

PANORAMA DA INDÚSTRIA AERONÁUTICA PAULISTA: UMA ANÁLISE COM FOCO NA GESTÃO DA CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO

Gerson Marcelo Camargo¹
Wanda Aparecida Machado Hoffmann²

Resumo

A indústria aeronáutica brasileira apresenta uma posição consolidada no mercado internacional e o processo de certificação de seu produto impacta o setor, de modo que apenas as empresas de grande porte têm condições de manter continuamente seus produtos homologados. Esta pesquisa objetiva descrever um panorama da indústria aeronáutica enfatizando a problemática do processo de certificação do produto aeronáutico, tomando como base de estudo o polo de concentração do Estado de São Paulo. Adotou-se como método a pesquisa de campo e o procedimento inicial foi o desenvolvimento de uma estrutura conceitual-teórico por meio de um levantamento bibliográfico e posteriormente uma exploração prática com coleta de informações empíricas focando uma ótica tríplice: a das indústrias de grande porte, pequeno porte e o ponto de vista da autoridade certificadora. Os resultados indicam as diferentes preocupações e barreiras enfrentadas pelo segmento e a premente necessidade de melhoria da estrutura governamental de regulação, no sentido de fomentar e conseqüentemente contribuir para o desenvolvimento regional onde estas indústrias estão localizadas. Conclui-se que o setor aeronáutico nacional carece de um olhar distinto, pois com as limitações identificadas não é possível vislumbrar, a curto e médio prazo, a possibilidade de significativo crescimento deste setor, onde mais indústrias de grande porte alcancem a liderança de mercados internacionais e principalmente onde as pequenas indústrias consigam desenvolver e trilhar patamares maiores, promovendo progresso social.

Palavras-chave: Certificação aeronáutica. Competitividade. Desenvolvimento regional.

PANORAMA OF THE PAULISTA AERONAUTICAL INDUSTRY: AN ANALYSIS WITH FOCUS ON PRODUCT CERTIFICATION MANAGEMENT

Abstract

The Brazilian aeronautical industry presents a consolidated position in the international market and the certification process of its products impacts the sector, so that only the major companies are able to continuously maintain their products certified. This research aims to describe a panorama of the aeronautical industry emphasizing the problematic of aeronautic product certification process, assuming as base of study the concentration of the São Paulo State. The field research was adopted as method and the initial procedure was the development of a conceptual-theoretical structure through a bibliographical survey and later a practical exploration with acquisition of empirical

Recebimento: 24/6/2016 • Aceite: 20/10/2018

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos – SP, Brasil. E-mail: prof.gersoncamargo@gmail.com

² Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais. Professora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) São Carlos – SP, Brasil. E-mail: wanda@ufscar.br

information focusing on a three-dimensional perspective: that of major industries, small industries and the point of view of the certification authority. The results indicate the different concerns and barriers faced by industries and the urgent need to improve the governmental regulatory structure, in order to foster and consequently contribute to the regional development where these industries are located. It is concluded that the national aeronautic sector lacks a distinct look, since with the limitations identified it is not possible to envisage, in the short and medium term, the possibility of significant growth in this sector, where more large industries reach the leadership of international markets and especially where small industries can develop and tread higher levels by promoting social progress.

Keywords: Aeronautical certification. Competitiveness. Regional development.

Introdução

A indústria aeronáutica brasileira apresenta uma posição consolidada no mercado internacional, contemplando empresas como a Helibrás e Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica), configurada como a terceira maior fabricante de aviões comerciais do mundo, atrás apenas da Boeing norte-americana e da europeia Airbus (BARBIERI, 2008). O potencial da indústria aeronáutica nacional não está só nas grandes indústrias, Vasconcelos (2015) afirma que o Brasil é um berçário de pequenas indústrias de aviões, concentradas principalmente no Estado de São Paulo. Estas desenvolvem tecnologia e inovação movimentando ativamente a economia das microrregiões onde se localizam.

Os polos aeronáuticos do Estado de São Paulo situados nas regiões de São José dos Campos e São Carlos representam um relevante pilar de sustentação da economia nacional. Migon e Montoro (2009) avaliam a cadeia de valor da indústria aeronáutica, utilizando como exemplo a empresa Embraer e seu cinturão de indústrias satélites, cujas receitas foram responsáveis por 81% do total de R\$ 8,1 bilhões de vendas da indústria brasileira de construção, montagem e reparo de aeronaves no ano de 2003. Dados divulgados pela empresa Embraer indicam que em 2013 alcançou pico histórico de receita, superior a R\$ 12 bilhões, posicionando-se entre as duas maiores exportadoras brasileiras no período de 1999 e 2013.

A relevância desse segmento faz-se positiva não só para a economia, como também oportuniza o desenvolvimento regional ao passo que exige elevação dos níveis de qualificação da mão de obra para atendimento das demandas. Migon e Montoro (2009) diagnosticam que os índices do valor agregado de transformação industrial do setor aeronáutico vêm se mantendo ao longo dos anos superior a R\$ 200 mil, por pessoa ocupada, sendo um dos mais altos da indústria de transformação no Brasil, favorecendo a elevação do produto interno bruto (PIB) e tendo peso precioso na balança comercial.

Apesar da influência positiva que o setor aeronáutico proporciona à sociedade, ainda são detectados hiatos de cunho tecnológico, afetando principalmente o desenvolvimento das pequenas indústrias, suportadas por fomento governamental no passado, mas que atualmente precisam de meios próprios para produção de tecnologia e inovação. A questão da certificação do produto aeronáutico e os recursos financeiros e científicos envolvidos neste processo, estão entre os obstáculos que afetam esse seguimento e devido a seu impacto, carece de uma investigação.

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil, parte 21, ANAC (2015), estabelece que para qualquer produto aeronáutico industrializado, uma peça, um sistema ou uma aeronave, cuja manufatura tenha finalidade comercial, antes de ser colocado em operação necessita passar por um rigoroso e exaustivo processo de testes, verificações e validações que visam a avaliar e a atestar que um determinado produto aeronáutico possui as características mínimas de segurança para o tipo de operação pretendida. Este processo chamado de “certificação aeronáutica” é conduzido pelo órgão governamental que regulamenta o setor e se constitui em um processo caro, a ponto de igualar-se aos custos de desenvolvimento total do projeto, demorado e por vezes burocrático, configurando como uma das fraquezas deste setor da indústria.

O peso que o processo de certificação aeronáutica impõe no setor industrial é severo de forma que apenas a empresas de grande porte, como a Embraer, têm condições de manter continuamente seus produtos certificados. Dessa maneira, a maioria das pequenas indústrias aeronáuticas no Brasil

desenvolvem atualmente seus produtos em uma categoria chamada “experimental” (que são dispensadas do processo tradicional de certificação aeronáutica), contudo, nessa categoria os produtos apresentam restrições ao uso comercial e não conseguem ampliar a competitividade e expandir mercados além-fronteiras (BARROS, 2012).

A Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) define o atual modelo de certificação do produto aeronáutico como o processo mais robusto para garantir a segurança dos dispositivos de transporte aéreo, no entanto, a complexidade dos requisitos aplicáveis a esses artefatos se fazem desafios para autoridades certificadoras e para as indústrias, principalmente aquelas que se localizam em países emergentes, cujos produtos competem em um mercado com lideranças tradicionais. Diante do contexto apresentado, a presente pesquisa desenvolve dois objetivos específicos, sendo que o primeiro retrata o panorama histórico da indústria aeronáutica nacional, enfatizando o polo de concentração do Estado de São Paulo. O segundo descreve a relação destas organizações com o processo de certificação de seus produtos, levando em consideração os impactos em sua competitividade.

O enquadramento da temática dentro do campo da ciência, tecnologia e sociedade revela que, apesar de todo aparato de conhecimento científico-tecnológico envolvendo o cenário abordado, é constatada a necessidade de mais pesquisas no sentido de aprofundar as discussões sobre os impactos sociais que este aparato exerce no desenvolvimento das regiões onde esses nichos se localizam, portanto fazendo-se uma contribuição ainda pouco explorada.

Método

No sentido de atingir os objetivos propostos pela presente pesquisa é preciso inicialmente entender as particularidades do tema abordado e, em seguida definir os padrões de busca de informações. Como a síntese dos objetivos propostos é gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos que afetam um determinado setor industrial adota-se, para esta pesquisa, o método da pesquisa de campo com foco na exploração e descrição de fatos, que é utilizada com o intuito de coletar informações e conhecimentos sobre um problema ou hipótese que queira comprovar ou descobrir novos fenômenos ou relações entre eles (LAKATOS; MARCONI, 2010).

Na primeira fase da pesquisa elaborou-se uma revisão bibliográfica e um levantamento documental, considerando publicações especializadas no período de 1985 a 2017 para resgatar a história indústria aeronáutica no Brasil, entender a concentração destas indústrias no Estado de São Paulo e conhecer o processo de certificação aeronáutica. Foram acessadas bases de dados do acervo digital da Biblioteca Nacional, Biblioteca do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, Web of Science e SCIELO. Além disso, revistas e sites especializados também foram consultados.

A segunda fase da pesquisa visou a verificar junto aos atores envolvidos quais eram as percepções de cada grupo envolvido sobre as relações que se desenvolvem entre as organizações e o processo de certificação do produto aeronáutico. Nesse caso, o procedimento adotado foi uma exploração em campo cuja coleta de dados apoiou-se do método indutivo recomendado por Eisenhardt (1989). Essa técnica possibilitou flexibilidade e oportunidade de ajustes longo do processo e permite chegar à melhor forma de capturar cognitivamente os problemas e viabilidades de pauta através de entrevistas semiestruturadas cujas questões abertas procuram recuperar o máximo de informações relevantes, além de permitir flexibilidade ao entrevistador.

As entrevistas semiestruturadas aplicadas em campo seguiram as indicações de Silva e Menezes (2005) e desenvolveram-se por meio de um roteiro previamente estabelecido e ordenado, objetivando limitar a extensão do tema, captando o maior número de informações possíveis e evitando desviar o foco do assunto, e para isso, foi preparada uma agenda de entrevistas contemplando os critérios explicitados no Quadro 1.

Quadro 1: Agenda de entrevistas

| Tipo de organização | Dimensão pesquisada | Quantidade de organizações | Nível hierárquico | Quantidade de entrevistados |
|----------------------------|--|----------------------------|--|-----------------------------|
| Indústria de grande porte | Obter percepções em um ambiente onde o volume das operações de produção e movimentações financeiras são maiores. | 2 | Diretor Gerente Especialista | 5 |
| Indústria de pequeno porte | Obter uma visão de sobrevivência da industrialização aeronáutica em empresas sem fomento e incentivo. | 12 | Proprietário Diretor Gerente Supervisor | 18 |
| Órgão certificador | Observar a capacidade estrutural, dinâmica processual, projeção de crescimento, dificuldades, fortalezas, propostas para fomento da aviação civil. | 1 | Gerente Coordenador | 4 |

Fonte: Adaptado de Camargo (2017)

História da indústria aeronáutica brasileira

Andrade (1976) narra que após os feitos do brasileiro Alberto Santos Dumont com a invenção do 14-bis e o aperfeiçoamento do voo com a aeronave Demoiselle, o primeiro registro da construção de uma aeronave no Brasil, faz menção ao pioneiro Dimitri Sensaud de Lavaud (1882-1947). De Lavaud foi um engenheiro e inventor, que em 1910 construiu o aeroplano “São Paulo” realizando o primeiro voo tripulado da América Latina, na cidade de Osasco, no dia 7 de janeiro do mesmo ano, sendo este feito considerado o marco inicial da construção nacional de aeronaves.

A história da indústria aeronáutica nacional vincula-se desde o início com a estruturação e posterior evolução da aviação militar, porém as décadas de 1920 e 1930 já se observa no Brasil a formação de uma “mentalidade aeronáutica” (SOUZA, 1986, p. 32). A partir de 1927, houve a primeira grande iniciativa de produção e operação de aeronaves no Campo dos Afonsos, destinadas para fins militares e para o Correio Aéreo Nacional (CAN). Até os momentos precedentes a Segunda Guerra Mundial, a demanda e operação de aeronaves no Brasil, era preponderantemente de cunho militar. Lavenere-Wanderley (1975) explana em sua obra, que somente após a revolução de 1930, com a eleição de Getúlio Vargas para Presidente do Brasil, houve uma nova perspectiva a indústria aeronáutica brasileira. Esse governante foi um grande entusiasta da aviação brasileira e, ao longo dos anos 1930 e 1940, fomentou iniciativas civis e militares para industrialização de aviões, tanto para montadoras de aeronaves como para empresas que forneciam praticamente todos os itens necessários a sua fabricação, com exceção ainda dos motores, que eram importados.

O momento pós-Segunda Guerra Mundial impõe um novo ciclo à indústria aeronáutica brasileira, pois segundo Ferreira (2009), o fim da guerra implicou um enfraquecimento da estratégia de segurança do país e com ela houve também a quebra do fomento à produção aeronáutica. As próximas iniciativas da indústria brasileira vêm somente após o retorno de Getúlio Vargas à presidência, que delega aos militares a função de reorganização do setor de transporte aéreo. Em 1954, é criada na cidade de Botucatu – SP a Sociedade Aeronáutica Neiva, comandada pelo idealista José Carlos de Barros Neiva, que após desenvolver alguns protótipos, inicia a produção seriada de diversos modelos de aeronaves que serviram de base para a formação de pilotos civis e militares em todo Brasil.

Entretanto, somente nas décadas de 1960 e 1970 foi que a indústria aeronáutica consolidou-se no Brasil, com a clara percepção de que se desejava chegar à etapa de industrialização em larga escala (ANDRADE, 1991). O projeto demandado ao então Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), para desenvolvimento e produção de uma aeronave nacional, bimotora, com capacidade para 12 passageiros e apta a operar em pistas precárias, denominado “Bandeirante” foi o marco inicial que culminou na criação da empresa estatal Embraer em 1969, marcando um novo capítulo na indústria nacional, palco da produção de diversos modelos de aeronaves avançadas de uso comercial e militar.

No início da década de 1990 a Embraer atravessa uma forte crise financeira que a leva a ser privatizada. Com a injeção de investimentos privados, retorna o crescimento lançando a aeronave modelo EMB-145, que conseguiu vender mais de 1000 plataformas possibilitando, na primeira década de 2000, o lançamento modelos maiores de aeronaves como o ERJ-170 e ERJ-190, além de seus derivados. Fonseca (2012) em sua análise sobre o posicionamento da empresa Embraer detecta que atualmente se configura como o terceiro maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo com unidades produtivas espalhadas pelo Brasil e pelo mundo, providas com mais alta tecnologia industrial.

No ano de 1978, por meio de iniciativa governamental, é criada também a empresa Helibrás com o intuito de produção de helicópteros, consolidando a amplitude da vocação na produção aeronaves. Mais recentemente, outros dois fenômenos vem sido observados no segmento da indústria aeronáutica no Brasil. Migon e Montoro (2009) enfatizam a criação dos cinturões de indústrias satélites que se formam ao entorno das grandes indústrias, para suprir necessidades de matérias primárias e subconjuntos, aumentando muito a cadeia de valor do segmento e conseqüentemente propagando os efeitos de distribuição de oferta de empregos, qualificação de pessoal, arrecadação e ampliação da renda regional. O outro fenômeno está associado à indicação de Barros (2012), que evidencia o surgimento de diversas pequenas empresas destinadas à produção de aeronaves menores, trilhando os caminhos do crescimento.

A indústria aeronáutica no Estado de São Paulo

Cano (1976) resgata o fato de que o declínio do ciclo cafeeiro na década de 1930 marca o início da intensificação da atividade industrial no Estado de São Paulo, que se desenvolveu, não só na capital, como também em várias regiões do interior, impulsionada pela malha ferroviária que outrora serviu ao escoamento da produção do café. No caso da indústria aeronáutica, esta tomou forma a partir de meados da década de 1950, sempre firmando raízes em cidades do interior.

A primeira cidade paulista a tomar papel principal nos rumos da indústria aeronáutica brasileira foi São José dos Campos pelo fato de abrigar estrategicamente o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) destinado ao ensino tecnológico superior, o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), posteriormente o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) destinado o desenvolvimento de pesquisas e desenvolvimento no setor, foi importante também pelo surgimento de grandes indústrias do segmento como, por exemplo, as empresas Avibrás, Embraer e Helibrás (FERREIRA, 2009).

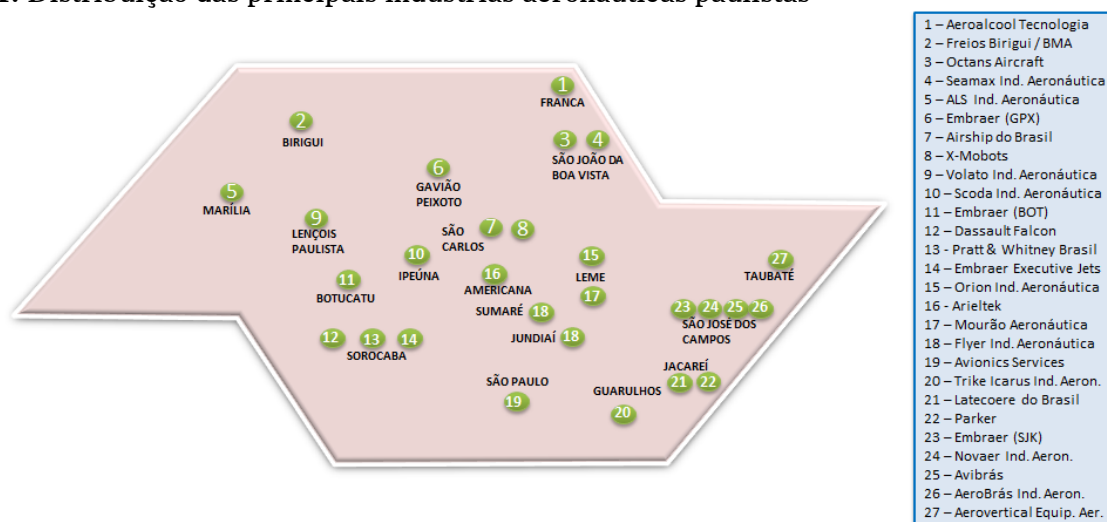
Contemporaneamente, na cidade interiorana de Botucatu, é criada a Sociedade Aeronáutica Neiva, que se consolidou através de uma demanda social da época que era ter aeronaves de baixo custo operacional para uso em instrução de pilotos. O maior sucesso desta indústria foi avião treinador “P-56C Paulistinha”, tendo 260 unidades produzidas, praticamente todas adquiridas pelo Ministério da Aeronáutica e distribuídas a aeroclubes de todo o Brasil. O sucesso desta aeronave evolui para a produção de novos modelos destinados ao uso militar, como por exemplo, o “Regente” do ano de 1964 e também o modelo de sucesso denominado “T-25 Universal” do ano de 1966, quando foram entregues 150 unidades, até hoje usadas para treinamento inicial de pilotos militares brasileiros. Na década de 1970 passa a produzir aeronaves maiores sob a concessão da empresa norte-americana Piper, até ser completamente adquirida pela Embraer no ano de 1980 (ANDRADE, 1976).

A partir da década de 1970 a indústria aeronáutica brasileira atinge a etapa de industrialização de aeronaves em larga escala com a criação da empresa Embraer, também situada na cidade de São José dos Campos. Com o sucesso da produção da aeronave “Bandeirante” a Embraer passa a ter influência no mercado internacional e também a diversificar suas plataformas, como a produção dos jatos militares Aermacchi MB-326, denominado “AT-26 Xavante” e do modelo denominado “AMX”. Na década de 1990, a Embraer entra no mercado de jatos comerciais evoluindo das aeronaves de médio para as de grande porte, tornando-se, conforme Fonseca (2012), o terceiro maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo. Nos tempos atuais a Embraer constituiu um complexo de unidades industriais espalhadas pelo Estado de São Paulo como as fábricas de São José dos Campos, Gavião Peixoto, Botucatu, Sorocaba e Eugênio de Melo.

Além da consolidação da empresa Embraer e suas indústrias satélites, a partir da década de 1990, começa também aflorar no Estado de São Paulo, diversas pequenas indústrias do segmento aeronáutico. Vasconcelos (2015) classifica o Estado como sendo um berçário de aviões, abrigando a

maior parte dos fabricantes de pequenas aeronaves, que investem em inovações e na colaboração com universidades para crescer. Diversificada em tecnologia para aeronaves básicas, aeronaves avançadas, matérias-primas básicas e componentes de valor agregado, as empresas se espalham pelo interior do estado, conforme indica a figura 1.

Figura1: Distribuição das principais indústrias aeronáuticas paulistas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Importância do complexo industrial aeronáutico paulista

Se por um lado Migon e Montoro (2009) classificam empresa Embraer como um dos três maiores exportadores brasileiros, com faturamento pesado suficiente para interferir na balança comercial e influenciar o PIB nacional, por outro não se pode desprezar o relevante quantitativo de pequenas indústrias existentes no Brasil que buscam o mesmo sucesso. Concentradas basicamente no interior do Estado de São Paulo, estas empresas passaram a movimentar cifras milionárias em investimentos de infraestrutura e também na pesquisa e inovação (GAZZONI, 2015).

O polo aeronáutico paulista apresenta amplitude na diversificação de industrializados abrangendo a produção aeronaves regionais, aeronaves leves avançadas, componentes e conjuntos de montagem. Algumas indústrias focam no desenvolvimento de inovações como, por exemplo, transporte de grandes volumes de carga por meio de balões dirigíveis e também dispositivos aéreos remotamente controlados para geoprocessamento controle de culturas e pulverização agrícola. Vasconcelos (2015) enfatiza que grande parte da tecnologia gerada nas indústrias do segmento aeronáutico é desenvolvida por meio de colaboração com universidades e institutos de pesquisa, representadas principalmente pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) em São José dos Campos e pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

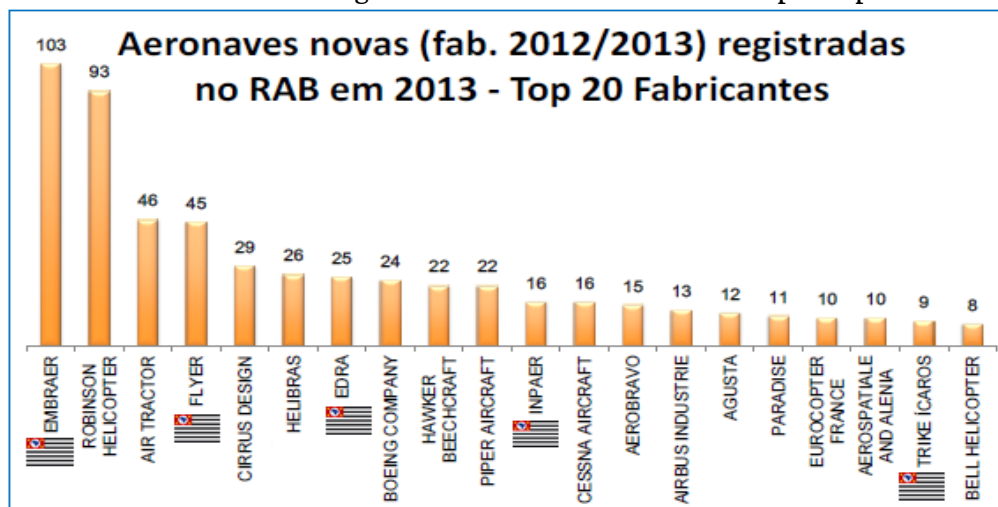
O fato das indústrias aeronáuticas estarem distribuídas geograficamente pelo Estado de São Paulo, conforme figura 1, remete a um fator contribuinte importante ao desenvolvimento das microrregiões, ao passo que desafoga a capital e leva às regiões interioranas maior distribuição de renda e principalmente a necessidade de elevação dos níveis de capacitação pessoal, sendo um meio de cooperação com a sociedade.

Apesar do mercado de aeronaves ser um negócio específico e de alto valor agregado, a indústria concentrada no Estado de São Paulo é bastante favorecida pela crescente procura pelos produtos desse segmento. De acordo com dados indicados no programa IBR2020 ANAC (2014), constata-se as evidências de que o mercado brasileiro é atrativo e gera uma demanda significativa, especialmente para aviões de pequeno porte.

As dimensões do mercado é um fator que colabora para a sustentabilidade da indústria da aviação experimental. No sentido de demonstrar a relevância da indústria aeronáutica paulista, destaca-se que somente no ano de 2013 foram lançadas no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) 618 aeronaves de pequeno e médio porte novas, produzidas entre 2012 e 2013 por fabricantes nacionais e internacionais, conforme se ilustra na figura 2 (ANAC, 2014). Dentre essas aeronaves

registradas ressalta-se que 198 delas, ou seja, 32% foram produzidas por indústrias situadas no Estado de São Paulo, fazendo concorrência frente a famosas empresas internacionais.

Figura 2: Número de aeronaves registradas no Brasil em 2013 e os principais fabricantes



Fonte: Adaptado de ANAC (2014).

A certificação aeronáutica no processo industrial

A preocupação com a segurança do produto aeronáutico emerge ainda na segunda guerra mundial, quando em 1944 se forma a maior convenção internacional de aviação civil na cidade de Chicago, que reuniu 54 países no sentido de padronizar as questões relativas às operações e segurança de voo no mundo. Santo Junior (2003) discorre que a partir da década de 1950 iniciou-se uma competição pelo espaço aéreo e diversas empresas passaram a operar aeronaves com tecnologias desenvolvidas no período de guerra, que já alcançavam longas distâncias, levando grande carga útil, com agilidade e conforto, dando início à época de ouro da aviação comercial.

Apesar da significativa evolução da aviação, as décadas de 1950 e 1960 foram marcadas por diversas catástrofes com aeronaves, momento que emerge a preocupação em garantir confiabilidade dos dispositivos de transporte aéreo. Convencionou-se então um processo de validação dos projetos, procedimentos e fabricação das aeronaves, chamado de “certificação aeronáutica”, que consiste na realização de testes e ensaios destrutivos ou não destrutivos em que uma autoridade homologadora deve certificar que o projeto proposto atenda aos padrões mínimos de resistência e confiabilidade exigidos ao produto, para que ateste toda segurança antes de alçar voo (BARROS, 2012).

Dessa forma, o processo de certificação aeronáutica é tão somente avaliar exaustivamente o produto, verificando sua resistência e redundância a possibilidades de falhas, que proporcionará a segurança ao artefato aeronáutico. Considera-se “um processo pelo qual um produto é declarado apropriado para uma tarefa particular em que ele coincide ou excede um grupo de critérios do projeto definido previamente”. Dessa forma, Wise e Hopkin (2000) entendem que há relação direta entre certificação e garantia da qualidade.

O processo de certificação aeronáutica no Brasil

A interpretação do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Nº. 21, ANAC (2015), esclarecem as questões de legalidade e responsabilidade do processo de certificação aeronáutica, apresentando as três características específicas:

- a. É competência do Estado, legislar regular e fiscalizar as questões relativas ao processo de certificação aeronáutica;
- b. É compulsória, e exigida por lei: exceto em casos especiais, a obtenção de certificados não é optativa, mas sim uma imposição legal;
- c. O processo visa garantir mais o produto final do que o processo em si, ao contrário de outras modalidades de certificação, como, por exemplo, as normas ISO9000.

A atividade aeronáutica civil ao redor do mundo é regulada através de organizações governamentais criadas com o intuito de garantir a segurança na operação de aeronaves particulares

e comerciais dentro do espaço aéreo de cada país. É uma atividade assumida pelo Estado, no intuito de proteção coletiva e de fomento ao setor, mas, de acordo com a autoridade que lhe é delegada, pode direcionar os rumos da atividade de transporte aéreo em sua jurisdição.

No Brasil, a instituição responsável pela regulação do setor aéreo é a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que detém a atribuição de autoridade certificadora para aeronaves civis no território nacional, tendo acordos de bilateralidade para aceitação de seus critérios de homologação aeronáutica por diversos países. A Gerência Geral de Certificação de Produto (GGCP) da ANAC é uma evolução Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), órgão de renome internacional nascido dentro do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) situado na cidade de São Jose dos Campos, criado na década de 1970 para suportar a certificação dos projetos iniciais da empresa Embraer (ARAGÃO, 1999).

Com a responsabilidade estatal de atestar produtos desenvolvidos pela indústria aeronáutica civil, esta organização tem em suas mãos atividades cujo desempenho pode afetar positiva ou negativamente o segmento industrial, principalmente, o maior polo aeronáutico nacional que se localiza no Estado de São Paulo.

Problemáticas do processo de gestão da certificação aeronáutica

Apesar do reconhecimento e empenho da autoridade certificadora brasileira, existe um ponto crucial que demanda uma discussão mais profunda, que está relacionada à complexidade operacional do processo de certificação aeronáutica, pois impacta diretamente no desempenho industrial. Essa complexidade pode, em alguns casos, traduzir-se em custos que tornam inviável a possibilidade de colocar no mercado novos produtos.

O custo financeiro e de recurso humano para fazer a validação de um material ou produto aeronáutico é considerado alto, que pode por vezes, ser maior até que o seu próprio custo de concepção. Isso faz com que haja um desestímulo setorial, que se propaga ao cinturão de abastecimento destas empresas, pois inibe institucionalmente a capacidade de desenvolvimento da indústria aeronáutica em um contexto no qual, sua sobrevivência, está intimamente ligada à sua capacidade de se tornar cada vez mais competitiva (CAMPOS, 1992). Um exemplo dessa dinâmica setorial são as constantes oscilações de demanda que vivem as indústrias abastecedoras no interior do Estado de São Paulo, as quais suprem as grandes empresas do setor aeronáutico.

O processo de certificação aeronáutica, sob o ponto de vista da garantia dos níveis de segurança é reconhecido pela ICAO como eficaz, porém a pesquisa junto aos atores deste segmento indica que deve também ser eficiente, minimizando prazos e custos para a indústria que é o consumidor primário deste tipo de serviço. Para alcançar esse objetivo, faz-se necessária uma estrutura adequada, com recursos humanos qualificados, agilidade administrativa, processos de delegação capazes de multiplicar a força de trabalho e cooperação técnica entre autoridades estrangeiras, no sentido de alcançar o estado da arte na matéria.

Billings (1997) infere que o processo de certificação aeronáutica tem como principal característica o fato de que os seus desenvolvimentos ocorrem dentro de um ambiente de alta dinamicidade. Os requisitos perceptuais são consideráveis e as exigências cognitivas enormes, muitas das informações necessárias devem ser sintetizadas a partir de uma grande quantidade de dados, alguns deles podendo ser ambíguos em algumas circunstâncias. Isso pode levar à necessidade de um grande tempo para avaliação e decisão, tempo este que a indústria não dispõe devido à concorrência de mercado.

Outro fator importante refere-se à questão da diversidade, pois quando uma empresa submete um projeto a uma autoridade certificadora, esta organização deve definir os requisitos aeronáuticos aplicáveis. Essa etapa do processo pode durar vários meses uma vez que, em geral, são várias as tecnologias envolvidas em um único projeto, o que implica ter especialistas de diferentes áreas do conhecimento. Pariès (2000) analisando o método da certificação aeronáutica, alerta para a preocupação com as questões de segurança do processo, no que diz respeito à habilidade dos requisitos para expressar os objetivos de segurança relevantes e à adequação da metodologia usada para avaliar a conformidade de novos projetos aos requisitos, principalmente, no que tange aos aspectos ligados ao elemento humano, que por sua natureza não decidirá por alta responsabilidade de forma simplista.

O problema pode ser entendido como um conjunto de processos que dividem recursos comuns, dependente de uma única organização, como: protótipos, instrumentação de voo e

disponibilidade de sistemas. Cada processo tem por sua vez subconjuntos (pontos de ensaios) que caracterizam uma rede hierárquica demandante de recursos, conhecimentos, tecnologias e inovações, nem sempre existentes em um único órgão do Estado.

Barros (2012) observa que complexidade e custos do processo de certificação aeronáutica esta refletida no crescimento de empresas que surgiram para fabricação de aeronaves classificadas na categoria denominada “experimental”, que são aeronaves menores, submetidas a uma legislação específica, que não se obriga a passar pelo processo convencional certificação. Assim, o interior do Estado de São Paulo tornou-se palco de empresas que focam na produção de aeronaves leves avançadas e aeronaves ultraleves básicas, conseguindo chegar à marca de mais de 50 aeronaves produzidas por ano, quantidade somente atingida pelo fato de serem aeronaves experimentais. Obviamente a questão da segurança não pode ser garantida a pleno, quando não existem critérios avaliativos robustos para colocação de um produto no mercado.

Os impactos da certificação aeronáutica na indústria

Os resultados obtidos pela presente pesquisa permitiram identificar as questões que afetam a indústria aeronáutica sob o ponto de vista da certificação de seus produtos, apropriando-se de uma amostragem de empresas concentradas no Estado de São Paulo, mas que podem ser extrapoladas para o cenário nacional. O objeto de análise é focado nos pontos de vista da indústria de pequeno porte, da indústria de grande porte e da autoridade certificadora.

É relevante mencionar inicialmente que as indústrias que foram pesquisadas no polo aeronáutico paulista demonstram intenção preponderante em exportar seus produtos devido à demanda e lucratividade que oferecem. A empresa Embraer não teria as dimensões atuais se não fosse o mercado externo e sobrevive majoritariamente de vendas a outros países, e da mesma forma, a pesquisa identifica que as pequenas indústrias do interior paulista, como exemplos, Aeroalcool, Octans, Novaer, Scoda vislumbram grandes possibilidades nas demandas internacionais oriundas da América do Sul e do Norte. Para isso, se faz necessária a certificação do produto aeronáutico em acordo com os padrões internacionalmente estabelecidos, e somente nesta condição, o produto pode adquirir aceitação e a competitividade necessária para atingir os mercados além-fronteiras.

Na abordagem do grupo de empresas de pequeno porte, foi detectada uma percepção unânime de que o processo para certificar seus produtos é caro, sendo o fator financeiro uma barreira natural que desestimula o setor. Existem diversos custos associados ao desenvolvimento e a certificação do produto aeronáutico, sendo que o primeiro custo a ser cumprido está relacionado às taxas e aos emolumentos governamentais cobrados pela autoridade certificadora para a realização da análise inicial de um projeto.

A figura 3 apresenta a relação de valores a serem recolhidos para análise dos processos de certificação pela autoridade homologadora, de acordo com as dimensões de cada aeronave. Na tabela de emolumentos oficiais para serviços da ANAC, é possível notar que o valor do emolumento cobrado para avaliar uma aeronave de grande porte, por exemplo, chega a quase R\$ 8 milhões e o valor de emolumento a ser recolhido para avaliar de uma aeronave pequena, chega a quase R\$ 900 mil.

Uma das empresas de pequeno porte abordada faz uma constatação interessante sobre os valores de emolumentos. Ressalta que se uma pequena indústria decide colocar uma aeronave no mercado com um preço competitivo de, por exemplo, R\$ 300 mil, considerando o lucro de negócio em torno de 30%, esta pequena indústria teria que vender antecipadamente 10 aeronaves somente para pagar com o lucro, a taxa de análise do processo de certificação, não considerando nesta análise nenhum dos diversos custos de desenvolvimento e fabricação. O participante avalia ainda que nos Estados Unidos os valores de emolumentos da *Federal Aviation Administration* (FAA) para análise de certificação de uma aeronave são bem mais acessíveis, pois seu governo entende que fomentando o setor aeronáutico, fortalecerá sua indústria e arrecadará muito mais em impostos do que em taxas iniciais.

Figura 3: Emolumentos para processos de certificação aeronáutica (2015)

| VALORES DE EMOLUMENTOS PARA SERVIÇOS DA ANAC | |
|---|----------------|
| Tipo do serviço de Certificação | Valores em R\$ |
| CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (CHT) ANV - AVIÃO COM PMD MAIOR QUE 30.000 KG E HELICÓPTERO COM PMD MAIOR QUE 4.500 KG | 7.720.743,94 |
| CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (CHT) ANV - AVIÃO COM PMD ENTRE 15.000 E 30.000 KG E HELICÓPTERO COM PMD ENTRE 3.500 E 4.500 KG | 5.959.493,07 |
| CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (CHT) ANV - AVIÃO COM PMD ENTRE 5.700 E 15.000 KG E HELICÓPTERO COM PMD ENTRE 2.730 E 3.500 KG | 4.355.569,81 |
| CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (CHT) ANV - AVIÃO COM PMD MENOR QUE 5.700 KG E HELICÓPTERO COM PMD MENOR QUE 2.730 KG, DIRIGÍVEL E BALÃO | 891.310,61 |

Fonte: Adaptado de ANAC (2015)

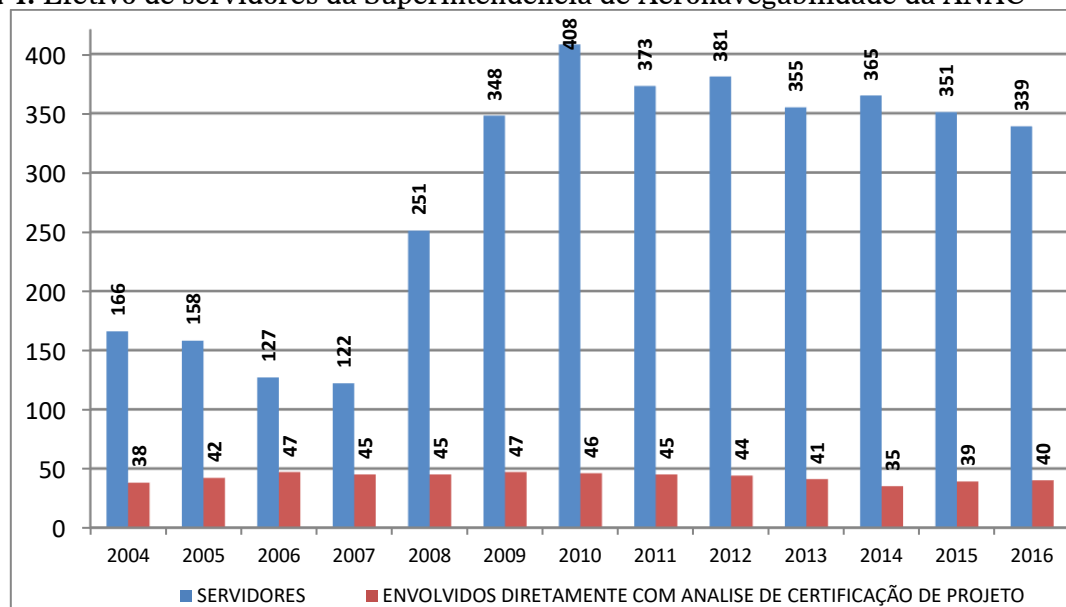
Ainda em relação ao custo financeiro, após iniciada as etapas de certificação do produto aeronáutico, dá-se com a autoridade um extenso diálogo que exigem reuniões, relatórios, comprovações, testes entre outras atividades técnicas que exigem a aplicação de inúmeras horas de engenharia somente para questões certificatórias, sem contar as que efetivamente se destinam ao desenvolvimento do projeto. Não é possível determinar ao certo quantas horas de trabalho de engenharia são necessárias para realizar a certificação de uma aeronave, mas para arbitrar ordem de grandeza, Brito (2015) reporta que a empresa Embraer já tem contabilizado mais de 300 mil horas de engenharia na certificação de sua maior aeronave o modelo o KC-390, assim, se atribuído o valor de mercado da hora base de engenharia em R\$ 85,00 (inclusive encargos, base de cálculo em 2015 conforme o CREA), pode-se concluir que a empresa Embraer investiu no mínimo R\$ 24 milhões, somente em horas de trabalho no processo de certificação do projeto.

O processo de certificação aeronáutica se faz tão complexo, a ponto de realizar verificações demasiadamente minuciosas, sendo que em muitos casos sua interpretação e aplicação exigem do ente público um conhecimento e experiência técnica bastante especializada, que se desenvolve com o acúmulo de prática ao longo anos no setor, surgindo assim um problema.

Das empresas paulistas de pequeno porte pesquisadas, cinco delas tentaram certificar algum produto e expuseram a percepção de que a autoridade certificadora apresenta dificuldades no estabelecimento dos requisitos e interpretação de critérios, fazendo então a sua aplicação de forma mais restritiva possível, e, portanto, mais oneroso para a indústria. Já uma empresa de grande porte pesquisada, detentora de um corpo de engenharia experiente, expõe que, por vezes, os critérios de projeto e fabricação de seus produtos atendem requisitos internos bem mais complexos que os estabelecidos para certificação e, ainda assim, ao serem submetidos à autoridade, encontram problemas em relação à definição dos padrões de testes aceitáveis em acordo com os critérios de homologação.

A abordagem avaliando o ponto de vista da indústria aeronáutica de grande porte detecta que o grande problema enfrentado para certificar seu produto está relacionado ao prazo que este processo leva, pois as grandes indústrias estão inseridas em um cenário de grande concorrência e estas empresas estão em constante corrida contra o tempo para antecipar a disponibilização de seu produto no mercado. Ter o produto disponível no mercado antes dos concorrentes é sem dúvida um diferencial competitivo importante, principalmente nos mercados internacionais, porém o cenário atual demonstra uma distância da situação considerada ideal sob o ponto de vista industrial.

A estrutura organizacional da autoridade de aviação civil nacional se mostra enxuta em relação aos pares internacionais, o que pode ser um fator influente na questão do tempo envolvido no processo. Dados da GGCP - SAR/ANAC ilustrados na figura 4 indicam que apesar de nos últimos 10 anos o quadro de servidores ter dobrado, ainda se mostra tímida frente aos quadros de efetivo de autoridades de aviação dos Estados Unidos e da Europa. Além disso, a quantidade de pessoas engajadas diretamente em análise técnica de certificação de projeto de aeronaves se mantém estável e em quantidade abaixo da demanda necessária para atender à indústria desse setor.

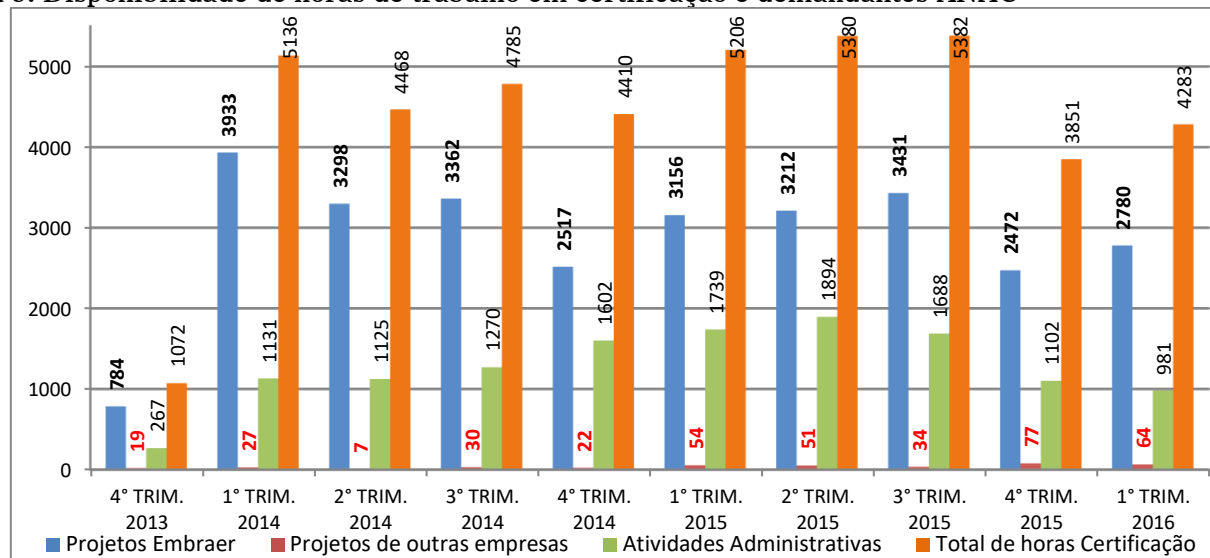
Figura 4: Efetivo de servidores da Superintendência de Aeronavegabilidade da ANAC

Fonte: GGCP - SAR/ANAC

No sentido de demonstrar empiricamente a problemática da questão do tempo de certificação, toma-se o exemplo uma simulação de desempenho entre a autoridade brasileira e a norte americana em grandes projetos. Jensen (2013) relata que empresa americana Boeing, durante o desenvolvimento do modelo o B-787, demandou da autoridade certificadora americana (FAA) até 2013, um total de 200 mil horas de trabalho de certificação (lembrando que o FAA desenvolve vários outros projetos de certificação em paralelo). Estas 200 mil horas de trabalho foram realizadas em um intervalo de dois anos o que significou o empenho diário de quase 380 horas de trabalho, um número significativo se comparado à disponibilidade da autoridade brasileira em desenvolver a média de 155 horas diárias de trabalho especializado em certificação para todos os projetos submetidos.

Dessa forma, se este mesmo projeto do Boeing modelo B-787 fosse submetido para certificação junto à autoridade brasileira, baseado em sua capacidade anual de horas de trabalho (avaliado pelas figuras 4 e 5), o prazo para a conclusão certamente demandaria mais de três anos, prazo este que é no mínimo 50% maior do que levou a autoridade dos EUA.

Do ponto de vista da autoridade aeronáutica, apesar dos excelentes serviços prestados, existe uma limitação ilustrada na figura 5 que atinge diretamente a possibilidade de fomento das pequenas indústrias que pretendem certificar seus produtos. Apesar de nos últimos dois anos a GGCP possuir disponibilidade média mensal de mais de 4700 horas de trabalho em projetos de certificação, esta carga estava voltada em sua grande maioria, para atender aos projetos da empresa Embraer, criando um déficit para suprimento das demandas de outras empresas, que possivelmente pode trazer prejuízos aos que dependem da fluidez deste serviço. A política governamental para ampliação do quadro de servidores públicos depende de tramitação legal que por vezes não acompanham as demandas da sociedade, principalmente no segmento produtivo, sendo que esta realidade afeta também o quadro da ANAC, que nos últimos anos não recebeu aportes de recurso humano significativo que pudesse alterar sua capacidade de atendimento, possibilitando um cenário mais positivo.

Figura 5: Disponibilidade de horas de trabalho em certificação e demandantes ANAC

Fonte: GGCP - SAR/ANAC

Relacionado à complexidade do processo de certificação, surge outra questão levantada pela pesquisa, que se refere à retenção do conhecimento tácito especializado dos servidores da autoridade aeronáutica. A autoridade aeronáutica reconhece que a rotatividade de pessoal esvazia seu ativo mais importante que é o conhecimento técnico especializado adquirido durante anos de experiência, e isso permite facilitar e acelerar seus processos internos. Sensibilizada com esta deficiência, já introduziu programas de identificação e gestão de conhecimentos sensíveis que se refletirão no benefício direto das indústrias demandantes.

Uma análise amplificada dos dados obtidos, permite também observar que a função estatal de regulação e fiscalização, no que tange à certificação do produto aeronáutico, afeta as indústrias e está baseada no binômio: tempo e custo. O longo prazo no processo impacta diretamente a indústria de grande porte, ao passo que a demora na disponibilização de um produto no mercado reduz sua competitividade. O investimento financeiro necessário inviabiliza projetos das pequenas indústrias, uma vez que não são condizentes com a sua realidade de operação.

Considerações finais

O mapeamento das indústrias do segmento aeronáutico no Brasil indica uma concentração intensificada no Estado de São Paulo, e que, devido à tecnologia empregada e ao alto valor agregado do produto, proporcionam impactos consideráveis no desenvolvimento regional, uma vez que impulsionam indicadores econômicos, viabilizam a distribuição de renda, qualificam a mão de obra e desenvolvem tecnologia e inovação nas cidades onde se localizam.

No entanto, devido à especificidade deste tipo de produto e à necessidade de passar por um processo próprio de certificação, onde o Estado, por meio de uma agência reguladora desempenha um papel determinante de regulamentar e fiscalizar, são observadas questões importantes que impedem o pleno desenvolvimento do seguimento.

Esta pesquisa identificou então os pontos na gestão do processo de certificação que afetam as pequenas e grandes indústrias do setor dificultando seu crescimento. Fica claro que são necessárias ações diretas do governo no sentido de desenvolver recurso humano, qualidade técnica e eficiência para seu sistema de regulação, no sentido de acompanhar a velocidade das grandes indústrias que sobrevivem suportadas na competitividade de seus produtos.

Uma vez extintos subsídios governamentais que outrora sustentaram o segmento, fazem-se, também, necessárias ações no sentido de criar regras factíveis que permitam a viabilidade técnica e econômica dos projetos das pequenas indústrias. Há necessidade da motivação do fomento e a aproximação entre a autoridade, o requisito de segurança e as indústrias no sentido de buscar soluções comuns. Existe ainda uma gama de possibilidades que futuramente podem ser exploradas no sentido de contribuir com essa problemática, como por exemplo, a possibilidade um modelo no

qual os trabalhos técnicos de certificação sejam realizados por organizações ou institutos especializados nessa área, entre outras ideias exequíveis.

Conclui-se que o segmento da indústria aeronáutica no Brasil carece de um olhar distinto, pois com as limitações identificadas não é possível vislumbrar, a curto e médio prazo, a possibilidade de um significativo crescimento desse setor em que mais indústrias de grande porte alcancem a liderança de mercados internacionais e principalmente que as pequenas indústrias consigam se desenvolver e trilhar patamares maiores para conquistarem o progresso social.

Referências

? _____. Seminário de Representantes Credenciados da Aviação Civil 2005. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) 2005. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:u6MXmEsOeQcJ:www2.anac.gov.br/certificacao/Cursos/Seminario-RCF_2003/Base_Legal_Jose_Luiz.pps+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 23 Dez 2015.

? _____. Proposição de um Programa para Fomentar a Atividade de Certificação de Projetos de Aeronaves de Pequeno Porte no Brasil – IBR2020. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) 2014. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/2014/aud14/justificativa.pdf>>. Acesso em: 20. Dez. 2015.

? _____. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil: RBAC nº 21, Emenda nº 02. 2015. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) 2015. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2010/11s/rbac-21/view>> Acesso em: 20. Ago. 2014.

? _____. Taxas de Fiscalização da Aviação Civil. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) 2015. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/empresas/arquivos/tfac_unidades.pdf/view>. Acesso em: 20. Dez. 2015

ANDRADE, R. P. A construção aeronáutica no Brasil 1910/1976. São Paulo: Brasiliense, 1976.

ANDRADE, R. P. **História da Construção Aeronáutica no Brasil**. São Paulo: Artgraph Ed., 1991.

ARAGÃO, M. O. C. **Processo de implementação de um sistema da qualidade**: aplicação em uma empresa de opto-mecânica de precisão. 1999. 74f.– Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

BARBIERI, M. **Relatório de Acompanhamento Setorial Indústria Aeronáutica**. ABDI/NEIT-IE-UNICAMP, Brasília, v.1, março de 2008.

BARROS, J. F. A. Aeronaves Homologadas e Experimentais: Entenda a evolução do processo de certificação e a expansão dos ultraleves nas últimas décadas. **Revista Aeromagazine** Ed. 221, Outubro 2012. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/aeronaves-homologadas-e-experimentais_730.html> Acesso em: 20 Ago. 2015.

BRITO, A. CEIIA chega as 300 mil horas de engenharia no maior avião da Embraer. Defesanet, 2015. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/kc390/noticia/19356/CEIIA-chega-as-300-mil-horas-de-engenharia-no-maior-aviao-da-Embraer/>> Acesso em: 22 Nov. 2015.

BILLINGS, C. E. Aviation automation: the search for a human-centered approach. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1997.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total no estilo japonês**. Rio de Janeiro: Bloch, 1992.

CANO, Wilson. **Raízes da concentração industrial em São Paulo**. São Paulo: Difel, 1976.

CAMARGO, G. M. **Processo de certificação aeronáutica civil brasileira**: Estudo dos impactos na competitividade da indústria nacional. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2017. p. 109.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, 1989.

FERREIRA, M. J. B. Indústria Aeronáutica. **Relatório de Acompanhamento Setorial ABDI/NEIT-IE-UNICAMP**, Brasília, v.4, dezembro de 2009.

FONSECA, P. V. R. Embraer: um caso de sucesso com o apoio do BNDES. **Revista do BNDES**, Ed. 37, 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev3702.pdf>. Acesso em 30 ago. 2015.

GAZZONI, M. Democracia & Política: A indústria de aviões no Brasil, além da Embraer. **O Estado de São Paulo**, 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/a-industria-de-avioes-vai-alem-da-embraer>>. Acesso em 02 Ago. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JENSEN, B. **Certificação da FAA: um profundo compromisso com a segurança**. Boeing, 2013. Disponível em: <http://www.boeing.com.br/resources/po_BR/Home/Certificacao-da-FAA-Um-Profundo-Compromisso-com-a-Seguranca.pdf>. Acesso em: 17 fev.2015.

LAVENERE-WANDERLEY, N. F. **História da Força Aérea Brasileira**. São Paulo: CR Correa Publicações Aeronáuticas, 1975.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MIGON, M. N.; MONTORO, G. C. F. **Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios** – Rio de Janeiro: BNDES, 2009. 552 p.

SANTO JUNIOR, R. A. do. **Transporte aéreo internacional**. [S.L.], 2003. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/publicacoes.html?start=60>>. Acesso em: 17 fev.2015.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância – 4. ed. rev. atual. UFSC, 2005, 138p.

SOUZA, J. G. **A epopeia do Correio Aéreo**. Rio de Janeiro: Revista Aeronáutica Editora, 1986.

VASCONCELOS, Y. **Berçário de Aviões**. Revista Pesquisa Fapesp, ed. 234, Ago. 2015. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/08/13/folheie-a-edicao-234/>>. Acesso em: 10 Jan 2016.

WISE, J. A. & HOPKIN, V. D. (Eds.). **Human Factors in Certification**. New Jersey: LEA, 2000.