *Boeing Achieves Record Commercial Airplanes Deliveries in 2015*. Seattle, 7 jan. 2016. Disponível em: <<http://boeing.mediaroom.com/2016-01-07-Boeing-Achieves-Record-Commercial-Airplanes-Deliveries-in-2015>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

COFACE. Morocco: the challenge of becoming an emerging economy. *Panorama*, Bois-Colombes, maio 2015. Disponível em: <<http://www.coface.ma/en/News-Publications/Publications/Morocco-the-challenge-of-becoming-an-emerging-economy>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

EDB SINGAPORE – SINGAPORE ECONOMIC DEVELOPMENT BOARD. *Aerospace Engineering*. Cingapura, 2016. Disponível em: <<https://www.edb.gov.sg/content/edb/en/industries/industries/aerospace-engineering.html>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

ELLIOT, F. *2016 Top Markets Report Aircraft Parts*. A Market Assessment Tool for U.S. Exporters. International Trade Administration, abr. 2016. Disponível em:

<http://trade.gov/topmarkets/pdf/Aircraft_Parts_Singapore.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.

GAZZONI, M. Falta visão de mercado na aviação. *O Estado de São Paulo*, 5 jan. 2015. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,falta-visao-de-mercado-na-aviacao,1615391>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

GÓES, F. Carteira de private equity aeroespacial investe R\$ 40 milhões. *Valor Econômico*, 11 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/financas/4518212/carteira-de-private-equity-aeroespacial-investe-r-40-milhoes#>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

GOMES, S. B. V. A indústria aeronáutica no Brasil: evolução recente e perspectivas. In: SOUSA, F. L. (org.). *BNDES 60 anos: perspectivas setoriais*. Rio de Janeiro: BNDES, 2012. p. 139-184.

GOMES, S. B. V.; FONSECA, P. V. R.; BARCELLOS, J. A. A Bombardier e o apoio bilionário de Quebec: “hospital de empresa” ou lição para o mundo? *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 43, p. 119-166, mar. 2016. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9580>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

GOMES, S. B. V.; FONSECA, P. V. R.; QUEIROZ, V. S. O setor aeronáutico de helicópteros civis no mundo e no Brasil – análise setorial. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 38, p. 213-264, set. 2013. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/4781>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

GOVERNOR'S OFFICE OF AEROSPACE. *The Washington Aerospace Industry Strategy*. Maio 2013. Disponível em: <<https://www.engr.washington.edu/files/facresearch/uw-arc/docs/wa-aero-industry-strategy2013.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

HAYWARD, K. *The Chinese Aerospace Industry: A Background Paper*. London: Royal Aeronautical Society, jul. 2013. Disponível em: <<http://aerosociety.com/Assets/Docs/Publications/DiscussionPapers/ChineseAerospaceIndustryDiscussionPaper.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2016.

HERMIDA, C. C. *et al.* Desempenho e fragmentação da indústria de alta tecnologia do Mercosul. *Revista de Economia Política*, v. 35, n. 3 (140), p. 622-644, jul.-set. 2015.

IATA – ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AÉREO. Airlines Expect 31% Rise in Passenger Demand by 2017. *Press Release*. Geneva, n. 67, 10 dez. 2013. Disponível em: <<http://www.iata.org/pressroom/pr/pages/2013-12-10-01.aspx>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

ITC – INTERNATIONAL TRADE CENTER. Trade Map – Trade Competitiveness Map. *List of products exported by Singapore*: detailed products in the following category: 88 Aircraft, spacecraft, and parts thereof. Banco de dados. 2016. Disponível em: <http://www.trademap.org/countrymap/Country_SelProductCountry_TS.aspx>. Acesso em: 22 jun. 2016.

LAMPERT, A.; MANO, A. Canada’s Trudeau says rivals fear CSeries as Brazil mulls WTO move. *Aerospace & Defense*, 15 jul. 2016. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/us-brazil-canada-wto-idUSKCN0ZV23C>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

MCGUIRE, S. Global value chains and state support in the aircraft industry. *Business & Politics*, v. 16, n. 4, p. 615-639, dez. 2014.

MOORMAN, R. W. Show Time. *Air Transport World*, v. 53, n. 7, p. 36-38, jul. 2016.

MORRISON, M. The ramp-up risks of booming industry. *Flight International*, v. 189, n. 5534, p. 19-25, abr. 2016.

NAG – NETHERLANDS AEROSPACE GROUP. *Factsheet 2014*. 2014. Disponível em: <http://www.nag.aero/fileadmin/user_upload/_temp_/Factsheet_NAG_2014.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2016.

NEWHOUSE, J.; ALFRED, A. *The Sporty Game: The High-Risk Competitive Business of Making and Selling Commercial Airliners*. Knopf: New York, 1982.

NIJKAMP, P.; KOURTIT, K. Aviation clusters: new opportunities for smart regional policy. In: 5TH CENTRAL EUROPEAN CONFERENCE IN REGIONAL SCIENCE. Kosice, República da Eslováquia, 2014, p. 652-661. Disponível em: <<http://www3.ekf.tuke.sk/cers/files/zbornik2014/PDF/Nijkamp,%20Kourtit.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

NIOSI, J. *R&D Support for Aerospace Industry – A Study of Eight countries and One Region*. 13 jul. 2012. Disponível em: <<http://aerospacereview.ca/eic/site/060.nsf/425f69a205e4a9f48525742e00703d75/>>

b1837a32019a59c985257d63005e3e7f/\$FILE/Niosi_-_support_programs_in_other_countries.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2016.

NIOSI, J.; ZHAO, J. Y. China's catching up in aerospace. *Int. J. Technology and Globalisation*, Montreal, v. 7, n. 1/2, p. 80-91, 2013. Disponível em: <http://chairetechno.esg.uqam.ca/upload/files/realisations/articles/niosi_zhao_2013_china-s_aerospace.pdf>. Acesso em: 21 out. 2016.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA. *Report on Plans and Priorities 2015–16*. Ottawa, 2015. Disponível em: <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/doc/reports-rapports/NRC-CNRC_RPP_2015-16%20_e.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2016.

OHLANDT, C. J. R. *Implications of China's Aerospace Industrial Policies*. RAND Corporation: Santa Monica, CA, 2016. Disponível em: <http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/testimonies/CT400/CT456/RAND_CT456.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2016.

PWC – PRICEWATERHOUSECOOPERS. *Aerospace Industry in Mexico*. May 2015. Disponível em: <<https://www.pwc.com/mx/es/knowledge-center/archivo/20150604-gx-publication-aerospace-industry.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

ROYAUME DU MAROC. *Pacte National pour l'Emergence Industrielle. Contract Program 2009-2015*. 2008. Disponível em: <http://www.invest.gov.ma/upload/documents/fr_Doc_55.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2016.

RUSSIA'S Aviation Industry Gets \$28Bln to Become Global Powerhouse. *The Moscow Times*, 16 maio 2014. Disponível em: <<https://themoscowtimes.com/articles/russias-aviation-industry-gets-28bln-to-become-global-powerhouse-35514>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

SCOTT, A. Crucial vote nears in Boeing contract talks. *Reuters*, 29 set. 2012. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/us-boeing-labor-speech-idUSBRE88S0DG20120929>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

SEN, P. Building India as an industrial base for aerospace manufacturing. *Aeromag*, Bangalore, maio-jun. 2015, v. 9, Issue 3, p. 24-26.

TRIMBLE, S. MAKS: Sukhoi reveals plan to slash Superjet cost. *FlightGlobal*, 27 ago. 2015. Disponível em: <<https://www.flightglobal.com/news/articles/maks-sukhoi-reveals-plan-to-slash-superjet-cost-416122/>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

UAC – UNITED AIRCRAFT CORPORATION. *Annual Report 2014*. Moscow, 2014. Disponível em: <<http://www.uacrussia.ru/en/investors/financial-information/annual-reports/>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

U.S. CONGRESS. Office of Technology Assessment. *Competing Economies: America, Europe, and the Pacific Rim, OTA-ITE-498*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, out. 1991.

VASCONCELOS, Y. Ber ario de avi es. *Pesquisa Fapesp*, ago. 2015. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/revista/ver-edicao-editorias/?e=234>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

WORLD ECONOMIC FORUM. *The Future of Manufacturing Report*. 2013. Volume 3: Manufacturing Value Chains Driving Growth. Aerospace Industry Overview. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_ManufacturingForGrowth_ReportVol3_2013.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2016.

WYMAN, O. *Challenges for european aerospace suppliers*. 2015. Disponível em: <<http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2015/mar/key-challenges-for-european-aerospace-suppliers.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

ZAITSEV, T. UAC to guarantee Superjet asset value. *Flight International*, v. 190, n. 5561, p. 13, 1-7 nov. 2016.