

PANORAMAS SETORIAIS 2030

AEROESPAÇO E DEFESA

Sérgio Bittencourt Varella Gomes
João Alfredo Barcellos
Paulus Vinicius da Rocha Fonseca*

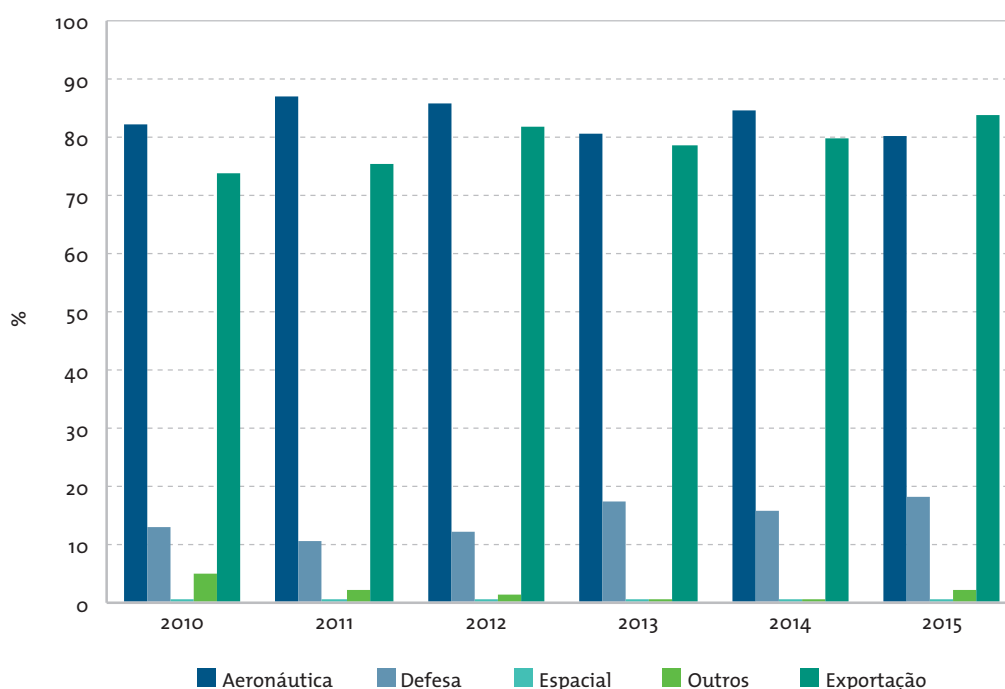
* Respectivamente, gerente e arquiteto do Departamento de Apoio às Exportações do Setor Aeronáutico (DECEX1) da Área de Comércio Exterior e Fundos Garantidores (AEX), e contador do Departamento de Energia Elétrica 2 (DEENE2) da Área de Energia (AE) do BNDES.

1. Introdução

O setor de aeroespço & defesa (A&D) do Brasil representa um tema em que há um justo orgulho por boa parte da população. Na mídia, em geral, a imagem do setor é perenemente positiva, sendo sempre ressaltadas suas características de tecnologia avançada, a qualidade dos empregos gerados e certa percepção de importância estratégica para o país. De fato, o domínio da tecnologia aeronáutica foi um dos três pilares de domínio tecnológico estabelecidos ao longo do período de governos militares autoritários (1964-1985); sendo os outros dois a tecnologia nuclear e a informática. Hoje, não parece injusto apontar-se o setor de A&D como aquele em que o sucesso obtido é praticamente inquestionável.

No entanto, dado o escopo abarcado pelo termo A&D, o caso brasileiro revela assimetrias bastante pronunciadas, como aponta o Gráfico 1.

Gráfico 1: Importância relativa percentual dos segmentos de A&D no Brasil, conforme os respectivos faturamentos brutos anuais, e fatia exportada



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do portal da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (Aiab).

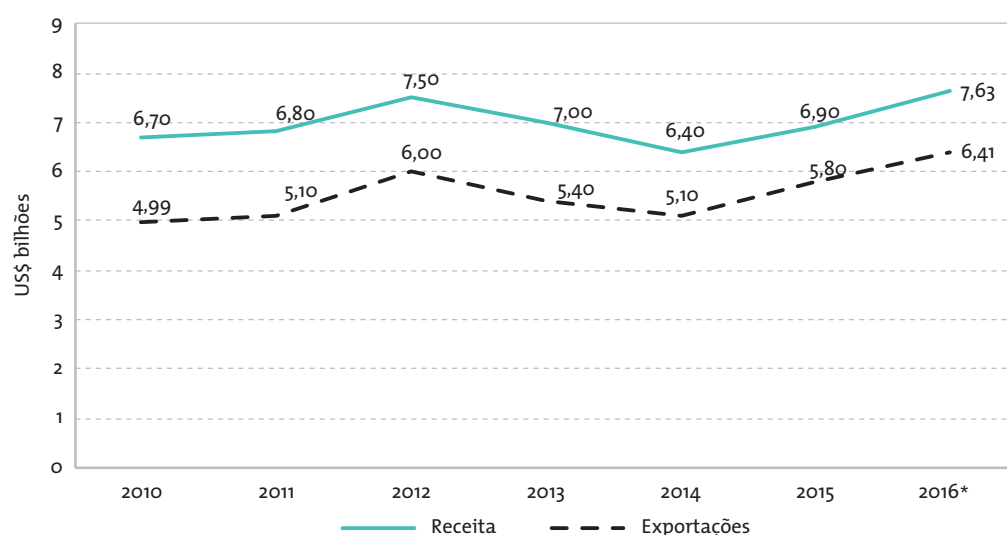
Constata-se que a indústria aeronáutica é o segmento preponderante. Isso contrasta com o que ocorre, por exemplo, na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA), onde há uma distribuição mais equânime entre os diversos segmentos.

Outro fator observado é que o grosso da produção é exportado, denotando competitividade global e capacidade de auferir divisas para o país. Ou seja, se o país foi

incapaz de abarcar industrialmente o setor de A&D, sua indústria aeronáutica tem presença e reconhecimento globais.

Em termos absolutos, os valores envolvidos são significativos. As exportações alcançam uma média de US\$ 5,5 bilhões por ano, conforme o Gráfico 2. Além disso, o faturamento anual bruto do setor e as exportações têm se mantido razoavelmente elevados e constantes ao longo dos anos, o que indica a consistência e a sustentabilidade do caráter exportador por excelência do setor de A&D brasileiro.

Gráfico 2: Receitas operacionais brutas e o correspondente faturamento com exportações para o setor de A&D brasileiro



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do portal da Aiab.

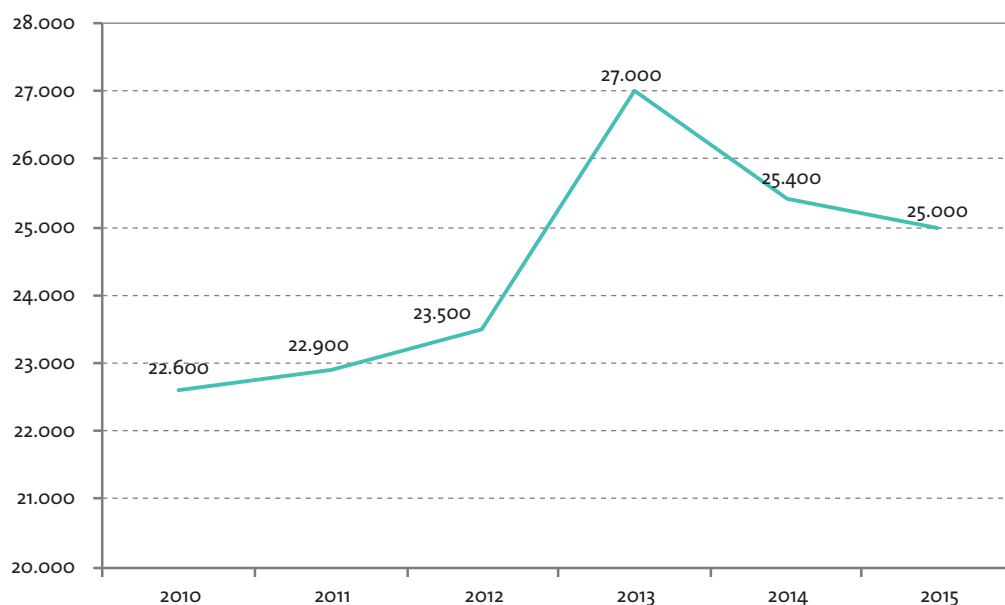
* Estimado.

O Gráfico 3 evidencia o que talvez seja o fator mais importante para a sociedade – o setor caracterizar-se como um empregador substancial. No entanto, os empregos diretos gerados seguem a lógica da demanda do setor, consubstanciada no Gráfico 2: quando o faturamento (demanda) cai, como em 2013, o nível de emprego passa a diminuir também. Porém, como, em média, 80% do faturamento vem do exterior, as condições do mercado doméstico brasileiro, particularmente a crise atual, não parecem ter um impacto significativo ou comensurável. Além disso, o Gráfico 2 indica uma perspectiva de crescimento para o futuro imediato.

Em razão da importância do setor de A&D no contexto industrial brasileiro, o presente trabalho teve por origem auxiliar no planejamento estratégico do BNDES para o horizonte de 2030. Ele se inicia com uma caracterização ponderada dos aspectos principais, estrutura e natureza dos investimentos no setor. Em seguida, tenta-se vislumbrar sua evolução possível no horizonte que vai até 2030, com base nas principais tendências tecnológicas hoje em formação, assim como com os fatores emergentes

relevantes que poderão contribuir para esse futuro que se deseja descortinar. Na conclusão, além de breve síntese, chama-se a atenção para os pontos mais críticos e que podem comprometer a trajetória futura da indústria se não houver a participação e a contribuição de diversos atores.

Gráfico 3: Evolução recente do número de empregos gerados no setor de A&D no Brasil



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do portal da Aiab.

2. Competitividade, empresas de referência, forças e fraquezas

No setor aeroespacial – conhecido universalmente como A&D –, os principais fatores de competitividade estão atrelados ao grau de maturação relativamente elevado atingido no caso do Brasil: o país já projeta e produz desde pequenas aeronaves até jatos comerciais de médio porte, passando por helicópteros, jatos executivos e aeronaves de combate. Para cada um desses segmentos, os fatores de competitividade têm variações expressivas, sendo, porém, universais: o setor só apresenta sustentabilidade econômica se for bem-sucedido no mercado global. Portanto, por segmento, os principais fatores de competitividade são:

- Aviação comercial: baixo consumo de combustível, baixos custos operacionais e de manutenção, confiabilidade operacional, assistência técnica do fabricante pós-vendas e tecnologia no estado da arte, desde que em apoio aos fatores anteriores. O prazo de entrega também tem certo peso. O preço, via de regra,

fica em uma faixa de mercado bem conhecida; descontos – por quantidade ou outros motivos – podem influenciar, mas não são determinantes.

- Aviação executiva: desempenho operacional, nível de conforto a bordo, baixos custos por hora de voo e de manutenção, preço, marca como indicador de apoio do fabricante pós-vendas e tecnologia no estado da arte, desde que em apoio aos fatores anteriores.
- Helicópteros: desempenho operacional, preço, marca como indicador geral de qualidade e confiabilidade e tecnologia no estado da arte, desde que em apoio aos fatores anteriores.
- Aviação geral (pequeno porte): preço, custos operacionais, de manutenção e desempenho operacional.
- Defesa: compra anterior do produto pelas forças armadas do país do fabricante, adequação às missões de combate requeridas e *life cycle costs* (custos de aquisição, operação e desativação) e inovação, apenas se em apoio aos itens anteriores.

As empresas de referência do setor, em termos globais, têm, todas elas, portes bastante superiores ao da Embraer (que, no entanto, é líder de mercado em jatos comerciais de setenta a 130 assentos) e aos das demais empresas estabelecidas no Brasil. Tais empresas são o resultado da consolidação (fusões e aquisições) do setor em seus respectivos países, além de massivos apoios governamentais recebidos ao longo de décadas para pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I), e em compras governamentais de produtos de defesa. Quanto ao padrão locacional dessas empresas, tem-se o seguinte:

- A sede da empresa, com suas funções principais – administração, engenharia, vendas, *marketing* e grandes unidades fabris de montagem final etc. – é sempre mantida no país de origem, posto que, como fornecedora também de produtos de defesa, isso não poderia ser diferente.
- Nos últimos dez a 15 anos, tem ocorrido o chamado *offshoring*, em que etapas da produção, com grande participação de mão de obra, são deslocadas para países com menores custos desse insumo (México, China, Polônia etc.).
- Em paralelo, também ocorre a constituição de unidades de montagem final em outros países como forma de alavancar vendas nesses mercados, notadamente na China (Airbus, Embraer, Cessna e, em breve, Boeing) e nos EUA (Airbus, Embraer, AgustaWestland etc.).
- Ainda paralelamente, tem sido comum constituir centros de engenharia *offshore*, de forma a reduzir custos, usar incentivos locais e/ou aproveitar outros tipos de talentos (Boeing, na Rússia e na Espanha; Airbus, na Índia; Embraer, em Portugal e nos EUA; várias empresas no México etc.).

Entre as principais forças da indústria brasileira, tem-se a chamada inteligência de mercado, ou seja, a capacidade de distinguir nichos do mercado global e investir no que tem alta probabilidade de ser bem-sucedido. Há todo um histórico a esse respeito: aeronaves Bandeirante, Brasília, ERJ-145 e E-Jets da Embraer, Sistema Astros da Avibras, *drones*/veículo aéreo não tripulado (Vant)¹ da Flight Technologies etc. Além disso, tem-se a boa base tecnológica, representada por: instituições de ciência e tecnologia (ICT)² de São José dos Campos – Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) –, São Carlos – Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) –, Belo Horizonte – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) –, Itajubá – Universidade Federal de Itajubá (Unifei) etc.; autoridades aeronáuticas certificadoras – civil, dada pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), e militar, dada pelo DCTA do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) – com décadas de experiência, reconhecidas internacionalmente; e marcas como Embraer e Helibras (subsidiária integral da Grupo Airbus), globais e maduras, o que auxilia todo o resto do setor.

Entre as fraquezas do setor no país, constata-se elevada concentração e dependência em relação a uma empresa – Embraer. Por isso, a cadeia produtiva é ainda frágil, implicando empresas essencialmente de pequeno porte. Ademais, o sistema tributário brasileiro, apesar de alguns avanços recentes, ainda não as desonera integralmente nas etapas subsequentes de componentes que serão exportados quando integrados a aeronaves ou outros produtos (resultando em concorrência desigual com fornecedores do exterior). Por outro lado, comparativamente ao observado nos países centrais, faltam instituições que possam extrair toda a externalidade econômica potencial do setor. O carreamento regular de recursos de P,D&I para o setor é a prática das agências governamentais especializadas em interagir com a indústria, por exemplo: National Aeronautics and Space Administration (Nasa) e Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa), nos EUA; Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (Onera), na França; Ministry of International Trade and Industry (Miti), no Japão etc. (NIOSI, 2012). Em suma, há déficit de políticas públicas de apoio – especialmente para a fase pré-competitiva³ de novas tecnologias – o que

¹ O termo inglês *drone* adquiriu aceitação universal para designar aeronaves que não contam com um ser humano a bordo para a pilotagem. No entanto, no meio militar brasileiro, a designação Vant ainda predomina.

² ICT é um termo genérico que designa entidades públicas ou privadas voltadas à pesquisa científica e tecnológica, podendo incorporar também ensino superior.

³ Fase em que determinada tecnologia ainda não atingiu o estágio em que já seja comercializável, seja de *per si*, seja integrada a algum produto comercial.

faz com que não se tenha um *level playing field*⁴ para as empresas brasileiras *vis-à-vis* suas concorrentes globais.

Apesar disso, o cenário brasileiro tem dado sinais recentes de melhorias em função de políticas públicas englobadas no decreto presidencial que criou, em dezembro de 2008, a Estratégia Nacional de Defesa (END). A pedra de toque dessa estratégia é a definição da chamada Base Industrial de Defesa (BID) e a outorga de vantagens para as empresas que passem a compô-la, em combinação com um Programa de Compras Governamentais, a ser implantado futuramente, e que terá de funcionar a contento.

O recém-criado Fundo de Investimento em Participações (FIP) Aeroespacial (GOÉS, 2014), com participações do BNDES, da Finep, da Embraer e da Desenvolve SP (dotação inicial de R\$ 131,3 milhões), também contribui para aproximar o país da melhor prática internacional. Ele aumenta o investimento em empresas de pequeno porte que operam na fronteira tecnológica e impõe regras de governança e transparência que são críticas para empreendimentos desse tipo. Porém, as melhores práticas internacionais indicam a necessidade de um órgão governamental que oriente e coordene as pesquisas no setor, inclusive aportando recursos para o desenvolvimento de tecnologias críticas, a exemplo das já citadas Nasa, Onera, Miti etc.

3. A natureza dos investimentos do setor

Os investimentos no setor aeronáutico são delineados – em todo o mundo – pela demanda prevista para o médio e o longo prazos (dez a vinte anos à frente), dado o longo ciclo do produto aeronave no mercado. Trata-se de um setor com investimentos vultosos e de longa maturação, normalmente sem relação imediata com os ciclos econômicos da economia global, muito embora os retornos almejados possam se reduzir nos períodos de baixa do ciclo. O ambiente atual é de aumento nos investimentos em face da evolução tecnológica e da necessidade perene de redução dos custos operacionais das empresas aéreas nos mercados em que a concorrência é acirrada.

Porém, entre os principais obstáculos em se manter o ritmo desses investimentos no Brasil, está a dificuldade em se levantar recursos de longo prazo e grande monta. Tal situação é agravada pelas taxas de juros em vigor e o apoio governamental ainda bastante fragmentado, quando não insuficiente. Isso contrasta com o ambiente existente para os fabricantes aeronáuticos nos países centrais.

⁴ Literalmente “campo de jogo nivelado”, expressão universalmente utilizada para designar o quadro em que a concorrência entre as empresas é justa e equânime no mercado.

Nos setores espacial e de defesa, a principal dificuldade em ampliar investimentos no país está na insegurança quanto à demanda, na medida em que são segmentos essencialmente dependentes de compras governamentais. Também as altas taxas de juros em vigor dificultam sobremaneira investimentos que são, necessariamente, de longo prazo de retorno.

Os principais indutores de novos investimentos estão associados à necessidade de manter os produtos na fronteira tecnológica. As duas grandes montadoras brasileiras do setor aeronáutico – Embraer e Helibras – têm seus principais fornecedores no exterior. Utilizam-se, em boa parte, das mesmas cadeias de fornecedores que seus concorrentes. Como não se vislumbram grandes mudanças na demanda dos produtos, os investimentos em ampliação de capacidade produtiva acompanharão os investimentos em P,D&I.

No âmbito dos setores espacial e de defesa, os investimentos estarão condicionados diretamente à demanda firme contratada pelo governo brasileiro, uma vez que, nesses segmentos, como visto, somente é possível exportar (ser demandado no mercado internacional) os produtos já comprados e certificados no país de origem.

O setor aeronáutico estabelecido no país sofre com a falta de apoio governamental para pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias. Isso faz com que, em larga medida, a indústria nacional esteja sempre “correndo atrás”, do ponto de vista de atualização tecnológica, das empresas concorrentes, sendo assim classificada como *quick follower*.

Nos próximos 15 anos, espera-se que o padrão de financiamento dos investimentos no setor sofra mudanças substanciais, de forma a torná-lo mais próximo ao dos países centrais. Nesses países, o apoio ao setor tem origem em políticas públicas – perenes ao longo de décadas – as quais são concretizadas por meio de órgãos governamentais com dotações de recursos específicos.⁵ O Brasil já conta com o FIP-Aeroespacial,⁶ assim como avança na Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) a proposta de financiamento a plataformas tecnológicas,⁷ como ocorre há décadas nos países centrais. O BNDES e a Finep deverão aprimorar versões futuras do Inova AeroDefesa. Políticas públicas – como a da Base Industrial de Defesa (BID) – reconhecem a necessidade de compras governamentais firmes para viabilizar os investimentos de longo

⁵ Por exemplo, os EUA têm a Nasa para o segmento civil e a Darpa para o de defesa; a França tem o Onera; a Alemanha tem o DLR; o Japão tem o Miti etc.

⁶ Foi constituído em 2014, com dotação inicial de mais de R\$ 120 milhões, aportados por BNDES, Finep, Embraer e Desenvolve SP.

⁷ Trata-se de aeronaves, sistemas aeronáuticos completos ou mesmo partes de aeronaves (por exemplo, asas) construídos com a finalidade de serem ensaiados sob certas condições operacionais. Isso de modo a validar ou aperfeiçoar as tecnologias ali incorporadas antes do desenvolvimento definitivo desses itens.

prazo. Nesse contexto, a busca de recursos no mercado internacional, dada a dimensão global da indústria, também poderá avançar.

Nos segmentos espacial e de defesa, o mesmo se aplica. Deve-se ter sempre em consideração – como visto – a importância das compras governamentais e a consistência plurianual do orçamento público para assegurar a sustentabilidade desses segmentos, sem o que não é possível haver avanços.

4. A estrutura do mercado aeroespacial e de defesa

Nesse setor, as barreiras de entrada são essencialmente de duas naturezas: técnica e financeira. A técnica decorre do fato de que todo novo produto aeronáutico, desde a matéria-prima até a aeronave completa, tem de receber certificação técnica, em nome da Segurança de Voo. Consolidados nos chamados Requisitos de Aeronavegabilidade, a certificação é um processo longo (pode até passar de um ano) e caro, a cargo da autoridade aeronáutica, a Anac, no caso do Brasil.

Já a barreira financeira decorre do fato de 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*. 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 (caso do A380 da Airbus) (MOUAWAD, 2014). Empresas da cadeia produtiva ou fabricantes de aeronaves de pequeno porte têm de enfrentar desafio semelhante, ainda que proporcionalmente menor, considerada a complexidade.

O padrão da concorrência para o mercado de produtos aeroespaciais civis se dá no mercado global. Nenhum país tem indústria aeronáutica de porte que seja meramente doméstica, ela não seria sustentável a longo prazo. O mesmo se aplica para produtos espaciais e de defesa em geral, embora aqui com diferenças significativas: no setor espacial, há restrições na comercialização de certos componentes de satélites e de foguetes lançadores, em razão da possibilidade de emprego militar; no setor de defesa, há restrições na comercialização de certos componentes e armamentos – como o International Traffic in Arms Regulations (Itar), dos EUA. A Embraer, por exemplo, já teve frustrada uma venda de aeronaves Tucano para Venezuela na década passada, conforme registrado na imprensa da época, pois os EUA impediram o fornecimento de certos itens que integravam essas aeronaves.

O quadro geral é, portanto, este: fabricantes brasileiros concorrem com estrangeiros tanto no mercado global quanto no mercado doméstico. Esse padrão de concor-

rência deve seguramente permanecer inalterado nos próximos dez a 15 anos. Porém, o que se projeta para os fabricantes brasileiros é que continuarão a atuar em nichos ou segmentos específicos do mercado aeroespacial, em consonância com sua demonstrada competitividade. Essa análise vale para essencialmente todos os segmentos da indústria: Embraer, Helibras e a miríade de pequenas empresas fabricantes de aeronaves leves, ultraleves e Vants/drones.

A expectativa de analistas do mercado é que a Embraer continue a manter a liderança mundial no segmento de jatos comerciais de setenta a 130 assentos com a nova geração de E-Jets E2, a qual entrará em serviço, progressivamente, entre 2018 e 2021. Isso porque os produtos dos demais concorrentes não têm apresentado, até agora, aceitação tão ampla no mercado. Nas aeronaves executivas, a Embraer já tem participação significativa, apesar de ainda ser considerada nova entrante. Porém, o fato de sua gama de produtos estar no estado da arte tem lhe assegurado fatia de mercado importante do mercado global, em relação a unidades vendidas,⁸ com tendência de aumentar. A Embraer tem progressivamente deslocado a montagem final dessa linha executiva para os EUA, maior mercado individual do mundo e onde é bastante competitiva. Por fim, em sua área de defesa e segurança a estratégia parece ser a de continuar atuando com produtos de nicho – aeronaves Super-Tucano (turboélice para emprego militar múltiplo), KC-390 (avião-tanque e cargueiro militar), AEW&C (aeronave de vigilância radar) – o que evita níveis elevados de concorrência e permite margens de retorno mais robustas. Em síntese, tudo indica que a fabricante brasileira poderá ser capaz de manter sua competitividade ao longo da próxima década.

No entanto, isso não parece ser uma benesse para a Embraer: sua margem líquida tem ficado abaixo de 10% nos últimos anos, que é a média histórica de referência do setor. No futuro próximo, não se prevê uma substancial mudança nesse quadro. Isso porque o sucesso da nova geração de jatos E2 da Embraer tem acumulado pedidos de compras substanciais no mercado mundial; os novos C-Series da Bombardier não têm tido o mesmo sucesso; e, ao declínio esperado das vendas dos jatos Sukhoi (uma vez que não lançaram versões com a nova geração de motores), corresponderá, possivelmente, a entrada no mercado do japonês Mitsubishi MRJ ao longo dos próximos anos.

Portanto, nos jatos comerciais, os principais concorrentes da Embraer serão a canadense Bombardier – na faixa de cem a 130 assentos – e, cada vez mais, a Mitsubishi Aircraft Corporation – na faixa de setenta a cem assentos; a americana Cessna nos jatos executivos; e a americana Beechcraft, assim como a coreana Korean Aerospace,

⁸ Em 2017, por exemplo, entre todas as categorias de jatos executivos, o Phenom 300 da Embraer foi o que acumulou o maior número absoluto de unidades entregues a clientes pelo quarto ano consecutivo.

em defesa, pois produzem concorrentes do Super-Tucano, além da Lockheed Martin, que produz o Hercules C-130, concorrente do KC-390 da Embraer.

Em contraste com a Embraer, a Helibras, controlada pela europeia Airbus Helicopters, parece continuar a operar com seu mercado delimitado apenas à América do Sul. Dessa forma, no segmento de seu helicóptero Esquilo, a empresa é a líder de mercado no país há várias décadas (com mais de 50% das unidades vendidas). Nos demais segmentos, os principais fabricantes estrangeiros, incluindo a própria Airbus Helicopters, detêm fatias essencialmente equivalentes àsquelas de que já desfrutam globalmente. As exportações da Helibras não têm atingido valores expressivos. Não se estima que esse quadro mude substancialmente de imediato. Por outro lado, a retomada do ritmo de compras governamentais dos H225M do Programa HX-BR,⁹ superado o atual quadro de restrição fiscal da União, deverá ensejar a nacionalização progressiva da produção do H225 (versão civil) e o início do projeto de um novo helicóptero no Brasil, o qual deverá integrar o portfólio global da Airbus Helicopters. Com isso, a empresa passaria a ter – potencialmente até 2030 – três modelos de aeronaves em produção no país. Até lá, a concorrência, dependendo do segmento do mercado, deverá continuar a ser representada por importações de helicópteros das americanas Bell e Sikorsky e da anglo-italiana AgustaWestland.

As demais pequenas empresas brasileiras fabricantes de aeronaves leves continuarão a concorrer com uma miríade de fabricantes do exterior, a maior parte deles também de pequeno porte, com uma ou outra exceção – como os casos da consagrada fabricante americana Cessna e da chinesa Cirrus.

Como os ciclos de investimentos e de produtos do mercado aeroespacial são de longa duração – ficando normalmente na faixa de 15 a 25 anos – não são esperadas mudanças significativas quanto aos principais concorrentes da indústria brasileira, conforme visto. Já no que tange a novos entrantes, notadamente da China, da Rússia e do Japão, seus produtos ainda não têm expressão significativa no mercado a ponto de ameaçar a posição brasileira, porque suas estratégias de produtos (com exceção do Japão) estão voltadas para concorrer essencialmente com a Airbus e a Boeing – produtoras de aeronaves com mais de 130 assentos.

Embora o mercado brasileiro seja apenas um segmento no quadro global, existe a clara possibilidade de haver entrantes potenciais no país. Dois segmentos são os candidatos mais óbvios. O primeiro é o de helicópteros, em virtude da expansão da exploração de petróleo e gás na camada do pré-sal, a qual deverá gerar demanda

⁹ Programa de aquisição conjunta, por parte da Marinha, do Exército e da Aeronáutica, de cinquenta helicópteros H225M, os quais estão sendo montados e entregues em Itajubá (MG).

específica de operação de helicópteros de médio a grande porte, dotados de maior alcance (uma vez que esses campos de exploração estão mais afastados da costa brasileira); as fabricantes Sikorsky (EUA) e AgustaWestland (Itália/Reino Unido) já deram, nos últimos cinco anos, indicações públicas de interesse por virem a se estabelecer industrialmente no país. O segundo segmento é o das pequenas empresas fabricantes de aeronaves leves, em que têm surgido, nos últimos anos, diversas empresas voltadas para múltiplos segmentos, tais como aeronaves anfíbias, aeronaves leves esportivas, de treinamento e observação etc., o que ocorre porque o mercado potencial do Brasil – país de dimensões continentais e carente de infraestrutura terrestre – seria muito maior do que a frota atualmente em operação permitiria atender. Porém, para que tal expansão possa se materializar – tanto para o segmento de helicópteros como para o de aeronaves leves – é preciso que as condições da crise de 2015 já tenham sido superadas.

5. As cadeias produtivas

A perspectiva que se apresenta para a cadeia produtiva global é de que ela continue sendo organizada em grandes fornecedores de partes e sistemas que atendem às principais montadoras das aeronaves. Esses fornecedores de porte, por sua vez, subcontratam peças e subsistemas em empresas menores que orbitam em torno deles. No setor, há uma percepção bem consolidada de que tanto a Airbus quanto a Boeing têm 70% de fornecedores em comum para suas aeronaves comerciais. Já na organização da cadeia dos segmentos de espaço e defesa, nos países centrais, prevalece a segregação – ainda que não absoluta – pela nacionalidade dos fornecedores.

Não se vislumbram mudanças imediatas na liderança da cadeia produtiva global. Na parte civil, a Airbus e a Boeing devem permanecer nessa posição. Na parte de defesa, a Lockheed Martin, a própria Boeing, a BAE Systems e a Northrop Grumman devem manter suas posições. Esperam-se possíveis movimentos de fusões e aquisições, conduzidos pelos grandes fornecedores de partes e sistemas desses líderes, que já controlam boa parte das cadeias atualmente. Isso porque o maior orçamento de defesa do mundo – o dos EUA, superior à soma dos demais países – deve declinar nos próximos dez anos, reforçando as necessidades de economia de escala e escopo. Ressalte-se que muitos desses fornecedores são maiores que as indústrias para as quais fornecem e estão ligados, por sua vez, a grandes conglomerados (General Electric, United Technologies Group etc.).

A inserção das empresas brasileiras fornecedoras de partes e peças na cadeia produtiva global é limitada, pelo porte¹⁰ e pela capacidade de desenvolvimento – P,D&I – atuais. A sobrevalorização do real é sempre uma barreira de custos (inclusive trabalhistas) significativa, o que infelizmente tem sido a realidade preponderante desde o Plano Real de 1994. Não obstante, a competitividade das empresas brasileiras é reconhecida internacionalmente, dada a qualidade de seus produtos e o selo de aprovação representado pela certificação da Anac, que tem acordo bilateral com suas contrapartes americana Federal Aviation Administration (FAA) e europeia European Aviation Safety Agency (Easa).

A perspectiva de crescimento do conteúdo nacional dos projetos de investimento no Brasil obedece a duas trajetórias possíveis. A primeira refere-se à possibilidade de aumento da verticalização da produção dos dois grandes fabricantes – Embraer e Helibras –; e a segunda, ao da participação da cadeia produtiva nesses projetos. A Helibras parece estar em busca dessas duas trajetórias, levando em consideração as cláusulas de conteúdo nacional do Programa HX-BR. Já a Embraer tem aumentado pontualmente a verticalização da produção de sua linha de jatos executivos no país, assim como a de seus jatos comerciais (E-Jets), mas sua grande tendência parece ser a de deslocar para o exterior itens cada vez mais importantes de projeto e fabricação – inclusive a montagem final de toda a linha dos jatos executivos para os EUA –, por contar com incentivos fiscais e de financiamento de P,D&I sem equivalentes no Brasil (além daqueles disponíveis em Portugal, por exemplo, oriundos da União Europeia). Além disso, há a limitação dada pela sistemática de desenvolvimento adotada pelos grandes fabricantes, como a própria Embraer, que fazem uso recorrente das chamadas “parcerias de risco”: os grandes fornecedores participam – com recursos próprios – no investimento do desenvolvimento de partes e sistemas completos de novas aeronaves, tornando-se assim fornecedores exclusivos durante toda a existência do novo programa. Como a cadeia produtiva nacional não costuma dispor da musculatura financeira para atuar como parceira de risco (na falta de políticas públicas específicas, como as existentes nos países centrais),¹¹ sua maior inserção fica, desde sempre, limitada.

O adensamento da cadeia produtiva nacional continuará sendo um desafio nos próximos anos. De um lado, há o padrão de contratação das grandes montadoras envolvendo as parcerias de risco e a dificuldade em ter acesso à matéria-prima im-

¹⁰ A maioria delas é constituída por pequenas e médias empresas (PME), com algumas exceções representadas por filiais de grandes grupos multinacionais.

¹¹ Parece plausível que o BNDES, financiador tanto da Embraer quanto da Helibras, venha, até 2030, a financiar as micro, pequenas e médias empresas (MPME) da cadeia produtiva em parcerias de risco. Porém, isso deveria vir no bojo de política pública ampla, quiçá a que vier a substituir o Plano Brasil Maior, o qual expirou em 2014.

portada, em virtude da burocracia aduaneira, da carga tributária e das exigências de controle impostas pelos órgãos fiscalizadores, as quais, concebidas para grandes empresas, oneram e penalizam sobremaneira as micro, pequenas e médias empresas (MPME) da cadeia produtiva nacional. Por outro lado, as cláusulas de *offset* (contrapartidas industriais) dos contratos do futuro caça Gripen da Força Aérea Brasileira (FAB) e dos helicópteros do Programa HX-BR, a cargo da Airbus Helicopters, deverão elevar a visibilidade e capacitação de diversas empresas brasileiras para os níveis de competitividade do mercado global. Por fim, mantida a condição cambial ora vigente no Brasil, isso pode alavancar a competitividade da cadeia produtiva nacional, uma vez que essa é uma indústria globalizada.

6. Principais tendências tecnológicas

No contexto global do setor, as tecnologias relevantes têm aplicações distintas conforme se considere o segmento de defesa (emprego militar) ou o segmento civil (aviação comercial/executiva). Observa-se que nos últimos anos tem havido crescente ênfase nas chamadas “tecnologias duais” – que serviriam para ambos os segmentos. As tecnologias de informação e comunicação (TIC), incluindo processamento de dados em tempo real, fusão de dados complexos etc., são relevantes tanto para aplicações comerciais quanto de defesa. Porém, há tendências tecnológicas de direcionamentos distintos em suas respectivas vertentes, a saber:

- Civil: aeronave *conectada* – *Wi-Fi*, telefonia celular etc. amplamente disponíveis a bordo e comunicação aeronave-controle de tráfego aéreo progressivamente via *datalink* (em substituição ao canal de voz, como ainda prevalece atualmente).
- Defesa: conceitos de *cyberwar* (guerra cibernética), *cyberwarfare* (combates cibernéticos) e *cyber battlefield* (campo de batalha cibernético), em que as forças armadas da nação A desabilitam, total ou parcialmente, não só as forças armadas da nação B como também seus sistemas de distribuição energética, telecom, transportes em geral etc. Os recentes episódios de vazamentos – casos “Snowden”, “WikiLeaks” etc. – seriam apenas os lances iniciais do estado de *pré-cold cyberwar* em que o mundo se encontraria atualmente, estando a China e os EUA em polos diametralmente opostos (os demais países são também afetados e perscrutados de forma a assegurar as respectivas hegemônias geopolíticas).

- A nanotecnologia tem aplicações em materiais, possibilitando a realização de tarefas ou funções de forma otimizada ou mesmo indisponíveis atualmente. O impacto na atividade econômica reflete-se no aumento da eficiência energética (via redução de peso estrutural, do arrasto aerodinâmico etc.). A mecânica fina é relevante no setor de motores aeronáuticos, gerando aumento da eficiência energética.
- A biotecnologia aplicada a biocombustíveis foi considerada alta prioridade estratégica pela Força Aérea dos EUA, que pretende extinguir a dependência de petróleo do Oriente Médio para seu uso; recursos crescentes de P&D têm sido investidos para isso. Os fabricantes de aeronaves civis também incentivam esse movimento, mas por motivos ambientais e financeiros – reduzir a volatilidade dos preços do querosene de origem fóssil.
- A manufatura aditiva (*3-D printing*) deverá, nos próximos anos, revolucionar toda a cadeia de manutenção aeronáutica. Como as peças sobressalentes poderão ser fabricadas somente no momento em que e no local onde são necessárias, os almoxarifados das oficinas de manutenção tenderão a desaparecer. Essa fabricação ficaria a cargo de pequenas empresas – terceirizadas dos fabricantes originais – localizadas nas imediações das grandes oficinas. Para além dos próximos 15 anos, até mesmo a fabricação original de peças – para integrar aeronaves novas – poderá ser terceirizada.

Quanto às tecnologias específicas, relacionam-se:

- Civil: tecnologia de materiais compostos (com base em fibras de carbono) e de novas ligas metálicas em substituição às ligas convencionais de alumínio aeronáutico; as aeronaves comerciais fabricadas no Brasil têm de evoluir de uma base atual de 5% a 15% em peso para algo como 50% de materiais compostos de forma a manterem a competitividade (menor peso, menos manutenção etc.). Tecnologia de gerenciamento e comandos de voo, incluindo automação de funções de voo, uma vez que são em geral específicas para cada aeronave e requerem o domínio tecnológico por parte do fabricante.
- Defesa: tecnologias afetas ao satélite de telecomunicações para uso militar; embora a plataforma tecnológica básica seja similar àquela de uso civil, o emprego de criptografia e barreiras de *cyberwarfare* são bastante específicas. Aerodinâmica supersônica. A tecnologia de propulsão e operação do submarino nuclear, cuja entrada em operação poderá ocorrer em meados da próxima década.
- Dual: tecnologia do *drone*/Vant, principalmente a integração do veículo com o sistema de monitoramento e guiagem terrestre para o desempenho da missão

e – na parte civil – mais a integração ao sistema de navegação e controle do tráfego aéreo do país, além de tecnologias de estruturas e aerodinâmicas.

Nas tecnologias genéricas ou específicas, o posicionamento do Brasil, como líder ou seguidor, tem as seguintes condicionantes:

- Tecnologias genéricas, parte civil: o Brasil é tradicionalmente um *quick follower*. Isso lhe possibilita chegar ao estado da arte, ou muito próximo dele, sem investimentos excessivamente elevados de P&D. Esse fato ocorre por não dispor da institucionalidade governamental de apoio – com recursos minimamente equivalentes – dos países líderes. Por outro lado, boa parte do que integra uma aeronave comercial – motores, aviônicos e sistemas em geral – continua sendo importada, porém em conformidade com o projeto geral da aeronave, o qual é brasileiro.
- Tecnologias específicas, parte civil: o Brasil já faz alguns avanços de liderança, no que é possível realizar em P,D&I com os apoios ainda relativamente modestos das agências de fomento e inovação (Finep, Fapesp etc., alguns programas do BNDES e o FIP-Aeroespacial). O *driver* é o domínio da tecnologia, em casos em que sua compra pura e simples não é adequada para incorporá-la no projeto de um componente ou sistema aeronáutico. Mas é preciso intensificar o apoio governamental para que o país deslanche.
- Parte de defesa: o Brasil está realizando esforços genuínos para liderar nas tecnologias críticas, tanto genéricas quanto específicas, via políticas públicas tais como as denominadas Estratégia Nacional de Defesa, Base Industrial de Defesa, Empresa Estratégica de Defesa, Programa de Compras Governamentais etc. Também por meio de Programas de Vigilância e Defesa de grande envergadura, que requerem a integração de sistemas de grande complexidade tecnológica – Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul, a cargo da Marinha (Sisgaaz); Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras, a cargo do Exército (Sisfron); submarino nuclear (para proteção das reservas do petróleo do fundo do mar); e Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas 1 (SGDC-1). Apesar das restrições orçamentárias, refletidas anualmente no Orçamento Geral da União (OGU), esses programas avançam, ainda que com cronogramas dilatados. As empresas envolvidas dependem vitalmente deles, pois, no mercado de produtos de defesa, só se consegue vender para outros países caso as forças armadas do país de origem já tenham adquirido os produtos, serviços ou sistemas em primeiro lugar.

No horizonte até 2030, a perspectiva de inovações disruptivas no setor de A&D é real, embora possivelmente em escala – e com impacto – bem menor do que, por

exemplo, no setor de TICs. Aeronaves comerciais fora da configuração-padrão – de fuselagem tubular sobre asas – poderão já estar em desenvolvimento, mas não em operação regular. O mesmo vale para aeronaves executivas supersônicas, assim como para o transporte de passageiros sem tripulação técnica (pilotos) a bordo. Na seara militar, armas de alta energia – tipo canhão de raios *laser* – deverão estar entrando em operação para a destruição de alvos de grande mobilidade, como satélites, aeronaves, *drones*, mísseis e obuses, cenário conhecido como “guerra nas estrelas”. A mencionada manufatura aditiva já deverá estar se alastrando cada vez mais dentro do setor. A futura regulamentação ampla dos usos dos *drones* também fará com que seus usos/aplicações atinjam escala hoje quase inimaginável, destacando-se o emprego na agricultura, vigilância aérea, gestão de grandes desastres, jornalismo etc.

7. Fatores emergentes relevantes

A eficiência energética não se constitui fator relevante para a indústria aeronáutica, na medida em que os principais insumos para a fabricação de uma aeronave – o alumínio de aviação e a fibra de carbono aeronáutica – não são produzidos no país, mas importados. Embora no processo de extração do óxido de alumínio da bauxita e sua transformação em alumínio sejam utilizadas grandes quantidades de carbono e eletricidade, isso ocorre em fábricas localizadas no exterior (Estados Unidos, Alemanha e França). Historicamente, o mercado de consumo doméstico dessa matéria-prima sempre foi pequeno. Aliado ao alto investimento necessário para sua produção com certificação aeronáutica, sua importação torna-se a única opção.

Em relação às emissões de gases poluentes da indústria aeronáutica, elas também não são relevantes. Trata-se de processos de fabricação que, diferentemente de outras indústrias (por exemplo, petroquímica, alimentos), não geram significativo impacto ambiental. A água também não se apresenta como fator relevante, uma vez que, ao contrário de outras indústrias e setores da economia (agroindustrial, sobretudo), sua utilização é restrita e basicamente voltada à refrigeração dos ambientes de trabalho e consumo dos trabalhadores. Ainda assim, a Embraer, em seu Plano Diretor de Sustentabilidade, tem como meta a redução em 4% no consumo *per capita* de água em relação ao ano-base de 2014.

Já a P&D, realizada no país em cooperação com ICTs, é fator extremamente relevante. Nos países centrais, é fundamental a cooperação entre a indústria aeronáutica (compreendendo toda sua cadeia produtiva) e diversos atores como as instituições de ensino e pesquisa (públicas e privadas), além de órgãos governamentais de apoio e

fomento no estudo, aprimoramento e inovação de tecnologias e processos produtivos. Pode ser mencionada a União Europeia, com os Framework Programmes for Research and Technological Development, que, desde a década de 1980, investiu mais de € 100 bilhões no financiamento a diversos programas – incluindo o setor da indústria aeronáutica – por meio da cooperação entre aqueles atores. Ou, ainda, podem-se mencionar as atividades de fomento e patrocínio da Nasa e da Darpa, nos EUA, a diversos projetos aeronáuticos com aplicações, respectivamente, civis e de defesa. São elas estudos e pesquisas propriamente ditos, encomendas tecnológicas,¹² produção de protótipos etc.

No que se refere à manufatura avançada, às vezes chamada de Quarta Revolução Industrial, não é considerada um fator de preocupação para o Brasil. Isso porque a indústria aeronáutica brasileira acompanha o desenvolvimento internacional, utilizando-se de técnicas e materiais conforme as melhores práticas nos países líderes do setor.

Já o perfil de qualificação da mão de obra é um fator de extrema relevância. Na formação de profissionais de nível superior para o setor, o país conta com várias instituições de ensino – ITA, USP-São Carlos, Universidade do Vale do Paraíba (Univap), UFMG e Universidade de Brasília (UnB). Entretanto, diversos fatores contribuem para que os graduados em engenharia aeronáutica não venham a trabalhar nessa indústria. A descontinuidade de programas ou políticas governamentais (postergação de compras governamentais de produtos de defesa, restrições orçamentárias, alteração de alíquotas de importação etc.) gera incertezas e quebras na continuidade da empregabilidade no setor. São exemplos as recentes demissões nas empresas Mectron, Opto Eletrônica, Orbital e, mesmo, Helibras, em virtude de adiamentos ou cancelamentos de projetos nas áreas espacial e de defesa. Ressalte-se que as primeiras gerações de profissionais que foram contemporâneos do início da indústria aeronáutica de porte global no Brasil (décadas de 1960-1970) já se aposentaram ou estão prestes a se aposentar, e o país precisa repor essa mão de obra. Por outro lado, existem a continuidade na formação dos profissionais nas empresas onde já trabalham e o esforço que essas empresas fazem para retê-los, cientes das dificuldades de encontrar substitutos. Essa é uma situação comum também para profissionais de nível médio, perfil no qual a maioria recebe formação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), que tem parceria tanto com o ITA quanto com a própria Embraer e outras empresas do setor.

Por outro lado, as relações com o setor de serviços são muito importantes, pois a indústria aeronáutica tem sua produção voltada diretamente para esse setor: o transporte de passageiros e cargas – regular e não regular –, a aviação geral e a aerodespor-

¹² Trata-se de processo por meio do qual uma agência governamental contrata ICTs ou mesmo empresas do setor de A&D para desenvolver determinada tecnologia; isso pode tomar a forma de um projeto, um protótipo, uma plataforma tecnológica etc.

tiva. Além disso, alimenta diversos empreendimentos de serviços, como as escolas de pilotagem, formação de mecânicos e comissários de bordo, empresas de manutenção de aeronaves, pulverização agrícola, transporte aeromédico, táxi aéreo, transporte *offshore* para plataformas de petróleo, serviços de resgate aéreo e combate a incêndio. Cabe ainda mencionar o suprimento rápido – em cadeias logísticas – de produtos de alto valor agregado (por exemplo, medicamentos) e em tempo hábil para atender às demandas da sociedade. Assim, o amplo financiamento público/privado de toda a cadeia produtiva da indústria aeronáutica (incluindo a compra e venda de seus produtos), além dos diversos serviços que ela propicia e alimenta, constitui-se, em última análise, em investimento no atendimento às necessidades da sociedade.

Decorre daí que as relações com o entorno e com a sociedade civil sejam extremamente relevantes. A convergência de propósitos entre empresas ou instituições como Embraer, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), Confederação Nacional da Indústria, Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil e o próprio governo, que é fonte de apoio institucional e financeiro, é fundamental para o fortalecimento e o desenvolvimento da indústria aeroespacial. Esta, por sua natureza e pelos produtos que fornece à sociedade, atua sempre na fronteira do conhecimento. Ao utilizar e aprimorar tecnologias, essa indústria reverte seus benefícios para o país, não só na autoconfiança de uma sociedade cada vez mais capacitada tecnologicamente, com potencial competitivo perante outras nações, como também na capacidade de assegurar a soberania sobre seu território: desde a Segunda Guerra Mundial, é consenso universal que a aviação, civil e militar, é elemento-chave para a integração e defesa de qualquer território.

A governança corporativa é outro fator importante. Na cadeia produtiva, a Embraer destaca-se como empresa que tem alto padrão de governança e que se traduz pela profissionalização de seus gestores, com o capital pulverizado entre os acionistas, ações transacionadas em Bolsas de Valores no Brasil e em Nova York, atuação nos cinco continentes, alta qualidade dos produtos etc. Todavia, na maior parte das demais empresas – essencialmente MPMEs –, por sua constituição e história com origem familiar e/ou por seu porte, verifica-se uma necessidade de melhoria quanto à governança. Instituições como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), o Senai, a incubadora de negócios do Parque Tecnológico em São José dos Campos e a própria Embraer têm empreendido esforços por meio de cursos, seminários e consultorias. Esses esforços são sempre no intuito de elevar e, em muitos casos, estabelecer um padrão de governança corporativa condizente com as melhores práticas consagradas do mercado, sem o que o potencial de crescimento dessas empresas não poderá se materializar.

8. Conclusões

O setor industrial de A&D caracteriza-se, em primeiro lugar, em todos os países onde é relevante, por ter uma natureza essencialmente de longo prazo. A segunda característica fundamental é sua ligação umbilical com os respectivos governos onde se estabelece, com liames que frequentemente são justificados como de interesse do Estado nacional, dados os rebatimentos nas áreas de defesa, alta tecnologia e, fator cada vez mais ressaltado, por gerar empregos de alta especialização e remuneração.

Nesse sentido, o presente trabalho apontou para o aparente desbalanceamento entre os segmentos de defesa e espacial *vis-à-vis* o de aeronáutica. Como os dois primeiros dependem primordialmente do estamento governamental e o terceiro foi bem-sucedido no mercado global das aeronaves comerciais, o Brasil acabou por se tornar caso praticamente sem paralelo no resto do mundo, onde fortes apoios governamentais costumam fomentar o segmento de defesa (e, até certo ponto, o espacial) para, por meio dele, chegar-se ao de aeronáutica civil.

Dessa forma, indica-se que, superadas as dificuldades fiscais do país deflagradas a partir da crise de 2015-2016, um esforço governamental devidamente balizado de incentivo ao setor deveria ser empreendido. A regularização das encomendas e compras governamentais e programas específicos de P,D&I são os instrumentos empregados pela maioria dos países, como visto.

Apontaram-se áreas em que o Brasil não apresenta deficiências marcantes, como a fabricação aeronáutica. Tecnologias e processos empregados no país parecem estar no mesmo nível de congêneres internacionais, até porque a própria Embraer já dispõe de unidades fabris no exterior e a Helibras é subsidiária da Airbus Helicopters. A rede de pesquisas ligando ICTs¹³ com a indústria também parece atingir um patamar de primeira linha.

Por outro lado, fontes de financiamento de longo prazo para P,D&I em montantes elevados ainda não estão no mesmo nível dos países centrais do setor, embora tenha havido avanços importantes no país, conforme apontado. Já a preocupação com recursos humanos devidamente formados e habilitados é constante e permanente, e não poderá jamais ser negligenciada. Trata-se de fator que iguala o Brasil com os demais países, com a possível exceção da China, onde o setor de A&D integra os sucessivos Planos Quinquenais desde 2011. Por fim, as deficiências de governança nas PMEs fornecedoras da cadeia produtiva nacional têm sido paulatinamente combatidas e há claramente a expectativa de aprimoramento a *contendo* em um prazo relativamente curto.

¹³ Universidades, centros de pesquisa, laboratórios de ensaios etc.

Em conclusão, ressalta-se que a visão mostrada no início do presente trabalho, dando conta do justo orgulho da sociedade brasileira com relação ao setor de A&D, tem fundamentos que permeiam décadas de desenvolvimento. Nesse período, houve instâncias em que pareceu que quase tudo estaria perdido, como em boa parte da década de 1990, quando a Embraer, por exemplo, quase fechou. E foi justamente a ação de diversos entes privados e governamentais – até mesmo o BNDES – que fez com que não houvesse solução de continuidade. Para que isso prossiga em bases sólidas nas décadas vindouras, este artigo aponta para o que hoje parecem ser os pontos relevantes, em uma tentativa de dar humilde contribuição a um dos segmentos de ponta do setor industrial brasileiro.

Referências

GÓES, F. BNDES e Embraer criam fundo para investir no setor aeroespacial. *Valor Econômico*, 7 maio 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/financas/3538660/bndes-e-embraer-criam-fundo-para-investir-no-setor-aeroespacial>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

MOUAWAD, J. Oversize expectations for the Airbus A380. *The New York Times*, 9 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2014/08/10/business/oversize-expectations-for-the-airbus-a380.html>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

NIOSI, J. R&D Support for aerospace industry – A study of eight countries and one region. *The Aerospace Review*, 13 jul. 2012. Disponível em: <[http://aerospacereview.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Niosi_-_support_programs_in_other_countries.pdf/\\$FILE/Niosi_-_support_programs_in_other_countries.pdf](http://aerospacereview.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Niosi_-_support_programs_in_other_countries.pdf/$FILE/Niosi_-_support_programs_in_other_countries.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2016.