

Panorama do mercado e da produção nacional de aeronaves leves

Sérgio Leite Schmitt Corrêa Filho
Luiz Felipe Hupsel Vaz
Fabiano Lemos Gamarano Penna
Bernardo Hauch Ribeiro de Castro*

Resumo

No Brasil, apenas 120 localidades são atendidas pela aviação comercial (transporte aéreo regular). A aviação geral – qualquer atividade de transporte aéreo, excetuando-se a aviação comercial e a aviação militar – atende a cerca de 3,5 mil localidades. Daí sua importância para a integração nacional, considerando-se a dimensão territorial do Brasil e sua carência de infraestrutura de transportes. Este artigo apresenta um panorama sobre o mercado mundial de aviões monomotores a pistão – os principais utilizados na aviação geral – e sobre os principais fabricantes nacionais dessas aeronaves. O desenvolvimento dessa indústria no país poderá reduzir o *deficit* na balança comercial no segmento, proporcionar a manutenção e o incremento de empregos com alta qualificação, fomentar a engenharia nacional mediante a concepção de projetos aeronáuticos nacionais e alavancar o aumento do produto interno bruto (PIB) e da renda do Brasil.

* Respectivamente, engenheiros do Departamento das Indústrias Metal-Mecânica e de Mobilidade da Área Industrial do BNDES, engenheiro do Departamento de Credenciamento de Fabricantes de Máquinas, Equipamentos e Sistemas da Área de Operações Indiretas do BNDES e gerente do Departamento das Indústrias Metal-Mecânica e de Mobilidade da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem os comentários a Antonio M. H. P. Ambrozio, isentando-o da responsabilidade por erros remanescentes.

Introdução

No Brasil, cerca de 3,5 mil localidades foram atendidas pela aviação geral em 2014, enquanto apenas aproximadamente 120 delas, ou seja, menos de 4%, dispõem de transporte aéreo regular (SAC, 2014). Considerando a dimensão territorial do Brasil e a indisponibilidade de infraestrutura que viabilize a eficaz integração do país via outros meios de transporte – marítimo/fluvial, ferroviário ou rodoviário –, percebe-se que o papel da aviação geral é relevante nesse aspecto. Além de proporcionar acesso rápido a localidades remotas, notadamente em regiões menos povoadas, como a Amazônia e as áreas de fronteira agrícola do Centro-Oeste, a aviação geral promove o desenvolvimento econômico regional, na medida em que dinamiza as viagens de negócios de empresários e executivos que necessitam cumprir agendas de trabalho em cidades não atendidas pelo transporte aéreo regular.

A aviação geral abrange todas as atividades aéreas não caracterizadas como transporte aéreo regular (aviação comercial), transporte aéreo fretado (voos *charter*) e aviação militar.¹ Essas atividades compreendem a aviação executiva, voos de busca e salvamento, voos de treinamento, voos recreativos, aerolevanteamento, transporte aeromédico e uma extensa gama de outras atividades que complementam o sistema de transporte aéreo.

De acordo com informações da General Aviation Manufacturers Association (GAMA), 255 mil empregados trabalharam integral ou parcialmente nas empresas de aviação geral, nos Estados Unidos da América (EUA), em 2013 (PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2015). Se incluídos os impactos indiretos e induzidos, a aviação geral, no total, foi responsável pela manutenção e geração de 1,1 milhão de empregos, além de uma demanda de US\$ 219 bilhões. A aviação geral também gerou US\$ 69 bilhões em salários e rendas relativas a trabalho e contribuiu com US\$ 109 bilhões no PIB dos EUA. Cada emprego direto na aviação geral contribuía com 3,3 empregos gerados em outros setores da economia.

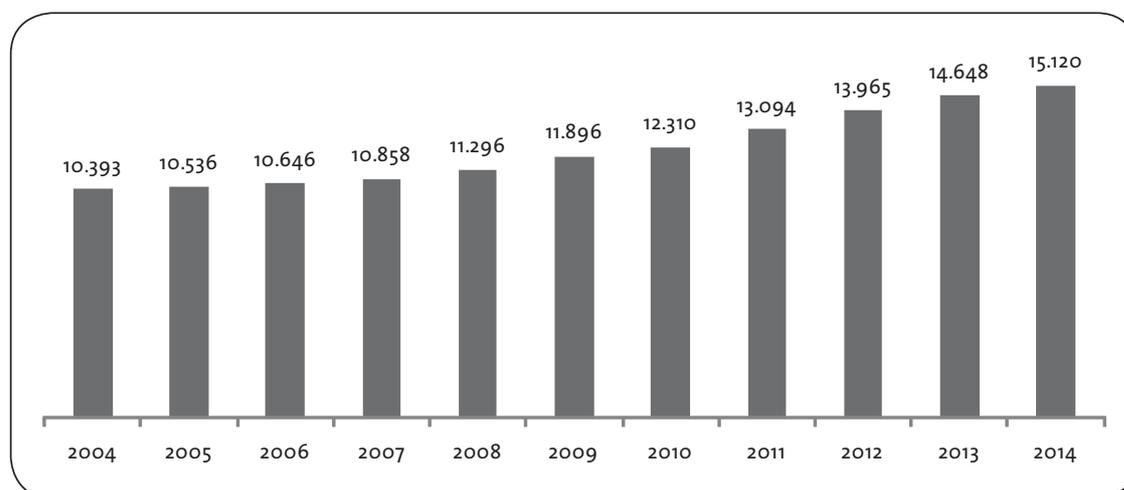
No Brasil, estima-se que o valor adicionado bruto das atividades da aviação geral em 2013 tenha sido de aproximadamente R\$ 12,5 bilhões.

¹ De acordo com a International Aircraft Owners and Pilots Association (IAOPA), da qual participam cerca de 470 mil pilotos, de 468 países diferentes.

As atividades do segmento empregavam diretamente cerca de 24,2 mil pessoas que, no total, perceberam salários e vencimentos em torno de R\$4,2 bilhões. Ressalta-se que tais números referem-se apenas às atividades diretamente relacionadas à aviação geral (produção de aeronaves e componentes, operação e manutenção da frota). Entretanto, ao se utilizar o modelo insumo-produto para estimar o impacto da demanda e renda da aviação geral sobre outras atividades econômicas, com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), concluiu-se que, para cada R\$ 1 demandado pela aviação geral, R\$ 3,71 são adicionados à economia brasileira (IBGE, 2005). Quanto aos salários, para cada R\$ 1 obtido, R\$ 2,45 são direcionados aos demais setores econômicos. E, ainda, para cada emprego gerado na aviação geral, outros oito são necessários nos demais setores para manutenção das atividades desse segmento (ABAG, 2014).

Conforme Associação Brasileira de Aviação Geral (Abag), a frota nacional que atende à aviação geral apresentou significativo crescimento a partir desse período (ABAG, 2015), conforme exposto no Gráfico 1. Pode-se notar que, em uma década, a frota cresceu cerca de 45%.

Gráfico 1 | Frota brasileira de aeronaves da aviação geral, 2004-2014



Fonte: Adaptado de Abag (2015).

Em 2014, essa frota contava com 15,1 mil aeronaves, em sua maioria monomotoras a pistão (L1P), totalizando mais de US\$ 12 bilhões em ativos, conforme informam as tabelas 1 e 2.

Tabela 1 | Composição da frota brasileira de aviação geral por tipo de aeronave (quantidade)

Tipo de aeronave	Definição	Aeronaves em 2013	Market share 2013 (%)	Aeronaves em 2014	Market share 2014 (%)
L1P	Avião com um motor pistão	8.307	56,71	8.522	56,34
L2P	Avião com dois motores pistão	2.312	15,78	2.372	15,69
H1T	Helicóptero com um motor turboélice	844	5,76	886	5,86
L2J	Avião com dois motores turbojato	756	5,16	801	5,30
L2T	Avião com dois motores turboélice	769	5,25	772	5,11
H1P	Helicóptero com um motor pistão	691	4,72	726	4,80
H2T	Helicóptero com dois motores turboélice	525	3,58	538	3,56
L1T	Avião com um motor turboélice	386	2,64	438	2,90
A1P	Anfíbio com um motor pistão	19	0,13	24	0,16
L3J	Avião com três motores turbojato	20	0,14	23	0,15
S1P	Hidroavião com um motor pistão	7	0,05	7	0,05
A1T	Anfíbio com um motor turboélice	7	0,05	7	0,05
A2P	Anfíbio com dois motores pistão	2	0,01	2	0,01
A4P	Anfíbio com quatro motores pistão	1	0,01	1	0,01
Sem indicação		2	0,01	1	0,01
Total		14.648	100,00	15.120	100,00

Fonte: Adaptado de Abag (2015).

Tabela 2 | Composição da frota brasileira de aviação geral por tipo de aeronave (valor)

Tipo de aeronave	Definição	2013 US\$ milhões	Market share 2013 (%)	2014 US\$ milhões	Market share 2014 (%)
L2J	Avião com dois motores turbojato	4.270,9	34,52	4.409,0	34,58
H2T	Helicóptero com dois motores turboélice	2.785,4	22,51	2.741,2	21,50
L1P	Avião com um motor pistão	1.173,3	9,49	1.211,0	9,50
H1T	Helicóptero com um motor turboélice	1.114,1	9,01	1.199,4	9,41
L2T	Avião com dois motores turboélice	1.066,8	8,63	1.055,7	8,28
L2P	Avião com dois motores pistão	864,0	6,99	894,0	7,01
L3J	Avião com três motores turbojato	509,3	4,12	579,0	4,54
L1T	Avião com um motor turboélice	385,4	3,12	449,6	3,53
H1P	Helicóptero com um motor pistão	180,4	1,46	191,0	1,50
A1T	Anfíbio com um motor turboélice	9,5	0,08	9,1	0,07
A1P	Anfíbio com um motor pistão	7,0	0,06	8,3	0,07
S1P	Hidroavião com um motor pistão	1,5	0,01	1,5	0,01
A2P	Anfíbio com dois motores pistão	0,2	0,00	0,2	0,00
Total		12.367,8	100,00	12.749,0	100,00

Fonte: Adaptado de Abag (2015).

Cabe salientar que a frota descrita corresponde somente às aeronaves com certificação de tipo, ou seja, aquelas cujo projeto foi homologado pelas autoridades aeronáuticas dos países nos quais são fabricadas e também nos países onde são efetuados os registros dessas aeronaves. Considerando-se apenas a frota de monomotores certificados, o Brasil possui atualmente a terceira maior frota de monomotores a pistão do mundo, atrás apenas dos EUA e do Canadá (GAMA, 2015).

A maioria das aeronaves utilizadas na aviação geral é composta por aviões monomotores a pistão tanto no Brasil quanto no resto do mundo. Esses aviões podem ter ou não certificação de tipo.² Os aviões que não contam com certificação de tipo, caracterizados como experimentais, ou de construção amadora, são utilizados para atividades de recreação e lazer – por pilotos amadores – e não podem ser empregados em atividades remuneradas.

No Brasil, assim como no resto do mundo, tem havido considerável aumento no número de pilotos amadores (aqueles que voam sua própria aeronave). No país, a maioria dos pilotos amadores utiliza aeronaves da categoria ultraleve.³

O Brasil iniciou a montagem final mais sistemática de aeronaves ultraleves no fim da década de 1980. Nos anos 2000, ganhou força a montagem de aviões mais pesados, quando o Departamento de Aviação Civil (DAC) – autoridade aeronáutica à época – permitiu que fabricantes nacionais inserissem no mercado nacional aeronaves experimentais⁴ maiores e mais pesadas, montadas com conjuntos de construção amadora (*kits*) importados, no mercado nacional. Tais aeronaves tinham boa aceitação

² Certificação de tipo (*type certificate*, em inglês) é um documento emitido pela autoridade aeronáutica competente, atestando que determinada aeronave foi submetida a testes e ensaios de certificação (destrutivos e não destrutivos, em solo e em voo), tendo atingido os requisitos de segurança em voo (aeronegabilidade). A aeronave amparada por um certificado de tipo não pode ser modificada, a não ser pela realização de novos testes, que comprovem que tais modificações não comprometem os requisitos de segurança.

³ De acordo com o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 103A, seção 103.3: “Ultraleve significa uma aeronave muito leve experimental tripulada, usada ou que se pretenda usar exclusivamente em operações aéreas privadas, principalmente desporto e recreio, durante o horário diurno, em condições visuais, com capacidade para 2 (dois) ocupantes no máximo e com as seguintes características adicionais: (1) Monomotor, com motor convencional (a explosão) e propulsado por uma única hélice; (2) Peso máximo de decolagem igual ou inferior a 750 kgf; e (3) Velocidade calibrada de estol (CAS), sem motor, na configuração de pouso (V_{SO}) igual ou inferior a 45 nós” (ANAC, 2016a).

⁴ Segundo o Código Brasileiro de Aeronáutica: “Considera-se aeronave experimental a aeronave fabricada ou montada por construtor amador, permitindo-se na sua construção o emprego de materiais ainda não homologados, desde que não seja comprometida a segurança de voo” (BRASIL, 1986).

do público, em virtude de seus custos menores de aquisição, operação e manutenção, quando comparadas às aeronaves certificadas importadas já montadas, o que favoreceu o crescimento da frota nacional. Os avanços permitiram que pilotos de ultraleves primários migrassem para aeronaves com desempenho muito superior sem o devido treinamento, expondo-os a riscos de acidentes e potencializando a interferência no tráfego aéreo comercial (LANZA, 2014b).

A preocupação com as questões de segurança de voo decorrentes do aumento do número de pilotos amadores e da frota de aeronaves de pequeno porte experimentais motivou o início dos estudos para a implantação da categoria Light Sport Aircraft (LSA) pela autoridade aeronáutica norte-americana Federal Aviation Administration (FAA), já na primeira metade dos anos 2000 (LANZA, 2014a). Em 2004, foi implementada a categoria LSA pela FAA, sendo posteriormente adotada pela European Aviation Safety Agency (EASA) e pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) em 2011, com prazo de transição até dezembro de 2016.

Nota-se que o mercado brasileiro de aeronaves leves, esportivas e recreativas apresenta uma grande oportunidade de estudo. A frota nacional vem crescendo ao longo dos anos de forma consistente, o segmento é de elevado valor agregado, a mão de obra envolvida é altamente qualificada e há uma nova regulamentação que exigirá adaptações dos fabricantes locais. O presente trabalho busca, portanto, investigar o mercado brasileiro de aeronaves leves monomotoras a pistão (L1P, A1P e S1P) e suas perspectivas.

O segmento de aeronaves leves

Regulamentação: a categoria LSA e o iBR2020

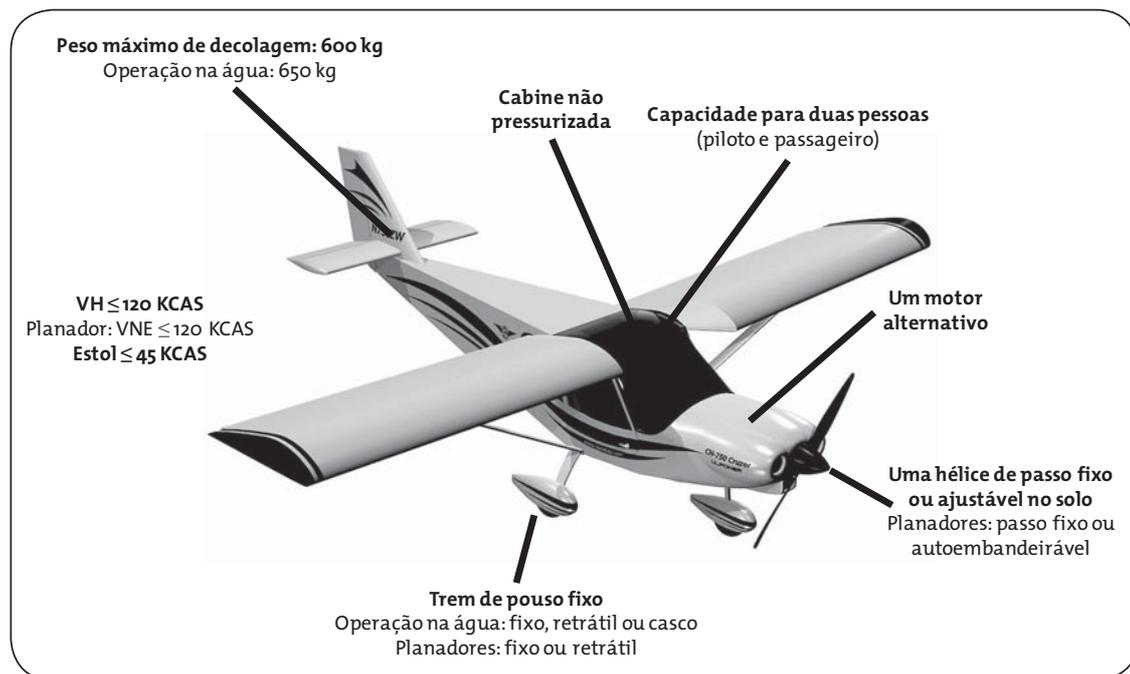
Até a criação da categoria LSA no Brasil, denominada Aeronave Leve Esportiva (ALE), as aeronaves leves eram simplesmente designadas ultraleves. A nova regulamentação, contudo, estabelece critérios para classificação das ALE, assim como a transição a ser exigida dos fabricantes nacionais rumo a uma aviação de tipo certificado.

De acordo com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 1, ALE é uma aeronave (ANAC, 2011), excluindo helicóptero ou aeronave

cuja sustentação dependa diretamente da potência do motor (*powered-lift*), que, desde sua certificação original, tem continuamente cumprido com as seguintes características (Figura 1):

- i. Peso máximo de decolagem menor ou igual a:
 - a. 600 kg para aeronave a ser operada a partir do solo apenas; ou
 - b. 650 kg para aeronave a ser operada a partir da água.
- ii. Velocidade máxima em voo nivelado com potência máxima contínua (VH) menor ou igual a 120 *knots callibrated air speed* (KCAS),⁵ sob condições atmosféricas padrão ao nível do mar.
- iii. Velocidade nunca exceder (VNE) menor ou igual a 120 KCAS para um planador.
- iv. Velocidade de estol (ou velocidade mínima em voo estabilizado), sem o uso de dispositivos de hiper-sustentação (VS1), menor ou igual a 45 KCAS no peso máximo de decolagem certificado e centro de gravidade mais crítico.
- v. Assentos para não mais do que duas pessoas, incluindo o piloto.
- vi. Apenas um motor alternativo, caso a aeronave seja motorizada.
- vii. Uma hélice de passo fixo, ou ajustável no solo, caso a aeronave seja motorizada, mas não seja um motoplanador.
- viii. Uma hélice de passo fixo ou embandeirável, caso a aeronave seja um motoplanador.
- ix. Um sistema de rotor de passo fixo, semirrígido, tipo gangorra, de duas pás, caso a aeronave seja um girocóptero.
- x. Uma cabine não pressurizada, caso a aeronave tenha uma cabine.
- xi. Trem de pouso fixo, exceto para aeronave a ser operada a partir da água ou planador.
- xii. Trem de pouso fixo ou retrátil, ou um casco, para aeronave a ser operada a partir da água.
- xiii. Trem de pouso fixo ou retrátil, para planador.

⁵ KCAS: medida de velocidade em nós, em relação ao ar, corrigida. Um nó equivale a 1,852 km/h; 120 KCAS equivalem a 222 km/h.

Figura 1 | Principais características de uma ALE

Fonte: Elaboração própria.

Para a aeronave ser certificada como ALE, deve ter sido projetada, ensaiada e aprovada de acordo com normas consensuais emitidas pela American Society for Testing and Materials (ASTM), aplicáveis à categoria ALE. Embora não sejam normas elaboradas por uma autoridade aeronáutica, são aceitas praticamente em todo o mundo, configurando-se uma base legal para a produção e comercialização seriada desse tipo de aeronave. O processo de certificação, ao utilizar essas normas, permite que o fabricante, depois de projetar, construir protótipos, efetuar testes/ensaios requeridos e colocar em prática a produção com o atendimento a todos os requisitos cabíveis, emita o Manufacturer Statement of Compliance (MSoC). Trata-se de uma espécie de declaração de conformidade, mas sem necessidade de se submeter à aprovação da autoridade aeronáutica. Tal procedimento tem sido aceito desde a década passada nos EUA, o que permitiu a vários fabricantes economizar tempo e dinheiro, evitando os onerosos trâmites de uma certificação-padrão aeronáutica. Com base nesses procedimentos, vários fabricantes norte-americanos, europeus e brasileiros já vêm entregando seus produtos nos EUA e no resto do mundo (LANZA, 2014a).

Contudo, a FAA constatou que grande parte dos fabricantes não havia conseguido demonstrar satisfatoriamente o cumprimento das normas da

ASTM. Foi feita uma reavaliação dos critérios da legislação dos EUA em 2012. Desde então, foi implementado um novo modelo de certificação que envolve uma série de auditorias mais severas antes da aceitação do MSoC. No caso de fabricantes de outros países, a FAA conta com o auxílio da autoridade aeronáutica do país do fabricante. No caso brasileiro, essa entidade é a Anac (LANZA, 2014a).

Existem dois tipos de ALE: ALE especial e ALE experimental. A ALE especial (ou S-LSA em inglês) é a aeronave entregue ao operador totalmente pronta, já configurada. Nos EUA, esta pode ser utilizada para algumas atividades remuneradas, tais como aluguel para operação por piloto com licença de piloto esportivo, reboque de planadores, instrução de voo em escolas de aviação, voos panorâmicos etc. A manutenção dessas aeronaves deve ser executada sempre por oficinas homologadas ou mecânicos autônomos habilitados. Além disso, qualquer modificação nas aeronaves deve ser aprovada pelo fabricante e pela autoridade aeronáutica⁶ (LANZA, 2014a).

A ALE experimental é uma aeronave construída por amador, por especialista contratado, ou pela própria empresa fabricante do *kit*. Neste último caso, o *kit* é oriundo do projeto da ALE especial, com a vantagem de não se aplicar a regra da maior porção,⁷ ou seja, o fabricante pode entregá-lo pronto ou praticamente pronto ao construtor/proprietário, deixando para este decidir a forma como será feito o acabamento e a instalação de equipamentos, desde que essas tarefas estejam previstas no manual de construção da aeronave. Para que a comercialização do *kit* seja aprovada, o fabricante deverá ter pelo menos uma aeronave do modelo aprovado como ALE especial (LANZA, 2014b). Ou seja, um fabricante de ALE especial poderá vender aeronaves experimentais a seus clientes, sem que estes tenham de cumprir a regra da maior porção, desde que o modelo da aeronave seja aquele já reconhecido como ALE especial pela Anac.

A Anac iniciou a implantação da categoria ALE no Brasil em junho de 2011 e foi concedido aos fabricantes um prazo de transição para se adaptarem às novas normas. As regras de transição permitiram que as empresas que fabricavam aeronaves de peso máximo de decolagem (PMD) entre 600 kg e 750 kg pudessem entregá-las até dezembro de 2014 e as de PMD acima de

⁶ A Anac está por definir precisamente todas as atividades remuneradas passíveis de execução pelas ALE especiais, quando publicar o novo RBAC 91.

⁷ De acordo com o RBAC 21, parágrafo 21.191 (g), nas aeronaves de construção amadora (experimentais), o construtor ou proprietário da aeronave deve cumprir, ele próprio, mais de 50% das etapas de fabricação, para que seja emitido um certificado de autorização de voo experimental.

750 kg até junho de 2014, sem cumprir a regra da maior porção. A partir de 2015, qualquer aeronave cujo PMD seja maior do que 600 kg será tratada como aeronave de construção amadora, a não ser que seja homologada definitivamente com base no RBAC 23,⁸ devendo ser operada por pilotos com carteira de piloto privado, no mínimo. Para as aeronaves que já cumpriam os critérios de enquadramento como ALE, e que já vinham sendo produzidas no Brasil no início do período de transição (projeto e construção nacional ou importadas com mais de 50% da construção no Brasil), foi concedido prazo de entrega até dezembro de 2016. Depois desse prazo, a empresa fabricante deverá comprovar o cumprimento pleno dos requisitos de projeto, fabricação e qualidade previstos nas normas ASTM e dos requisitos do RBAC 21 com a documentação pertinente, além de ter sido aprovada nas auditorias da Anac (e do FAA, no caso de exportação para os EUA). As aeronaves ALE importadas prontas, representadas no Brasil por empresas brasileiras, não estão incluídas na extensão mencionada para os fabricantes nacionais, devendo cumprir as normas para certificação no Brasil (LANZA, 2014a).

Contudo, os fabricantes nacionais tiveram dificuldades em atender às condições estipuladas no cronograma de transição estabelecido com base na implantação da categoria ALE. Em 4 de novembro de 2014, por meio da Resolução 345/2014, a Anac lançou o programa iBR2020 (ANAC, 2014), que objetiva estimular os fabricantes a desenvolver atividades visando à certificação de uma aeronave de projeto próprio, concomitante à implantação de um sistema de qualidade nos moldes da ISO 9001.

As empresas que aderirem ao iBR2020, como contrapartida, poderão continuar com a montagem das aeronaves que já integram seus portfólios e com a comercialização dessas aeronaves experimentais, sem observar a regra da maior porção,⁹ desde que cumpram as metas estabelecidas no iBR2020 nos prazos estipulados.

É importante notar que as aeronaves do segmento ALE e aquelas abrangidas pelo iBR2020 são diferentes. As últimas, referenciadas pela Anac como aeronaves de pequeno porte, são um pouco maiores e mais pesadas que as

⁸ O RBAC 23 estabelece requisitos de aeronavegabilidade para a concessão de certificados de tipo para aviões categoria normal, utilidade, acrobática e transporte regional.

⁹ Para que o proprietário da aeronave seja dispensado de cumprir mais de 50% das etapas de fabricação, o fabricante deverá: (i) fornecer ao proprietário o manual de operação da aeronave; (ii) submeter o proprietário a treinamento teórico e prático da aeronave; e (iii) fornecer ao proprietário um manual de integração técnica a respeito da sua fabricação e, pelo menos, uma visita orientada à fábrica, como forma de manter o caráter educativo da construção amadora.

primeiras. Os fabricantes que aderirem ao iBR2020 deverão apresentar modelos de aeronaves que satisfaçam às seguintes características:

- i. avião monomotor a pistão;
- ii. PMD entre 751 kgf e 1.750 kgf;
- iii. velocidade de estol (V_{SO}) menor ou igual a 61 nós;
- iv. capacidade de ocupação de dois a cinco lugares, incluindo o piloto; e
- v. cabine não pressurizada.

As aeronaves participantes do programa serão aquelas candidatas à obtenção de certificação de tipo até o fim do programa, assim como as que o fabricante pretende manter produzindo sem a certificação, durante a vigência do iBR2020. Todas as aeronaves participantes devem ter as características mencionadas.

O programa iBR2020 pode ser dividido em duas fases. Na primeira, o participante comprovará a realização de ensaios estruturais (como resistência estrutural da asa, resistência do berço do motor, cargas das superfícies de controle), ensaios em voo (funcionamento correto do sistema de combustível, instalação do motor, características básicas de decolagem e pouso, velocidade de estol, qualidade de voo, estabilidade estática e dinâmica, entre outros) e a adoção, pela empresa, de sistema de gestão da qualidade (controle de projeto, controle de materiais, gestão organizacional, certificação ISO 9001 nos processos citados). Para a comprovação da realização dessa fase, o participante poderá utilizar o projeto de aeronave já fabricada pela empresa com base em um conjunto ou projeto próprio, ou o projeto da aeronave a ser utilizada para requerer a certificação de tipo. As tarefas dessa fase devem ser cumpridas até 2017. Na segunda fase, o participante deverá requerer a certificação de tipo de seu projeto de aeronave, a ser obtida até o fim de 2020.

Deve ocorrer até o fim de 2016, portanto concomitantemente ao desenrolar do iBR2020, a remodelação do Federal Aviation Regulation 23 (FAR 23)¹⁰ – ou de seu espelho RBAC 23 –, que disciplinará os critérios a serem utilizados para certificação das aeronaves de categorias normal,

¹⁰ São regras estabelecidas pela autoridade aeronáutica norte-americana, FAA, determinando normas de aeronavegabilidade a serem observadas pelas aeronaves de pequeno porte (categorias normal, utilidade, acrobática e transporte regional). Todas as normas FAR fazem parte do chamado Title 14 of the Code of Federal Regulations (CFR). Por isso, o FAR 23 também é conhecido por “14 CFR Part 23”.

utilidade, acrobática e transporte regional, como as candidatas a receberem certificação de tipo durante o iBR2020.

A expectativa é que o novo FAR 23 estabeleça requisitos por categorias de aeronaves, levando-se em conta o peso máximo de decolagem, o número de ocupantes, o tipo de operação e assim por diante, e redefina métodos de cumprimento desses requisitos. Espera-se também a adoção de metodologia regulatória similar à do LSA, determinada pela ASTM. Com isso, a certificação de tipo de uma aeronave deverá ser mais fácil e consumirá menos recursos dos fabricantes, criando um círculo virtuoso para a indústria nacional, por meio do qual os fabricantes terão estímulo para investir na melhoria de seus produtos e os proprietários compradores das novas aeronaves terão acesso a produtos tecnologicamente avançados e que proporcionarão maior segurança de voo. Ademais, a obtenção de certificação de tipo no âmbito da FAR 23 amplia as oportunidades de acesso ao mercado externo para os fabricantes nacionais, pois se trata de uma norma internacionalmente aceita pelos países e respectivas autoridades aeronáuticas.

Mercado externo

A análise do mercado externo se baseou em informações disponibilizadas pela General Aviation Manufacturers Association (GAMA) e pela Light Sport Aircraft Manufacturers Association (LAMA).

O mercado em questão é o de aviões monomotores a pistão no mundo. Inicialmente, cabe observar a dificuldade de precisar o tamanho desse mercado, em virtude de questões regulatórias de cada país, pois nem todos realizam o registro de aviões monomotores a pistão sem certificação de tipo em suas respectivas autoridades aeronáuticas. Muitas vezes, esse registro é feito em outros organismos voltados à aviação esportiva ou recreativa. Assim, a análise de mercado será subdividida em aviões monomotores a pistão certificados e não certificados. Nessa última categoria, incluem-se os experimentais e as ALE especiais e experimentais.

A Tabela 3 estima a frota total de aviões monomotores com certificação de tipo nas regiões com aviação geral mais desenvolvida. GAMA (2015), fonte primária dessas informações, utilizou os dados divulgados pelas autoridades aeronáuticas das respectivas regiões nas quais as aeronaves são registradas. Claramente, a estimativa – cerca de 193,8 mil aeronaves – é um limite inferior para a frota total existente, pois foram considerados apenas os países mais relevantes ou cujas estatísticas estavam disponíveis mais facilmente.

Tabela 3 | Frota global de aviões monomotores com certificação de tipo

Região de registro	Frota	%
EUA	126.036	65,0
Canadá*	21.219	11,0
Brasil	8.522	4,4
Reino Unido* ^a	6.158	3,2
Austrália* ^b	5.900	3,0
Alemanha*	5.470	2,8
México*	4.876	2,5
África do Sul	2.893	1,5
Suécia* ^a	1.596	0,8
Nova Zelândia*	1.375	0,7
França* ^c	1.303	0,7
Espanha*	1.265	0,7
Suíça*	1.140	0,6
Polônia*	815	0,4
China* ^a	794	0,4
Bélgica*	699	0,4
Áustria*	560	0,3
Dinamarca*	501	0,3
Japão* ^d	540	0,3
Holanda*	406	0,2
Finlândia*	298	0,2
Portugal*	254	0,1
Eslováquia*	232	0,1
Lituânia*	186	0,1
Irlanda*	146	0,1
Sérvia*	132	0,1
Luxemburgo*	128	0,1
Letônia	122	0,1
Ilha de Man*	53	0,0
Estônia*	50	0,0
Chipre*	38	0,0
Malta*	27	0,0
Cingapura*	17	0,0
Montenegro*	13	0,0
Total estimado	193.765	100,0

Fonte: GAMA (2015).

* Dados estimados, com base nas informações disponíveis da frota da Aviação Geral da região de registro, exceto EUA, Brasil, África do Sul, Japão e Letônia.

^a Informação de 2013.

^b Informação de 2010.

^c Informação de 2011.

^d Informação de 2006.

Pode-se ver a predominância do mercado norte-americano, representando mais da metade da frota das demais regiões de registro listadas. Também se nota a importância relativa do Brasil, com a terceira maior frota de monomotores a pistão certificados.

Cabe destacar que, quando não disponíveis, as estatísticas de frota de monomotores a pistão dos países foram estimadas de acordo com o percentual observado, nos últimos dez anos, do número de monomotores a pistão entregues em relação ao número total de aviões a pistão entregues (mono e multimotores), somado ao número de aviões a turboélice (mono e multimotores) entregues, como mostra a Tabela 4.

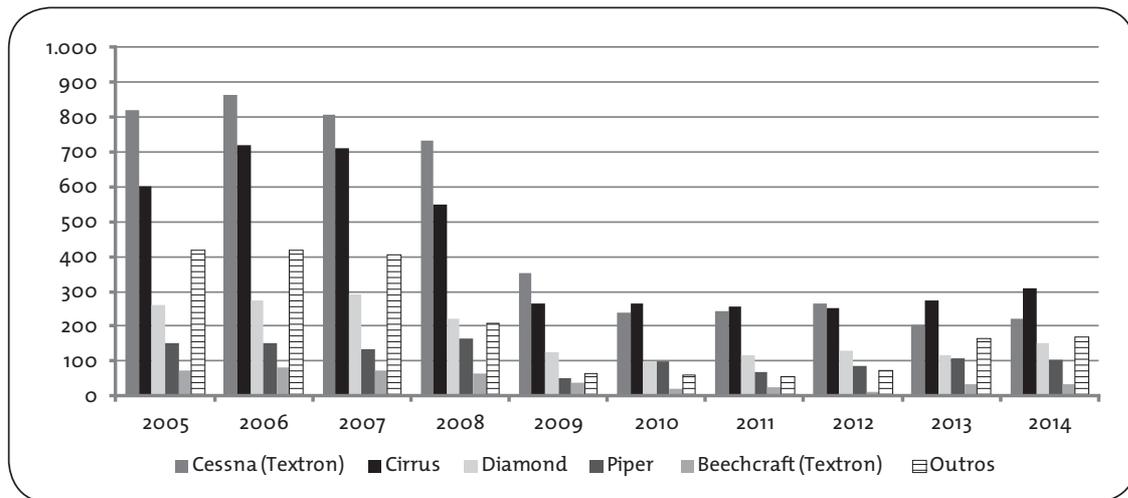
Tabela 4 | Entregas de aviões a pistão e a turboélice, 2005-2014

Ano	Monomotores pistão	Multimotores pistão	Monomotores turboélice	Multimotores turboélice	Total pistão + turboélice
2005	2.326	139	247	128	2.840
2006	2.513	242	253	159	3.167
2007	2.417	258	287	178	3.140
2008	1.943	176	336	202	2.657
2009	893	70	303	143	1.409
2010	781	108	267	101	1.257
2011	761	137	420	106	1.424
2012	817	91	490	94	1.492
2013	908	122	508	137	1.675
2014	986	143	474	129	1.732
Total	14.345	1.486	3.585	1.377	20.793

Fonte: GAMA (2015).

As principais empresas fabricantes estão apresentadas no Gráfico 2, que indica o número de entregas de aeronaves ocorridas nos últimos dez anos, em todo o mundo, para os principais fabricantes. Todas as empresas são sediadas nos EUA e juntas foram responsáveis por mais de 85% das entregas globais de aviões monomotores a pistão com certificação de tipo nesse período. Destaque-se que a Cirrus, que passou a liderar o mercado em 2010, foi adquirida em 2011 pela empresa chinesa China Aviation Industry General Aircraft (CAIGA), controlada pela Aviation Industry Corporation of China (AVIC).

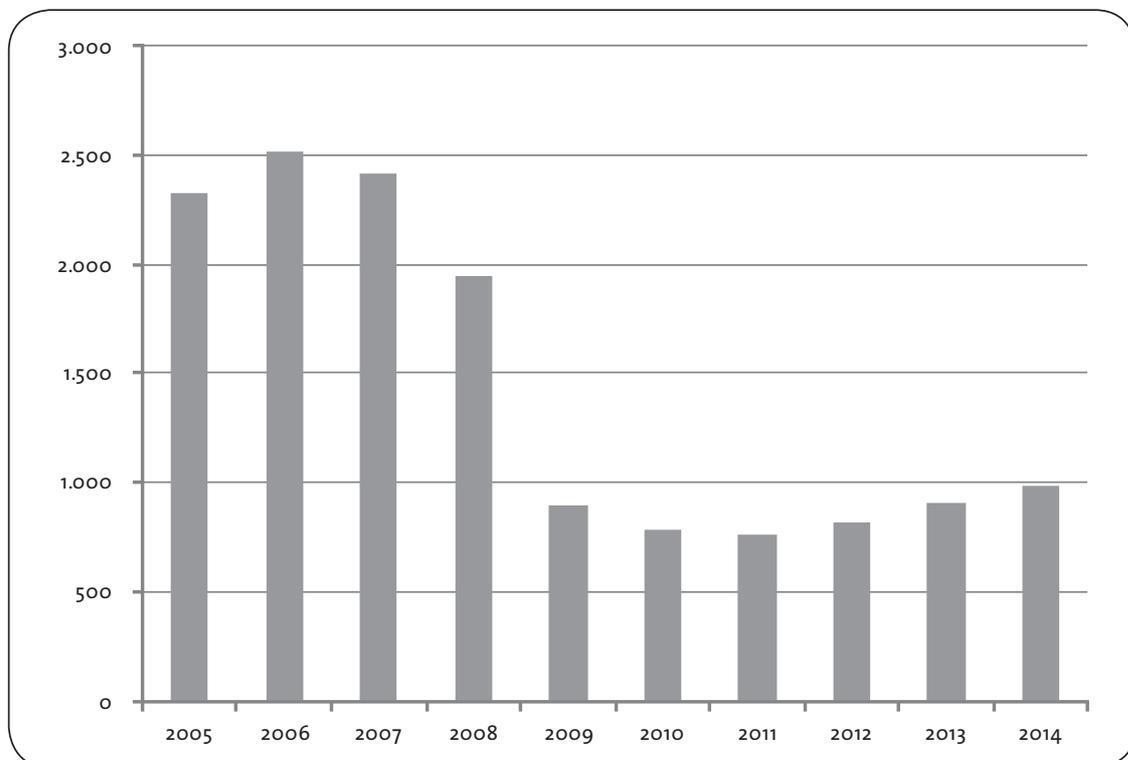
Gráfico 2 | Principais fabricantes de monomotores a pistão certificados (unidades entregues)



Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2015).

No Gráfico 3, observa-se que o mercado foi duramente afetado pela crise financeira de 2009, tendo o número de entregas anuais de aeronaves caído do patamar de cerca de duas mil, antes da crise, para cerca de mil, nos anos subsequentes até 2014.

Gráfico 3 | Entregas globais anuais de monomotores a pistão certificados



Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2015).

Em contraste com o decréscimo nas entregas de aeronaves com certificação de tipo, a aviação esportiva e recreativa vivenciou o crescimento da frota de aeronaves experimentais, competitivas em qualidade e preço com as aeronaves com certificação de tipo, além de apresentarem custo de operação e manutenção mais baixos. Esse processo se acentuou com o surgimento da categoria ALE, que ampliou as possibilidades de utilização remunerada das aeronaves para treinamento e aluguel (JOHNSON, 2015a).¹¹

A Tabela 5 ilustra o processo descrito no parágrafo anterior para os EUA. Pode-se observar a significativa redução da frota de monomotores a pistão com certificação de tipo ao longo dos anos e o crescimento contínuo das aeronaves experimentais e ALE. Destaca-se que a estimativa da FAA para os próximos dez anos é de que a frota de monomotores a pistão certificados decresça à taxa de 0,7% ao ano, ao passo que a frota de experimentais e a de ALE especiais devem aumentar a taxas de 1,5% ao ano e 5,6% ao ano, respectivamente (FAA, 2015).

Tabela 5 | Frota de monomotores a pistão certificados, ALE e experimentais, 2005-2014

Ano	Monomotores FAR 23	Experimentais	ALE*
2005	148.101	23.627	170
2006	145.036	23.047	1.273
2007	147.569	23.228	6.066
2008	145.497	23.364	6.811
2009	140.649	24.419	6.547
2010	139.519	24.784	6.528
2011	136.895	24.275	6.645
2012	128.847	26.715	2.001
2013	124.398	24.918	2.056
2014	126.036	26.191	2.231

Fonte: FAA (2015).

* A partir de 2012, a FAA passou a considerar na categoria ALE somente as ALE especiais. As ALE experimentais passaram a integrar o grupo “Experimentais”.

De acordo com a LAMA,¹² a frota mundial de aeronaves monomotoras esportivas e recreativas de asa fixa é em torno de cinquenta mil unidades

¹¹ Somente para as ALE especiais, nos EUA. No Brasil, ainda não foi regulamentada a utilização das ALE.

¹² ALAMA é atualmente presidida por Dan Johnson, norte-americano entusiasta da aviação esportiva e recreativa e editor responsável pelo *site* ByDanJohnson.com, que divulga várias informações sobre esse segmento.

(JOHNSON, 2015a). Essa cifra inclui cerca de oito mil aeronaves categoria ALE (experimentais e especiais) nos EUA (JOHNSON, 2014a), somadas a frotas estimadas de aeronaves de diferentes categorias existentes de outros países (*microlights*, *ultralights* e *very light aircraft*, de países europeus; *recreational aircraft*, da Austrália; *ultralight aeroplanes*, do Canadá; aeronaves ultraleves, do Brasil etc.), que também podem ser caracterizadas como monomotores esportivos e recreativos de asa fixa. Embora essa frota seja menor que a de monomotores com certificação de tipo, indica tendência de crescimento, ao contrário das aeronaves com certificação de tipo, conforme visto anteriormente. Outro dado interessante é que a frota norte-americana não é tão representativa, correspondendo a aproximadamente 16% da frota global.

Com relação aos principais atores fabricantes de aeronaves esportivas e recreativas, não há estatísticas confiáveis em termos mundiais que permitam uma comparação. Apenas para o mercado norte-americano de ALE, a LAMA divulga informações periódicas de frota. Com base nessas informações, a Tabela 6 mostra os principais fabricantes de ALE especiais, considerando-se o número de aeronaves entregues até 2014 (JOHNSON, 2015b).

Somando-se ao total de 2.786 ALE especiais entregues até 2014 as 797 aeronaves montadas com *kits* produzidos pelos fabricantes de ALE especiais e ainda cerca de 4,5 mil aeronaves ultraleves que haviam sido registradas na FAA como ALE experimentais em anos anteriores, chega-se ao total de pouco mais de oito mil aeronaves da categoria ALE registradas nos EUA.

Tabela 6 | Principais fabricantes de ALE especiais nos EUA

	Empresa	País de origem	Aeronaves entregues até 2014
1	Flight Design	Alemanha	372
2	CubCrafters	EUA	326
3	Cessna	EUA	271
4	Czech Sport Aircraft	República Tcheca	210
5	American Legend	EUA	198
6	Tecnam	Itália	169
7	Remos	Alemanha	117
8	Jabiru	Austrália	108
9	Evektor	República Tcheca	97
10	Aeropro	Eslováquia	94

(Continua)

(Continuação)

	Empresa	País de origem	Aeronaves entregues até 2014
11	TL Ultralight	República Tcheca	77
12	LSA America	República Tcheca	52
13	Van's Aircraft*	EUA	50
14	Rans	EUA	42
15	Pipistrel**	Eslovênia	32
16	Aeroprakt	Ucrânia	31
17	ICP	Itália	30
18	Arion Aircraft	EUA	24
19	Magnaghi	Itália	24
20	Progressive Aerodyne	EUA	24
-	Demais fabricantes	-	438
-	Total ALE especiais	-	2.786

Fonte: Light Sport Aircraft Manufacturers Association (LAMA).

Nota: CubCrafters, Cessna, American Legend, LSA America, Van's Aircraft, Rans, Arion Aircraft e Progressive Aerodyne têm fábrica nos EUA. Jabiru e Aeroprakt têm apenas montagem final nos EUA.

* Produziu ainda 314 *kits* para montagem das aeronaves.

** Fabricou também 38 *kits* para montagem das aeronaves.

Conforme se pode observar na Tabela 6, o mercado de ALE nos EUA tem grande presença de fabricantes estrangeiros, com cerca de metade das entregas acumuladas de ALE especiais até 2014. Destacam-se os fabricantes europeus – alemães, tchecos, italianos, eslovacos, eslovenos e ucranianos. O porte econômico da maioria dos fabricantes é pequeno ou médio, ao contrário do mercado de monomotores a pistão com certificação de tipo, liderado por grandes empresas. A LAMA estima que, de forma conservadora, a categoria ALE, fora dos EUA, represente uma demanda igual à do mercado doméstico norte-americano, em entregas anuais de aeronaves (JOHNSON, 2014b). Isso significa um mercado de aproximadamente 360 aeronaves/ano, considerando-se o total comercializado nos últimos dez anos de ALE especiais e experimentais – montadas a partir de *kits* produzidos pelos fabricantes de ALE especiais. Como visto, esse mercado está em franca ascensão, ao contrário do mercado de monomotores certificados, que já atingiu sua maturidade.

Diante do exposto, aparentemente existem boas oportunidades para fabricantes brasileiros no mercado externo, sobretudo no segmento de ALE. Nesse segmento, as barreiras à entrada são menores, do ponto de vista de

exigências técnicas e financeiras para certificação de produtos, visto que o atendimento às normas ASTM é bem mais acessível do que a atual FAR 23, aplicável aos monomotores a pistão com certificação de tipo. Como as normas ASTM são aceitas internacionalmente, sua observância pelos fabricantes significa o acesso ao mercado internacional.

Cabe observar que, conforme mencionado, a FAR 23 passa por alteração que deverá simplificar o processo de certificação de tipo para as aeronaves leves, reduzindo o custo do desenvolvimento de novos projetos de aeronaves, o que pode beneficiar também os fabricantes brasileiros. Embora tenham porte econômico menor do que os líderes da aviação geral, sua inserção em nichos específicos, combinando qualidade e preço adequados, pode ser viável, a longo prazo. A certificação das aeronaves de acordo com a nova FAR 23 abre oportunidades no mercado externo, uma vez que a certificação da Anac é reconhecida pelas principais autoridades aeronáuticas internacionais, inclusive a FAA e a EASA.

Até o momento, quatro fabricantes brasileiros obtiveram a aprovação do FAA para ingressar na categoria ALE especial nos EUA: Airmax Construções Aeronáuticas¹³ (SeaMax – aeronave anfíbia de dois assentos), Paradise Indústria Aeronáutica (P1 – monomotor de asa alta de dois assentos), Flyer Indústria Aeronáutica (SS Flyer ou Kolb Flyer, como é mais conhecido comercialmente – monomotor de asa alta de dois assentos) e Scoda Aeronáutica (Super Petrel LS – aeronave anfíbia de dois assentos) (JOHNSON, 2015c).

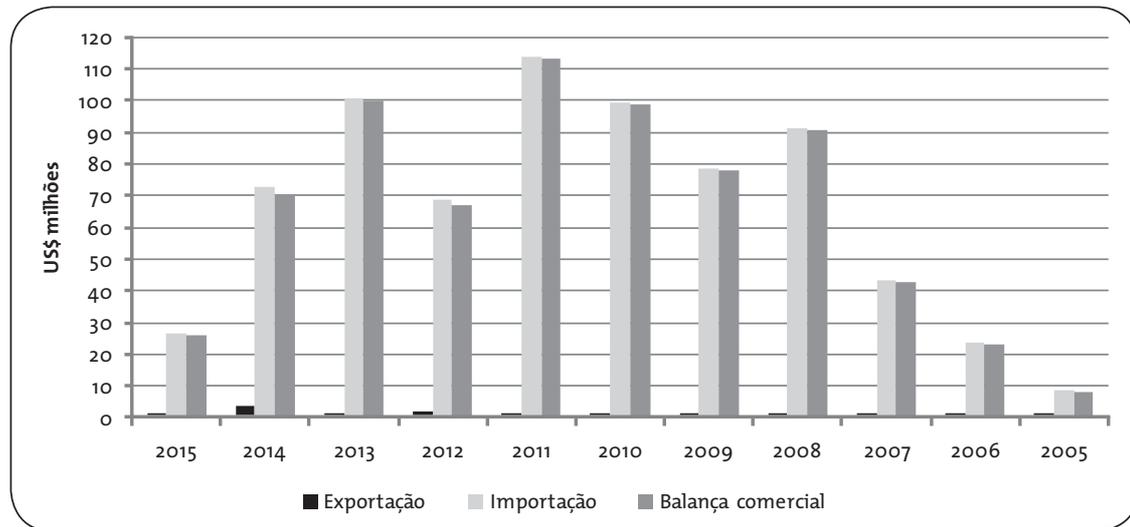
Outros fabricantes nacionais têm potencial de inserção nesse mercado. Suas principais dificuldades são a melhoria de capacitação de pessoal e de processos fabris visando obter certificação, no padrão ASTM, para suas aeronaves novas, assim como estruturação da empresa para exportar, o que inclui preparação de equipe comercial, estabelecimento de representantes comerciais no exterior, prestação de serviços de pós-venda no exterior e, ainda, obtenção de crédito para financiar suas vendas externas. Tais dificuldades são acentuadas pelo fato de serem empresas de pequeno e médio portes.

Por fim, cabe registrar que o segmento de aviões monomotores a pistão apresenta *deficits* recorrentes na balança comercial brasileira, conforme se verifica no Gráfico 4, obtido com base em informações do Sistema Aliceweb,

¹³ A Airmax Construções Aeronáuticas Ltda. tem o nome fantasia “Seamax” e conta com uma unidade fabril em São João da Boa Vista (SP).

do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.¹⁴ As exportações, em todo o período de 2005 a 2015, são inferiores a US\$ 1 milhão/ano, à exceção dos anos 2012 e 2014, enquanto as importações apresentaram valor médio de US\$ 66 milhões/ano, atingindo pico de US\$ 113 milhões em 2011.

Gráfico 4 | *Deficit no segmento de aviões monomotores a pistão, 2005-nov. 2015*



Fonte: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – Sistema Aliceweb.

Isso significa que uma política de fomento aos fabricantes nacionais de aeronaves leves pode proporcionar impactos benéficos na geração de divisas e na substituição de importações, a longo prazo.

Mercado brasileiro

Os dados existentes sobre o mercado nacional de aeronaves leves são escassos. Não há informações detalhadas e confiáveis acerca da produção e venda dessas aeronaves no Brasil. Para tentar suprir essa deficiência, buscou-se trabalhar com as informações divulgadas pela Anac referentes às aeronaves inscritas no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB).¹⁵ Embora exista uma defasagem entre o momento da venda da aeronave e seu respectivo registro no RAB, assumiu-se que o número de registros de aeronaves

¹⁴ A consulta ao Aliceweb foi feita para a NCM 88022010, que abrange “aviões e outros veículos aéreos, a hélice, de peso não superior a 2.000 kg, vazios”, o que compreende, além de aviões monomotores a pistão, girocópteros, ultraleves, paramotores, veículos aéreos não tripulados e até aviões com mais de um motor a pistão. Acredita-se que a maior parcela dos valores registrados se refira a aviões monomotores a pistão.

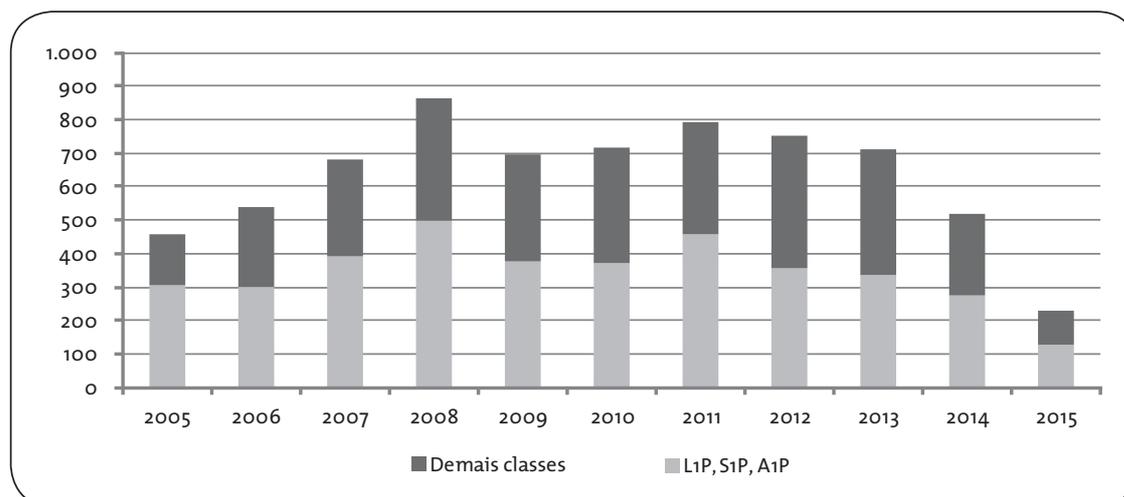
¹⁵ Disponíveis em: <<http://www2.anac.gov.br/rab/arquivos/baseDadosRab.xlsx>>. Acesso em: dez. 2015. Cabe observar que essa base de dados não está padronizada e pode conter pequenos erros de registro, assim como não informa se determinada aeronave está em condições de voo ou não.

novas no RAB, por ano de fabricação, seria uma estimativa razoável do mercado doméstico de aeronaves novas, no respectivo ano de fabricação.

O RAB é uma grande base de dados com informações diversas sobre a frota nacional. É possível obter as aeronaves, por exemplo, por classe de motor, categoria de utilização, fabricantes, modelos, número de assentos e ano de fabricação.

O Gráfico 5 permite notar a relevância das classes de aeronaves monomotoras (L1P, S1P, A1P) na frota nacional. Apesar de certa oscilação em termos absolutos, o número de aeronaves monomotoras registradas responde por mais de 50% do total de aeronaves registradas. De fato, nos 11 anos da série mais recente disponível, as aeronaves monomotoras responderam, em média, por 55% das aeronaves registradas anualmente.

Gráfico 5 | Aeronaves registradas no RAB por ano de fabricação, 2005-nov. 2015

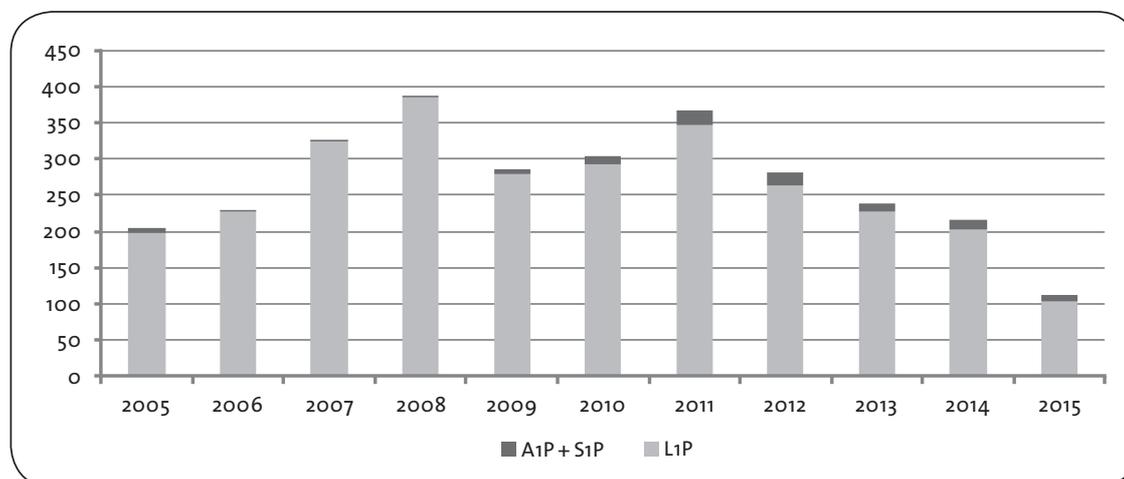


Fonte: Elaboração própria, com base em Anac (2016b).

Contudo, nem todas as aeronaves monomotoras se encaixam nos critérios da regulamentação ALE e do iBR2020, foco deste artigo. É necessário fazer um recorte pelo número de assentos, dado disponível no RAB. O Gráfico 6 ilustra a quantidade de aeronaves registradas cujo ano de fabricação está compreendido entre 2005 e 2015 e que atendem aos critérios de classificação ALE ou iBR2020. Nota-se um predomínio da classe L1P (avião monomotor a pistão). De fato, as aeronaves aptas a operar na água são pouco representativas na produção total: o RAB aponta apenas um hidroavião (S1P) em sua base. O restante é todo composto por aeronaves anfíbias (A1P). Por esse motivo, optou-se por agregar tais dados ao Gráfico 6.

As aeronaves agrícolas não se adequam aos critérios de ALE nem do iBR2020, portanto não foram consideradas nesse levantamento.

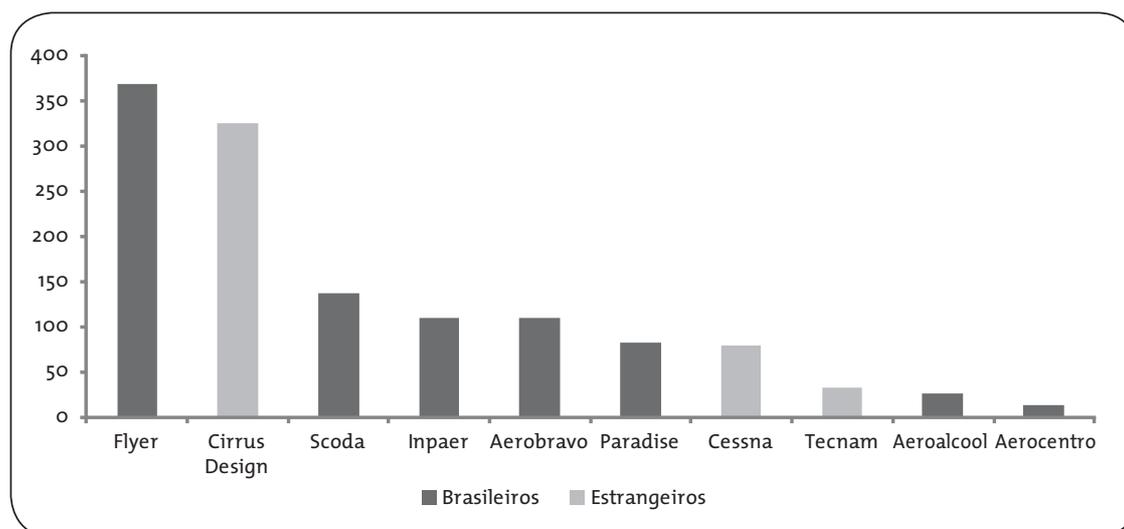
Gráfico 6 | Registro de aeronaves leves no RAB que cumprem requisitos ALE e iBR2020, 2005-nov. 2015



Fonte: Elaboração própria, com base em Anac (2016b).

Das aeronaves registradas, a relevância de empresas de capital nacional é grande. Sete das dez maiores fabricantes listadas no RAB são brasileiras (Gráfico 7). Essas empresas nacionais atuam fabricando aeronaves próprias ou montando *kits* importados de outras empresas.

Gráfico 7 | Dez maiores fabricantes com aeronaves registradas no RAB, 2005-nov. 2015



Fonte: Anac (2016b).

Nota: Considera apenas aeronaves sujeitas às regulamentações ALE e iBR2020. Considera apenas fabricantes que permanecem em atividade.

O Gráfico 8 permite ter uma visão mais detalhada dessa divisão de atuação. É possível notar os principais modelos de aeronaves produzidas localmente, importadas prontas, montadas a partir de *kits* importados, fabricadas nacionalmente e montadas a partir de *kits* nacionais. Primeiramente, observa-se que o mercado de *kits* é bastante relevante no país. De fato, a aeronave de maior representatividade no RAB é a RV-10, da americana Van's Aircrafts, justamente importada na forma de *kit* e montada no país (Gráfico 8). O mesmo vale para os RV-9 e RV-7 (ambos da Van's).¹⁶ De acordo com a regulamentação do Programa iBR2020, a Flyer, ou outro fabricante nacional que monte essas aeronaves com *kits*, só poderá fazê-lo até 2020, desde que o fabricante se mantenha elegível à participação no programa. Caso o fabricante perca, ainda que temporariamente, a elegibilidade à participação no Programa iBR2020, ficará impedido de entregar aeronaves montadas com *kits*, enquanto perdurar sua inelegibilidade.

Também se nota a relevância das aeronaves fabricadas localmente: P1 (pela Paradise), Conquest 180 e Excel Cargo (pela Inpaer), Super Petrel e Dynamic WT9 (pela Scoda), Bravo 700 (pela Aerobravo), Pelican 500BR¹⁷ e Kolb Flyer (pela Flyer).

Os modelos SR22 e SR20, fabricados pela Cirrus, têm certificação de tipo com base na FAR 23.

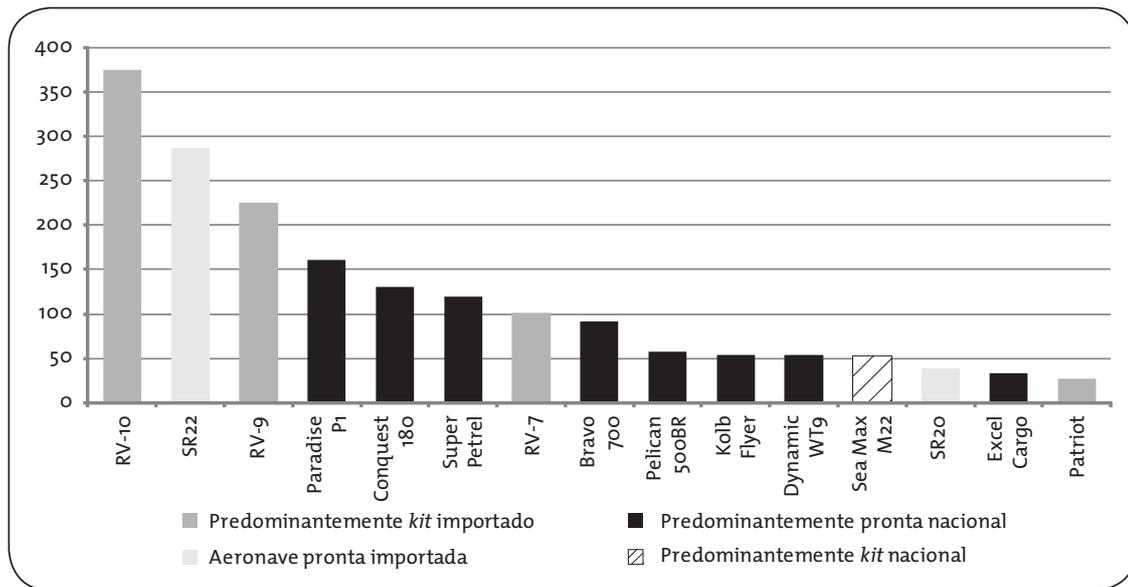
O modelo Paradise P1 tem uma nova versão (PING) com aprovação da FAA para utilização na categoria ALE especial nos EUA, assim como o Super Petrel, o Kolb Flyer, o Dynamic WT9 e o Sea Max M22.

Outros modelos, como o Conquest 180 e o Bravo 700, estão sendo reconfigurados para atingir os padrões de certificação de acordo com normas consensuais ASTM, podendo ser classificados como ALE especial tanto no Brasil como em outros mercados, como o norte-americano.

A tendência é que a fabricação nacional de modelos experimentais que não atendam aos critérios das ALE especiais, como os RV-7, 9 e 10 e alguns modelos experimentais nacionais, seja descontinuada a partir de 2020, ou até antes, por exigências regulatórias, conforme mencionado anteriormente.

¹⁶ A Van's tem classificação S-LSA (ALE especial) pelo FAA apenas para o modelo RV-12. Os modelos RV-10, RV-9 e RV-7 não são considerados ALE especial nos EUA.

¹⁷ A aeronave saiu de linha em 2009.

Gráfico 8 | Quinze modelos mais registrados no Brasil, 2005-nov. 2015

Fonte: Elaboração própria, com base em Anac (2016b).

Nota: Considera apenas aeronaves sujeitas às regulamentações ALE e iBR2020.

A aeronave foi considerada predominantemente *kit* se mais de 50% dos registros do RAB foram montados nesse formato. O mesmo raciocínio foi usado para as aeronaves entregues prontas.

É nítido o potencial de reconfiguração de mercado que as novas regulamentações podem trazer. As empresas instaladas no país precisam adaptar seu processo produtivo, rever materiais, criar novos projetos e certificá-los. Trata-se, portanto, de um momento particularmente interessante para estudar a indústria. Contudo, como a disponibilidade de informações é limitada, optou-se por uma pesquisa de campo com os principais fabricantes nacionais.

Metodologia

Apesar de bastante promissor, o mercado de aeronaves leves é pouco estudado. Portanto, além do levantamento bibliográfico feito nas seções anteriores, foi realizada uma pesquisa de campo com cinco empresas brasileiras do segmento, além de uma entrevista com um especialista de mercado e sócio de uma firma do setor. O período de coleta de dados ocorreu entre abril de 2015 e outubro de 2015.

Por ser um segmento pouco estudado, optou-se por uma abordagem exploratória e técnica qualitativa, conforme recomendado na literatura (CRESWELL, 2008; MERRIAM, 2009). A coleta de dados ocorreu por

meio de entrevistas presenciais, com roteiro semiestruturado.¹⁸ O roteiro teve como objetivos entender as etapas de desenvolvimento e produção realizadas no Brasil por cada empresa, o processo de adaptação para cumprir com a nova regulamentação e novos projetos.

A amostra foi selecionada de acordo com a participação das empresas brasileiras na fabricação de novas aeronaves (gráficos 7 e 8). Foram visitadas as cinco empresas nacionais de maior participação no mercado: Flyer, Scoda, Inpaer, Aerobravo e Paradise. A Tabela 7 sintetiza as participantes da pesquisa.

O especialista entrevistado foi James R. Waterhouse, professor de engenharia aeronáutica da Universidade de São Paulo (USP) – São Carlos e sócio da Aeroalcool. O objetivo dessa entrevista foi obter um panorama do mercado nacional e entender a oferta local de matérias-primas e insumos, para produção de aeronaves no país.

Tabela 7 | Pesquisa de campo: empresas visitadas

	Aerobravo	Flyer	Inpaer	Paradise	Scoda
Ano de fundação	1993	1983	2002	2001	1997
Localização	Belo Horizonte (MG)	Sumaré (SP)	São João da Boa Vista (SP)	Feira de Santana (BA)	Ipeúna (SP)
N. de funcionários	20	105	105	55	90
Área do hangar (m²)	1.000	7.000	5.000	7.000	4.500
Capacidade de fabricação (n. de aeronaves/ano)	30	120	60	100	50
N. de aeronaves já entregues	300	2.225	230	340	500

Fonte: Elaboração própria.

Resultados e discussão

A presente seção contém os principais resultados da pesquisa de campo. Primeiramente, é apresentada a estrutura da oferta no Brasil, com as informações obtidas durante as visitas. A seguir, discute-se a disponibilidade de matérias-primas e insumos para fabricação de aeronaves no país.

¹⁸ Um roteiro semiestruturado consiste em perguntas predeterminadas, mas de respostas abertas.

Estrutura da oferta no Brasil

Aerobravo

A Aerobravo Indústria Aeronáutica foi fundada há mais de vinte anos, em 1993. A empresa fabrica pequenas aeronaves, na forma de *kit* ou prontas para voo, além de comercializar peças de reposição e realizar serviços de manutenção. Atualmente, a empresa opera em um hangar de 1.000 m², localizado no Aeroporto Carlos Prates, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, que conta com uma pista asfaltada de 900 m de extensão.

Duas aeronaves fabricadas pela empresa merecem destaque: a Amazon e a Bravo 700 (Figura 2). Ambas são fabricadas em alumínio, uma vez que há maior facilidade no Brasil para manutenções e reparos desse material. Adicionalmente, o processo de construção é mais simples, além de existir maior oferta de ferramentais e mão de obra especializada no mercado.

A aeronave Amazon é um pequeno monomotor de asa alta que obedece às normas ASTM determinadas para a construção de um LSA. Sua estrutura é composta por asas, fuselagem, empenagem e superfícies de comando em alumínio aeronáutico 6061-T6; e sua célula de sobrevivência é construída em aço cromo-molibdênio 4130N.

A Bravo 700 é uma aeronave experimental da categoria ultraleve avançado de dois lugares, monomotora, asa alta, com projeto inspirado no avião Zenair CH-701 STOL. Conta com estrutura monocoque toda em alumínio aeronáutico com célula de sobrevivência em aço cromo-molibdênio, certificados segundo as normas ASTM.

Figura 2 | Aeronaves da Aerobravo

Figura 2A | Amazon



Figura 2B | Bravo 700



Fonte: Portal da Aerobravo.

Flyer

Fundada em 1983, a Flyer Indústria Aeronáutica é referência no mercado brasileiro de aeronaves experimentais e ultraleves. A empresa havia entregado 2.225 aeronaves até julho de 2015, que estão voando em diversos países. Seus principais modelos são RV-9, RV-7 e RV-10, montados com *kits* importados, e o Kolb Flyer SS, aeronave desenvolvida em parceria com a americana Kolb Aircraft.

Os *kits* RV são fabricados pela norte-americana Van's Aircraft, fundada em 1973. A série RV é muito bem-sucedida, já tendo mais de oito mil *kits* montados no mundo. No portfólio, desde o RV-3 até o RV-14, constam aeronaves de alumínio, asa baixa e fuselagem monocoque. Os *kits* são importados e montados no Brasil pela Flyer.

Já a aeronave Kolb Flyer Super Sport é uma aeronave leve esportiva, desenvolvida e produzida pela americana Kolb Aircraft, em parceria com a Flyer (Figura 3). No Brasil, a fabricação é nacional, exceto a motorização, a instrumentação e os aviônicos. Nos EUA, o *kit* para montagem vem do Brasil e a integração final é feita na planta da Kolb, em Kentucky. Trata-se de uma aeronave de categoria ultraleve triciclo certificada LSA no mercado americano, de bequilha comandável, com dois assentos lado a lado. A estrutura é em fibra de carbono, pesando 385 kg, com asas altas, empenagem e superfícies de comando em alumínio aeronáutico 6061-T6 e 2024-T3, tanques de combustível incorporados ao bordo de ataque das asas e interconectados entre si.

Figura 3 | Aeronave da Flyer (Kolb Flyer SS)

Fonte: Portal da Flyer.

Inpaer

A Indústria Paulista de Aeronaves (Inpaer) foi fundada em agosto de 2002, com a produção em série da aeronave Conquest 160. Logo em seguida, em 2003, melhorias foram incorporadas ao projeto, com destaque para uma nova asa, semitrapezoidal, com afilamento do meio para a ponta. Tais avanços resultaram em uma nova aeronave, que culminou em um novo projeto: o Conquest 180. Em 2007, quando já contava com mais de 85 unidades comercializadas, a empresa lançou uma nova aeronave com capacidade para três ocupantes, a Excel. A empresa ocupava, até então, um hangar de 2.500 m² no Aeroporto Estadual Campo dos Amarais em Campinas (SP).

No período de 2012 a 2014, a empresa passou por uma reestruturação, que incluiu um aporte de capital, realizado por novos sócios, e uma mudança em sua gestão. Com o montante, a Inpaer construiu uma nova planta, com capacidade para produzir até trinta aeronaves por mês, em um hangar de 5.000 m². O novo local é adjacente ao Aeroporto de São João da Boa Vista (SP), que conta com uma pista de 1.500 m de extensão, maior do que as duas pistas do Aeroporto Santos Dumont (RJ), por exemplo.

O investimento também foi aplicado na área de desenvolvimento, automação da fábrica e contratação de profissionais qualificados. Dentre as inovações e modernizações de processos de fabricação, destacam-se a implantação de um centro de usinagem, de uma cabine de pintura e da gestão da produção com base em *lean manufacturing*. A iniciativa objetiva oferecer um atendimento de acordo com o padrão da aviação homologada e cumprir com os requisitos do Programa iBR2020, no qual a Inpaer está inscrita.

Desde o início de suas atividades, a Inpaer produziu 230 aviões. A empresa desenvolve, projeta, fabrica e comercializa suas aeronaves, contando com mais de cem funcionários. Das aeronaves da empresa, três merecem destaque (Figura 4). A Excel é uma aeronave da categoria experimental, triciclo, bequilha comandável, para três ocupantes, manche do tipo “yoke”, fuselagem em material composto (fibra de vidro) com célula de sobrevivência em aço inox, asa alta, dois tanques de combustível nas asas mais um tanque de glissagem e suporte para paraquedas balístico.

O New Conquest é derivado do Conquest 180, monomotor de categoria leve esportiva. Tem configuração asa alta, dois lugares e estrutura em alumínio aeronáutico. Trata-se do primeiro produto da Inpaer desde que a empresa foi reestruturada com a entrada de investidores externos. A nova geração do avião recebeu melhorias no desenho que o deixaram com formato mais aerodinâmico e na instrumentação, predominantemente digital.

A empresa tem, ainda, mais uma aeronave de pequeno porte em fase final de desenvolvimento: o EZY-300A. Trata-se de uma aeronave de quatro lugares, estrutura em alumínio aeronáutico e configuração asa alta. O EZY-300A está sendo desenvolvido para cumprir com as novas diretrizes nacionais e internacionais (novo FAR 23) e se tornar a primeira aeronave certificada da Inpaer.

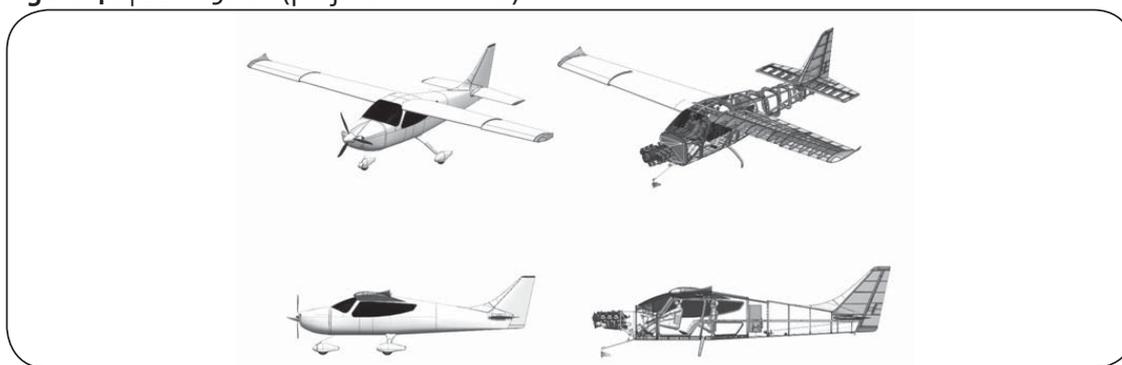
Figura 4 | Aeronaves da Inpaer

Figura 4A | Excel



Figura 4B | New Conquest



Figura 4C | EZY – 300A (projeto conceitual)

Fonte: Portal da Inpaer.

Paradise

A Paradise Indústria Aeronáutica foi fundada em 2001, no aeroclube da Ilha de Itaparica (BA). À época, a empresa fabricava a aeronave Paradise P1. Contudo, com o tempo, o local se tornou incompatível com o crescimento da empresa. Havia dificuldades no processo produtivo, podendo levar até seis meses para a produção de uma aeronave; na ampliação da fábrica, em virtude de restrições de espaço; e em questões logísticas, especialmente no recebimento de insumos.

Em 2007, depois de um aporte financeiro, a empresa se transferiu para Feira de Santana (BA), ao lado do Aeroporto João Durval Carneiro. Uma das principais motivações para a escolha desse local foi a proximidade com o porto de Salvador, e a consequente facilitação da logística da empresa. A fábrica passou a operar em um terreno de 63.000 m², com 7.000 m² de área coberta e capacidade para fabricação de cinquenta aeronaves por ano, além da realização de serviços de manutenção.

Ainda em 2007, a empresa recebeu a qualificação da aeronave Paradise P1 na categoria LSA pela FAA. Isso permitiu que a aeronave pudesse ser vendida nos EUA para escolas de pilotagem e utilizada para os fins comerciais previstos para a categoria nos EUA. O Paradise P1, que segue as normas de fabricação ASTM, também obteve certificação na Austrália e na África do Sul.

A Paradise é a única das principais empresas do setor que está localizada fora do grande mercado do Sudeste. Isso implica algumas dificuldades quanto ao acesso a mão de obra qualificada, fornecedores especializados e proximidade com o maior mercado do país. Em Feira de Santana (BA), a empresa conta com mão de obra egressa dos cursos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e do Centro de Educação Tecnológica

do Estado da Bahia (Ceteb). Atualmente, a empresa conta com cerca de sessenta funcionários.

Cabe ressaltar que todas as suas aeronaves são fruto de projeto próprio, criados, desenvolvidos e aperfeiçoados pela própria empresa. Aliado a isso, com exceção de motor, pneus e eletroeletrônicos, a empresa é bem verticalizada. Em sua fábrica, conta com áreas destinadas a usinagem, chapeamento, corte, dobra, montagem, capotaria, elétrica, pintura e mecânica.

Até o fim de 2012, a empresa já havia vendido cerca de 240 aeronaves no mercado interno, além de outras vinte que foram exportadas para EUA e Austrália. Em janeiro de 2015, a Paradise inaugurou sua nova fábrica nos EUA e, como resultado de processos de exportação, detém aeronaves voando na América do Norte, África, Ásia e Oceania.

Atualmente, a empresa produz quatro modelos diferentes: P1, P2-S, P4 e Eagle (Figura 5). O Paradise P1 é uma aeronave tipo ultraleve avançado com dois assentos, asa alta, revestimento em alumínio aeronáutico, estrutura tubular em aço molibdênio, equipado com freio hidráulico a disco independente, trem de pouso triciclo comandável e trim com acionamento mecânico.

O P2-S surgiu da necessidade de mais velocidade ao P1. Trata-se de uma aeronave tipo ultraleve avançado com dois assentos, motorização diferenciada, revestimento em alumínio aeronáutico, estrutura tubular em aço molibdênio, equipado com freio hidráulico a disco independente, trem de pouso triciclo comandável, console central com disposição de manetes, trim com acionamento mecânico e *flap* elétrico.

Já o Paradise P4 é um ultraleve avançado com quatro assentos. Tem revestimento em alumínio aeronáutico, estrutura tubular em aço molibdênio, equipado com freio hidráulico a disco independente, trem de pouso triciclo comandável, trim com acionamento mecânico e *flap* elétrico.

Por fim, o Paradise Eagle é o único modelo asa baixa. Seu projeto teve por base o Sport Cruiser, desenvolvido na República Tcheca. No avião nacional, a bequilha é comandável, a fim de facilitar o taxiamento da aeronave. Um dos maiores desafios do projeto nacional foi o desenvolvimento de um forno que pudesse moldar o *canopy*. Em formato de bolha, sem emendas ou arco, tal circunferência deve ser uniforme e precisa. Para isso, a técnica consiste em posicionar o acrílico em um aro instalado sobre um aquecedor ligado a uma bomba a vácuo. Dessa forma, a fábrica se tornou independente de fornecedores externos.

Figura 5 | Aeronaves Paradise

Figura 5A | P1



Figura 5B | P2-S



Figura 5C | P4



Figura 5D | Eagle



Fonte: Portal da Paradise.

Scoda

Fundada como Edra Aeronáutica em 1997, a empresa atua nos segmentos de produção de aeronaves e formação de pilotos.¹⁹ Localizada na cidade de Ipeúna (SP), em uma área de 100.000 m², a empresa dispõe de uma frota de dez helicópteros Schweizer S-300, de um simulador Unidade de Treinamento de Escape de Plataforma Submersa (Utepas) e de um aeródromo próprio, com dimensões de 500 m x 20 m, registrado para operação diurna.

O quadro de mão de obra da empresa é composto por aproximadamente cem profissionais entre engenheiros, mecânicos, pilotos e administradores. Desse total, trinta atuam no treinamento e formação de pilotos, vinte em suporte técnico e manutenção e cinquenta no projeto e fabricação de aeronaves. Em 2014, já eram mais de 450 aeronaves comercializadas. Desse total, 60% voam no Brasil e os outros 40% estão distribuídos em 23 países.

Diferentemente das demais empresas, a Scoda fabrica suas aeronaves utilizando predominantemente compósitos. Esse tipo de material resulta em componentes mais leves e de maiores resistência, aeroelasticidade, eficiência aerodinâmica (eliminação dos rebites) e resistência à corrosão. Em contrapartida, exige maior carga de trabalho. Dos componentes metálicos, a empresa terceiriza os processos de estampa e corte a *laser*. A laminação e a montagem dos componentes estruturais e secundários são feitas inteiramente na Scoda.

Atualmente, a empresa comercializa dois modelos de avião: o Dynamic WT9 e o Super Petrel LS (Figura 6). O Dynamic foi criado ainda no período de desenvolvimento da empresa, quando o foco era montagem de aeronaves. Trata-se de um projeto eslovaco que, sob licença, é montado no Brasil pela Scoda. É uma aeronave de asa baixa, com estrutura em material composto e trem de pouso fixo ou retrátil por operação hidráulica.

O Super Petrel LS é um biplano anfíbio com dois assentos, projetado e construído no Brasil. Seu desenvolvimento foi inspirado em um modelo francês, também anfíbio, de 1983 – o Hydroplum. O Super Petrel obteve

¹⁹ A empresa oferece curso de formação de piloto privado de helicóptero ou piloto comercial de helicóptero.

qualificação LSA nos EUA e ALE no Brasil em outubro de 2013. Atualmente, o modelo também é certificado na Austrália e na Coreia do Sul.

Todo o projeto é realizado fazendo uso exclusivamente de materiais compostos. O compósito utilizado em sua fabricação, constituído de fibra de carbono, *kevlar*, *honeycomb* e espumas de PVC de alta densidade, é importado e conformado pela empresa de acordo com os parâmetros definidos no projeto do avião.

Figura 6 | Aeronaves Scoda

Figura 6A | Dynamic WT9



Figura 6B | Super Petrel LS



Fonte: Portal da Scoda Aeronáutica.

Resumo comparativo

Nota-se que as empresas estão se adaptando à nova regulamentação. Algumas já possuem aeronaves qualificadas como ALE especial nos EUA e outras estão conduzindo projetos próprios, com o objetivo de obter a certificação de tipo (Tabela 8). Esse processo, conforme exposto anteriormente, envolve atividades complexas de engenharia. Além dos desafios inerentes ao próprio projeto conceitual, a empresa necessita realizar ensaios estruturais e ensaios em voo, bem como adotar boas práticas de gestão da produção. Para tal, a mão de obra envolvida precisa ter alto nível de qualificação, o que confere mérito ao segmento.

Tabela 8 | Resumo comparativo das empresas

	Aerobravo	Flyer	Inpaer	Paradise	Scoda
Aeronave com certificação LSA nos EUA	-	Kolb Flyer	-	Paradise P1	Super Petrel
Aeronave com certificação ALE no Brasil	-	-	-	-	Super Petrel
A empresa já exportou?	Não	Sim	Não	Sim	Sim
A empresa está elegível ao iBR2020?	Não	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: Elaboração própria.

Disponibilidade de materiais e componentes

A certificação de tipo deve ser pensada desde a fase de projeto da aeronave. Nessa fase, definem-se conceitos e características como matérias-primas, insumos e processos. Entre outras características, um produto certificado necessariamente requer a utilização de matéria-prima certificada em sua produção.

Dessa forma, a matéria-prima aeronáutica segue critérios e normas internacionais com base em regulamentação específica, tudo isso com o intuito de garantir qualidade, reprodutibilidade e rastreabilidade do material. Outras características inerentes ao setor são a produção em baixa escala e as questões relacionadas às responsabilidades civis (*liability*), cruciais para esse segmento.

Alumínio aeronáutico

As principais ligas de alumínio aeronáutico são a 6061 T6, a 2024 e a 7075. A primeira é a única fabricada no Brasil, em processos relacionados à extrusão. As outras duas são ligas especiais que utilizam tratamentos térmicos e elementos específicos (como o cobre), para obtenção de propriedades mecânicas específicas em condições extremas de temperatura. As plantas dedicadas a esse tipo de material encontram-se em regiões estratégicas, como EUA, Alemanha e França. Dentre os fabricantes, destacam-se a norte-americana Alcoa, a também norte-americana Kaiser Aluminum e a francesa Pechiney.

As empresas brasileiras têm condições para desenvolver extrudados, forjados e laminados de alumínio. Entretanto, dois aspectos fundamentais determinam o porquê de o investimento em alumínio aeronáutico nunca ter ocorrido: *liability* e mercado interno.

O material aeronáutico deve possuir rastreabilidade e ser fabricado com certificado de qualidade. Isso exige que a empresa fabricante esteja pronta para assumir a responsabilidade civil inerente a um eventual acidente. A alternativa natural é a contratação de um seguro. Porém, como não há fabricação nacional, as seguradoras locais não conhecem bem o risco, o que leva à precificação de prêmios de seguro mais altos. Prêmios maiores implicam a necessidade de empresas de maior porte para suportar os encargos. Portanto, torna-se muito caro assumir os riscos legais de fabricação desse material no país.

O que poderia impulsionar o mercado local é a demanda da Embraer, maior consumidora do país. Contudo, a empresa não adquire os materiais localmente, pois necessita de fornecedores com certificação aeronáutica e capazes de suportar a responsabilidade civil inerente.

Materiais compósitos

Um compósito é formado pela união de determinados materiais não solúveis entre si para formar um produto de melhor qualidade que os originais. Trata-se de um segmento muito abrangente e que inclui, entre outros, fibras de vidro, fibras de carbono e resinas. Cada um desses materiais, por sua vez, tem diversas variações, que podem ser ou não adequadas à indústria aeronáutica.

Fibra de vidro

A fibra de vidro é um material composto da aglomeração de filamentos de vidro flexíveis adicionados a uma matriz polimérica (resina poliéster ou outro tipo de resina) e a uma substância catalisadora de polimerização.

Variando os componentes minerais do vidro, diferentes tipos de fibras com composição química específica podem ser produzidos. Cada tipo tem associado propriedades e custos peculiares.

O Brasil confecciona apenas fibras do tipo “E” com diâmetro de fio superior a 12 micras. O mínimo exigido para a indústria aeronáutica é o fio de 12 micras, embora ainda assim não seja adequado para peças otimizadas em peso. Para componentes mais refinados são utilizados o fio de 4 a 7 micras e o vidro tipo “S” (*structural*). Esse tipo de vidro contém maior quantidade de óxido de magnésio e suporta temperaturas mais elevadas. Os fabricantes mais importantes nesse setor são a americana AGY, a belga 3B Fiberglass e a chinesa Sinoma Jinjing Fiberglass. O baixo consumo na América Latina e o custo de produção mais elevado impediram até o momento a implantação de uma fábrica desse insumo no continente sul-americano.

Fibra de carbono

A fibra de carbono é uma fibra sintética composta por filamentos construídos majoritariamente de carbono, mas não apenas desse elemento. Sua principal matéria-prima é o polímero de poliacrilonitrila – um material obtido pela polimerização de uma variação do acrílico com alta concentração de carbono.

A produção da fibra de carbono começa com a extração do carbono pelo superaquecimento da poliacrilonitrila. Em seguida, os polímeros são esticados na direção do eixo da fibra. A terceira parte consiste na extração do hidrogênio e adição do oxigênio. Por fim, são adicionadas as resinas para a moldagem das placas de carbono.

A pirólise, ou o superaquecimento para extração de carbono, pode ser feita usando praticamente qualquer material orgânico. Entretanto, a escolha depende da quantidade de carbono disponível em cada fonte. A esse material é atribuído o nome de “precursor orgânico”.

Dependendo do tipo de processamento, é possível fabricar fibras de carbono em diversas configurações de resistência. Os quatro principais tipos são: alta resistência, módulo intermediário, alto módulo e módulo superior. A isso, somam-se parâmetros como direcionamento das fibras, gramaturas, larguras e espessuras de filamentos.

No Brasil, o volume consumido é grande. Entretanto, fragmentado em diferentes tipos de fibra, pois nenhum deles é alto o suficiente para justificar uma planta nacional, haja vista que todo o processo pressupõe a fabricação do precursor e, portanto, está atrelado a acordos com a indústria petroquímica.

No mundo, os principais fabricantes para a indústria aeronáutica são as japonesas Toray, Toho Tenax e Mitsubishi Rayon Company, todas com plantas nos EUA e na Europa, além da americana Hexcel.

Resinas

As resinas epóxi são feitas de um plástico com aspecto líquido que se endurece quando misturado a um catalisador. Existem diversos gêneros, cada um de acordo com as substâncias utilizadas em sua produção, sendo classificadas como: epóxi novolacas, epóxi cíclicas, epóxi acíclicas alifáticas e epóxi fenóxi.

As maiores empresas que atualmente produzem as resinas epóxi são: Dow Química, Huntsman, Momentive e Nan-ya. As três primeiras têm origem americana; e a última, chinesa.

Embora tanto a Dow Química como a Huntsman possuam plantas no Brasil, as resinas epóxi com formulações aeronáutica continuam sendo importadas. Essas empresas teriam plena capacidade de fabricação no país, mas o baixo consumo não justifica a produção.

Hardware *aeronáutico*

O *hardware* aeronáutico, ou elementos de fixação, é o nome atribuído a elementos como parafusos, porcas, rebites etc. Em virtude do pequeno tamanho da maioria de seus elementos, sua importância é esquecida com frequência.

A escolha certa de um elemento de fixação é indispensável para a segurança de operação de uma aeronave. Diante disso, o *hardware* utilizado na indústria aeronáutica tem características sensivelmente diferentes daqueles utilizados em setores mais convencionais.

Os elementos de uso aeronáutico são fabricados com ligas de aço, alumínio ou titânio, além de sofrerem tratamento anticorrosivo. A garantia de qualidade destes envolve requisitos rigorosos sobre a qualificação de materiais e processos de fabricação, tais como forma e dimensões, microestrutura do material, propriedades mecânicas (resistência à tração, dureza, resistência à fadiga), rugosidade da superfície etc.

O Brasil conta com empresas cuja capacidade de produção de parafusos de aço aeronáuticos entra em conflito com a demanda reduzida. A Metalac, instalada em Sorocaba (SP), é uma empresa que já produziu esses parafusos, mas foi desestimulada pelo baixo consumo.

Para fixadores de titânio e outras ligas, o consumo fica restrito à Embraer e, portanto, ainda longe de gerar demanda que justifique a produção local.

Motores

O motor mais utilizado em aeronaves leves esportivas e aeronaves de pequeno porte é o motor convencional, também conhecido como motor a pistão. Os aviões figuram entre as aplicações mais exigentes de um motor e apresentam requisitos diversos de projeto e concepção, muitos dos quais conflitantes entre si. Um motor de aeronave deve ser:

- Confiável: motores aeronáuticos precisam operar de forma confiável e segura em condições extremas de temperatura, pressão e velocidade.
- Relação peso/potência: quanto mais leve e potente, melhor; um motor pesado reduzirá a carga útil da aeronave.
- Tamanho: quanto menor e mais leve, melhor; a disposição de seus cilindros afetará diretamente sua frente de arrasto.
- Consumo de combustível: um motor aeronáutico deve ter o melhor rendimento para garantir a maior economia possível.

Mesmo que no Brasil exista um consumo razoável de motores a pistão, ainda não há empresas com tecnologia e recursos para desenvolver produtos de qualidade. O mercado nacional hoje é abastecido, principalmente, por motores Continental e Lycoming, com fabricação nos EUA, e Rotax, de origem austríaca.

Os grandes fabricantes de motores não se interessam por motores aeronáuticos porque o consumo é pequeno – quando comparado a outros segmentos –, o desenvolvimento é demorado e caro, e a responsabilidade civil é grande.

Aviônica

A aviônica pode ser entendida como toda eletrônica embarcada encontrada nas aeronaves, como sistema de navegação, comunicação, indicação de dados de voo e controle.

Infelizmente, o Brasil ainda não desenvolveu equipamentos aviônicos certificados. O mercado para alguns componentes até justificaria sua produção interna, mas não há *expertise* em nível necessário para industrialização.

Em suma, há carência de fornecimento local dos principais componentes das aeronaves, motivada principalmente pela baixa escala de produção. Tal realidade, compartilhada também pelas maiores empresas da cadeia aeronáutica, como Embraer e Helibrás, dificulta maior participação de componentes nacionais nos produtos, ainda que, na maior parte delas, a pesquisa de mercado, o projeto, o desenvolvimento, a integração de sistemas e a fabricação e o apoio pós-vendas tenham sido desenvolvidos localmente. Consequentemente, o setor é abastecido principalmente com matéria-prima importada.

Apoio do BNDES aos fabricantes de aeronaves leves

O apoio do BNDES ao segmento de fabricantes de aeronaves leves se verifica de duas formas principais – financiamento às empresas fabricantes e financiamento aos clientes dessas empresas para aquisição de aeronaves novas.

A Tabela 9 expõe o apoio do BNDES nos últimos 11 anos aos fabricantes de aeronaves leves,²⁰ de forma agregada, ano a ano. Pode-se ver que as empresas fabricantes utilizaram produtos automáticos do BNDES – Cartão BNDES, FINAME e BNDES Automático – para financiar parte de seus investimentos fixos, como é usual para pequenas e médias empresas. O apoio total do BNDES a essas empresas somou aproximadamente R\$ 1,9 milhão, de 2005 a 2014.

Tabela 9 | Financiamento do BNDES aos fabricantes de aeronaves leves (R\$)

	Cartão BNDES	FINAME	BNDES Automático	Total
2005			464.000	464.000
2006				0
2007	52.557	143.562		196.119
2008	4.834			4.834
2009	168.043			168.043
2010	97.197			97.197
2011	278.539	81.585		360.124
2012	23.898		67.000	90.898
2013	25.911			25.911
2014	57.149	95.000		152.149
2015	174.787	184.400		359.187
Total	882.915	504.547	531.000	1.918.462

Fonte: BNDES.

Com relação a financiamentos à aquisição de aeronaves, a situação é a descrita na Tabela 10.

²⁰ Para esse levantamento, foi excluída a empresa Neiva, fabricante da aeronave agrícola Ipanema, por constituir um segmento à parte. A Neiva pertence ao grupo econômico liderado pela Embraer.

Tabela 10 | Financiamento do BNDES à aquisição de aeronaves leves (R\$)

Ano	Cartão BNDES		FINAME		Total apoiado BNDES		Total de aeronaves no RAB	% apoiado pelo BNDES
	Valor apoiado (R\$)	N. de aeronaves apoiadas	Valor apoiado (R\$)	N. de aeronaves apoiadas	Valor apoiado (R\$)	N. de aeronaves apoiadas		
2005							69	0,0
2006							61	0,0
2007	270.000	3			270.000	3	104	2,9
2008	0	0			0	0	115	0,0
2009	589.060	6			589.060	6	79	7,6
2010	1.925.551	20			1.925.551	20	102	19,6
2011	1.948.517	17			1.948.517	17	96	17,7
2012	2.721.520	21	200.000	1	2.921.520	22	96	22,9
2013	1.776.363	15	178.500	1	1.954.863	16	84	19,0
2014	1.400.050	9	1.325.157	6	2.725.207	15	73	20,5
2015	1.122.013	8				8	55	14,5
Total	11.753.074	99	1.703.657	8	12.334.718	107	934	11,5

Fonte: BNDES.

Nos últimos 11 anos, o BNDES financiou a aquisição de 107 aeronaves leves, no valor correspondente a aproximadamente R\$ 12,3 milhões. Nesse mesmo período, obtiveram RAB 934 aeronaves fabricadas nacionalmente,²¹ o que significa que 11,5% das aeronaves leves novas fabricadas e vendidas no mercado doméstico contaram com financiamento do BNDES para comercialização.

Pode-se considerar que existe bastante potencial para o incremento das estatísticas de apoio ao segmento de fabricantes de aeronaves leves, tanto para investimento em capacidade produtiva e inovação quanto para financiamento aos compradores das aeronaves. Em particular, modificações recentes nas políticas operacionais do BNDES permitem o acesso mais facilitado ao segmento de fabricantes de aeronaves leves para apoio a investimentos, conforme será descrito na seção de conclusões. De acordo com o exposto,

²¹ Consideraram-se nesse universo as aeronaves cuja fabricação é feita integralmente no Brasil, e não a montagem de um *kit* de fabricação importado. Por simplificação, nesse levantamento, está se supondo que uma aeronave fabricada em determinado ano seja financiada no próprio ano.

o segmento deve investir mais nos próximos anos, diante da necessidade de conceber novos produtos com certificação de tipo. Além disso, é crescente o movimento dos fabricantes para credenciar seus produtos no Cartão BNDES e no BNDES FINAME, o que tende a aumentar o apoio à comercialização dessas aeronaves.

Conclusões e propostas de atuação do BNDES

Conforme exposto no artigo, por um lado, o Brasil tem um mercado doméstico importante de aeronaves monomotoras a pistão. Entretanto, esse mercado atualmente é suprido majoritariamente por fabricantes estrangeiros, o que gera *deficits* recorrentes na balança comercial do segmento de aeronaves leves.

Por outro, existem no país dezenas de fabricantes nacionais de aeronaves experimentais, e os principais deles foram objeto de estudo neste artigo. Tais fabricantes têm um grande desafio pela frente. De acordo com determinação da Anac, terão de implantar ou melhorar seus sistemas de controle de qualidade, desenvolver novos projetos próprios de aeronaves e obter certificação de tipo para esses projetos, a médio prazo – até 2020.

Os benefícios esperados justificam a política proposta pela Anac. Primeiramente, as aeronaves ALE e aquelas aderentes ao iBR2020, visando à obtenção de certificação de tipo, proporcionarão maior segurança de voo para seus pilotos e para o tráfego aéreo de forma geral. Além disso, as transformações pelas quais as empresas terão que passar para cumprir os requisitos propostos pela Anac exigirão a elevação da qualificação de seus empregados e a adequação de seus processos de produção, o que irá torná-las mais competitivas. A certificação de novos projetos de aeronaves, viabilizada por essas transformações, abrirá oportunidades no mercado externo, pois a Anac tem acordos bilaterais de certificação mútua tanto com a autoridade norte-americana (FAA) quanto com a europeia (EASA), que são os paradigmas globais do setor.

Caso as empresas tenham sucesso na transição para a aviação de tipo certificado, serão preservados – e até criados – empregos de alta qualificação na indústria aeronáutica brasileira, fomentando-se a engenharia nacional no contexto maior da economia do conhecimento e contribuindo para o aumento do PIB e da renda do país.

O volume histórico de desembolsos do BNDES para o segmento é ainda muito baixo, conforme visto no item anterior. Entretanto, este é um segmento que requer a atenção do Banco, considerados os seguintes fundamentos:

- i. As empresas fabricantes de aeronaves leves têm mão de obra qualificada. Em particular, as cinco empresas citadas no artigo empregam cerca de quatrocentos funcionários, com qualificação superior à média da indústria de transformação, dadas as exigências de qualificação dos empregados requeridas pela indústria aeronáutica.
- ii. O valor adicionado na fabricação dessas aeronaves – acima de US\$ 250/kg – apresentado pelo segmento é um dos mais altos observados na indústria nacional.
- iii. O segmento de aeronaves leves é responsável por um *deficit* anual de US\$ 66 milhões na balança comercial do país, ainda desconsiderada a importação de insumos aeronáuticos.
- iv. O mercado mundial de aeronaves leves esportivas está em ascensão e há previsão de simplificação de normas para a certificação FAR 23, o que criará oportunidades no mercado externo para as fabricantes nacionais que atenderem aos critérios de certificação.
- v. A aviação geral, à qual se destinam as aeronaves que são objeto do presente artigo, é importante para a integração de áreas isoladas ao restante do Brasil, principalmente levando-se em conta que a aviação comercial atende apenas a aproximadamente 120 municípios em todo o país (no universo de mais de cinco mil municípios).
- vi. O segmento de fabricantes de aeronaves leves esportivas e de aeronaves de pequeno porte vive um momento de transição da aviação experimental para a aviação certificada, fomentada pela autoridade aeronáutica brasileira (Anac), durante o qual necessitará de recursos para capacitação de mão de obra, adequações de unidades fabris e desenvolvimento de novos produtos. O BNDES poderá contribuir de forma decisiva para essa transição.

Propostas de atuação do BNDES

Provavelmente, as transformações pelas quais os fabricantes nacionais de aeronaves leves passarão nos próximos anos demandarão apoio do BNDES nas seguintes modalidades:

- i. FINAME e Cartão BNDES: apoio para comercializar suas aeronaves no mercado doméstico utilizando os produtos FINAME e Cartão BNDES. Para isso, necessariamente as aeronaves precisam estar credenciadas tanto no Cadastro de Fabricantes Informatizado da FINAME quanto no portal do Cartão BNDES.
- ii. Inovação: apoio para desenvolver novos projetos de aeronaves certificadas, de acordo com normas consensuais ASTM ou com o novo RBAC 23, conforme o caso.
- iii. Capacidade produtiva: apoio para investir em adequações, modernizações ou expansão de suas unidades produtivas.
- iv. Exportação: apoio à produção destinada à exportação, ou à comercialização de aeronaves no mercado externo.

Com relação ao item (i), a atual metodologia de credenciamento de equipamentos, que também se aplica a aeronaves leves, exige o atendimento de índices de nacionalização mínimos de 60% tanto em valor quanto em peso. As aeronaves leves em fabricação no Brasil dificilmente atingem tais índices. Considerando-se as especificidades do segmento de fabricação de aeronaves leves, em particular a dificuldade de se obter fornecedores nacionais para determinados insumos essenciais, assim como a cadeia de valor do produto aeronave leve, que privilegia a concepção do projeto da aeronave e a integração final de seus vários componentes e sistemas, sugere-se a discussão de uma metodologia específica de credenciamento de aeronaves leves. Essa metodologia deve dar mais ênfase ao desenvolvimento nacional do projeto da aeronave e ao cumprimento de etapas de sua fabricação no Brasil e menos ênfase à origem dos componentes das aeronaves.

Com relação aos itens (ii) e (iii), cabe observar que as políticas operacionais em vigor permitem o apoio direto a empresas dos setores aeroespacial, de defesa e de segurança tanto para projetos de inovação quanto de capacidade produtiva, cujo apoio do BNDES seja maior ou igual a R\$ 1 milhão, no âmbito do produto BNDES FINEM. Como os fabricantes nacionais de aeronaves leves são empresas do setor aeroespacial, tal flexibilidade será importante. Além disso, por serem empresas de pequeno e médio portes que não têm relacionamento anterior com o BNDES, demandarão esforço de fomento da equipe do Banco para que os projetos relevantes não deixem de ser apoiados, cumpridas as formalidades exigidas no apoio do BNDES.

Com relação ao item (iv), certamente as empresas fabricantes que tiverem suas aeronaves certificadas precisarão de apoio do BNDES para produzi-las para exportação, assim como para financiar sua aquisição por clientes no exterior. Da mesma forma, cabe à equipe do BNDES fomentar a utilização dos produtos Exim Pré e Pós-Embarque para que essa finalidade seja alcançada.

Referências

- ABAG – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVIAÇÃO GERAL. *4º Anuário Brasileiro de Aviação Geral*. São Paulo, 2014.
- _____. *5º Anuário Brasileiro de Aviação Geral*. São Paulo, 2015.
- ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. *RBAC 1*. 2011. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/resolucoes-2011/resolucao-no-200-de-13-09-2011>>. Acesso em: 16 out. 2015.
- _____. *Anexo à Resolução 345/2014 – Programa de Fomento à Certificação de Projetos de Aviões de Pequeno Porte – iBR2020*. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 2014.
- _____. *RBHA 103A*. 2016a. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha/rbha-103a/@@display-file/arquivo_norma/rbha103.pdf>. Acesso em: 16 out. 2015.
- _____. *Registro Aeronáutico Brasileiro*. 2016b. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aeronaves/rab/relatorios-estatisticos>>. Acesso em: 16 out. 2015.
- BRASIL. Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Código Brasileiro de Aeronáutica. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm>. Acesso em: 16 out. 2015.
- CRESWELL, J. W. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2008.
- FAA – FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. *FAA Aerospace Forecast Fiscal Years 2015-2035*. FAA, 2015.
- GAMA – GENERAL AVIATION MANUFACTURES ASSOCIATION. *2014 General Aviation Statistical Databook and 2015 Industry Outlook*. 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Matriz Insumo Produto 2005*. 2005. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/matrizinsumo_produto/>. Acesso em: 3 set. 2015.

JOHNSON, D. The Real LSA Market & Future Grow. *ByDanJohnson.com*, 24 fev. 2014a. Disponível em: <http://www.bydanjohnson.com/Sidebar.cfm?Article_ID=1857>. Acesso em: 28 dez. 2015.

_____. The Next Decade of Light-Sport & Sport Pilot. *ByDanJohnson.com*, 2 set. 2014b. Disponível em: <http://www.bydanjohnson.com/Sidebar.cfm?Article_ID=1924>. Acesso em: 28 dez. 2015.

_____. Analyzing Statistics on Worldwide Aviation. *ByDanJohnson.com*, 23 maio 2015a. Disponível em: <http://www.bydanjohnson.com/Sidebar.cfm?Article_ID=2003>. Acesso em: 1º dez. 2015.

_____. LSA Market Shares – Fleet and Calendar 2014. *ByDanJohnson.com*, 22 mar. 2015b. Disponível em: <http://www.bydanjohnson.com/Sidebar.cfm?Article_ID=1976>. Acesso em: 23 dez. 2015.

_____. Keep Up with the Dynamic World of Light-Sport Aircraft. *ByDanJohnson.com*, 28 dez. 2015c. Disponível em: <<http://www.bydanjohnson.com/index.cfm?b=7>>. Acesso em: 28 dez. 2015.

LANZA, M. LSA, um divisor de ares. *Aeromagazine*, 2014a.

_____. O futuro dos ultraleves pesados. *Aeromagazine*, 2014b.

MERRIAM, S. B. *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons, 2009.

PRICEWATERHOUSECOOPERS. *Contribution of general aviation to the US economy in 2013*. General Aviation Manufacturers Association (GAMA), 2015.

SAC – SECRETARIA DE AVIAÇÃO CIVIL. *Exposição de motivos – programa de desenvolvimento da aviação regional*. Brasília, 2014.

Sites consultados

AEROBRAVO – <www.aerobravo.com.br/site/index.php/br/>.

FLYER – <www.flyer-aero.com/>.

INPAER – INDÚSTRIA PAULISTA DE AERONAVES –
<www.inpaer.com.br/novo/index.php>.

LAMA – LIGHT SPORT AIRCRAFT MANUFACTURERS
ASSOCIATION – <www.lama.bz>.

PARADISE – <www.paradise-ultraleve.com/paradise.php>.

SCODA – <www.scodaeronautica.com.br>.