



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E  
SOCIEDADE

**GERSON MARCELO CAMARGO**

PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA CIVIL BRASILEIRA: ESTUDO  
DOS IMPACTOS NA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA NACIONAL

SÃO CARLOS  
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E  
SOCIEDADE

GERSON MARCELO CAMARGO

PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA CIVIL BRASILEIRA: ESTUDO  
DOS IMPACTOS NA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA NACIONAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de São-Carlos, como requisito a obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia E Sociedade.

Orientadora: Profa. Dra. Wanda Aparecida Machado Hoffmann

SÃO CARLOS  
2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Gerson Marcelo Camargo, realizada em 31/01/2017:

---

Profa. Dra. Wanda Aparecida Machado Hoffmann  
UFSCar

---

Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria  
UFSCar

---

Prof. Dr. José Antonio Garcia Croce  
IFSP

## DEDICATÓRIA

*Herança melhor não há, senão o conhecimento. Dedico este trabalho a meu tutor maior, meu amado pai Gerson Bertoni que proporcionou esta dádiva, também ao meu amado filho Gerson Neto, que nunca lhe falte à paixão pelo saber.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o detentor de toda sabedoria. O bom e misericordioso, com quem os pesquisadores se relacionam intimamente, confiando a ele incondicionalmente sua tarefa de investigação e descobertas.

A minha orientadora, Profa. Dra. Wanda Aparecida Machado Hoffmann por ter proporcionado um novo olhar acadêmico e pelo impecável direcionamento desta minha pesquisa. A Profa. Wanda, todo meu carinho e reconhecimento.

Aos professores, Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria e Dr. José Antonio Garcia Croce pelas valiosas contribuições e pelos conselhos fundamentais para conclusão desta pesquisa.

Ao Núcleo de Informação em Ciência, Tecnologia, Inovação e Sociedade (NICTIS) e todos seus integrantes Michelle, Martinelli, Fabíola, Cíntia, Samara, Rodrigo, Cássia, Brunella, Marcela e Jéssica, por contribuírem ativamente com esta pesquisa. Amigos de grandes conhecimentos.

A todos os docentes, secretaria e colegas de curso do PPGCTS (Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade), pela vivência amistosa e pelo compartilhamento de conhecimentos durante este mestrado.

Por fim, mas não por último, agradeço as grandes mulheres de minha vida. Minha adorada mãe Dirce Camargo pelo amor incondicional e pela disciplina herdada. A minha doce filha Nicole Camargo, minha futura cientista, por todo carinho compreensão e incentivo. A Vera Paiva, pela força nas horas difíceis, pela tenacidade, pela maciez nas palavras e por ter conseguido me fazer uma pessoa melhor.

## RESUMO

Aeronaves comerciais são conceituadas como o meio de transporte mais seguro, quando são considerados os índices horas de utilização por acidentes ou incidentes. Conforme pesquisas realizadas pela instituição *National Security Council* (NSC) dos Estados Unidos, a chance de ocorrer um evento fatal é de apenas uma em 11 milhões, superando inclusive o elevador, pois as aeronaves percorrem distâncias muito superiores e com tempo de utilização muito maior. Entretanto, para que os produtos aeronáuticos cheguem aos mais altos níveis de confiabilidade, antes de voar, é necessário que sejam testados de forma exaustiva, demonstrando que os projetos, materiais e métodos de produção atendam a requisitos de segurança convencionados internacionalmente. Este processo obrigatório de avaliação é chamado de Certificação Aeronáutica, sendo considerado uma das fases mais complexas, demoradas e caras da produção aeronáutica, principalmente para aeronaves destinadas a aviação civil. No Brasil esta atividade é gerenciada por uma agência reguladora federal, cuja atuação influencia um importante segmento da economia nacional. Desta forma o objetivo da presente pesquisa foi estudar o processo de Certificação Aeronáutica no Brasil e avaliar os possíveis impactos na competitividade da indústria aeronáutica nacional. A exploração das informações de pesquisa deu-se inicialmente por meio de uma revisão bibliográfica para contextualização do processo certificatório e do cenário da indústria aeronáutica nacional, posteriormente realizou-se uma pesquisa de campo, aplicando entrevistas semi-estruturadas visando entender as percepções da indústria de grande porte, de pequeno porte e da Organização de Certificação Aeronáutica, sobre a questão. Os resultados obtidos apontam que não é propriamente o processo de Certificação um possível influenciador no desenvolvimento industrial, mas são as estruturas das organizações envolvidas na Certificação e a ausência de interesse e políticas públicas que podem limitar à competitividade do segmento aeronáutico nacional. Foram identificadas oportunidades e possibilidades que podem contribuir às organizações e aos processos estudados, porém nas circunstâncias atuais conclui-se que a curto e médio prazo, dificilmente uma indústria brasileira de grande porte conseguirá atingir os patamares dos dois maiores fabricantes de aeronaves do mundo, tanto quanto dificilmente a indústria nacional de pequeno porte conseguirá produzir aeronaves maiores e trilhar os caminhos dos grandes fabricantes.

**Palavras chave:** Certificação. Aviação civil. Indústria aeronáutica.

## ABSTRACT

Commercial aircrafts are understood as the safest transportation when data such as operation hours by accident or incident are analyzed. According to studies conducted by the US National Security Council (NSC), the odds of a fatal crash is about one in eleven millions – which is smaller than elevators' fatal failures, since commercial aircrafts operate for longer distances and time. Nevertheless, in order to aircraft products reach the highest reliability levels before start flying, it is necessary they to be extensively tested, ensuring that projects, materials and production methods comply to international safety requirements. This assessment process is called Aircraft Certification and is recognized as the most complex, time and money consuming of aircraft production, particularly for the civil aviation aircrafts. In Brazil, this activity is under the accountability of a Federal Agency, which regulates an important sector of the national economy. Therefore, the main objective of the present study was to analyze the Brazilian Aircraft Certification Process and assess its possible impacts in the competitiveness of national aerospace industry. Research information is based on a wide bibliographical review, regarding certifying process and national aerospace industry, followed by a field research, conducted through semi-structured interviews focused on understanding the perceptions of big companies, small and medium enterprises (SME) and Aircraft Certification Authority on this subject. Analysis of collected data indicate the Certifying Process is not capable by itself to influence the industrial development, but the structures of the organizations evolved on the Certification Process and the lack of interest and public policies may limit the competitiveness of the national aerospace industry. Opportunities which can contribute to the organizations and to the studied processes were identified, but current circumstances lead to the conclusion that in short and medium time it is going to be very difficult to a big Brazilian aerospace company to succeed in reaching the levels of the two major global aircraft builders, as well as for the small and medium enterprises in building bigger aircrafts, following the steps of the big companies.

**Keywords:** Certification. Civil aviation. Aeronautical industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração de aeronaves do segmento civil da Embraer .....	13
Figura 2 - Dimensões das fontes de informação da pesquisa de campo.....	26
Figura 3 – Investigação acidente da aeronave De Havilland Comet.....	32
Figura 4 – Ilustração do ensaio estrutural da aeronave modelo EMB-110 desenvolvida no CTA na década de 1970.....	36
Figura 5– Ilustração de ensaios de Certificação para verificação de resistência de para-brisas e cabines contra impacto com gelo ou aves. ....	38
Figura 6 – Aeronave modelo AMT-600, fabricada pela empresa Aeromot.....	46
Figura 7 – Foto ilustrativa do inventor De Lavaud no aeroplano São Paulo.....	48
Figura 8– Ilustração Protótipo da aeronave modelo EMB-110 (Bandeirante), produzida pela empresa Embraer. ....	51
Figura 9 - Imagem da unidade industrial da empresa Embraer em São Jose dos Campos-SP.....	53
Figura 10 – Ilustração da linha de produção de helicópteros da empresa Helibrás.....	54
Figura 11– Números referentes à atuação da empresa Embraer .....	55
Figura 12 – Números referentes à atuação da empresa Helibras.....	56
Figura 13– Etapas tecnológicas da indústria aeronáutica nacional .....	58
Figura 14 – Investimentos da empresa Embraer em P&D (R\$ milhões) .....	59
Figura 15 - Faturamento e vendas da empresa Helibras (2007 - 2013).....	61
Figura 16 – Receitas e Entregas da empresa Embraer em Bilhões de Dólares .....	61
Figura 17 - Número de aeronaves registradas no Brasil em 2013 e respectivos fabricantes.....	54
Figura 18 – Perfil da produção brasileira de pequenas aeronaves classificadas por número de assentos em 2013 .....	55
Figura 19 - Sistema de integração e comunicação para VANT's.....	61
Figura 20 - Evolução da frota de aeronaves no Brasil (Certificados x Experimentais) .	63
Figura 21 – Histórico de acidentes aéreos no Brasil (certificadas x experimentais).....	65
Figura 22 – Emolumentos para Certificação (2015) .....	67
Figura 23 - Disponibilidade de horas de trabalho em Certificação. ....	69
Figura 24 - Principais demandantes de horas de trabalho na GGCP.....	76

Figura 25 - Efetivo de servidores da Superintendência de Aeronavegabilidade da ANAC .....	79
Figura 26 - Evolução das quantidades de aeronaves certificadas (Brasil x EUA) .....	84
Figura 27 – Quadro comparativo de estrutura de Certificação ANAC x FAA (2013)..	86

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Regulamentos empregados na pesquisa documental.....	23
Quadro 2: Exemplos de eficácia da Certificação de alguns modelos de aeronaves .....	39
Quadro 3: Principais fornecedores satélites da empresa Embraer.....	51
Quadro 4: Países que mais produzem aeronaves de pequeno porte em 2014 .....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Airworthness Directive (Diretriz de Aeronavegabilidade)
AIAB	Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil
ALE	Aeronave Leve Esportiva
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APAA	Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado
ASTM	American Society for Testing and Materials
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAE	Certificado de Aeronavegabilidade para Exportação
CAER	Certificação Aeronáutica
CAN	Correio Aéreo Nacional
CAvC	Divisão de Certificação de Aviação Civil
CLA	Certificado de Liberação Autorizada
CHE	Certificado de Homologação de Empresa
CHT	Certificado de Homologação de Tipo
CHST	Certificados de Homologação Suplementares de Tipo
CTA	Centro Técnico Aeroespacial
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
DAC	Departamento de Aeronáutica Civil
EASA	European Aviation Safety Agency (Agência Europeia para a Segurança da Aviação)
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A
FAA	Federal Aviation Administration (Administração da Aviação Federal)
FAB	Força Aérea Brasileira
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos

GGCP	Gerencia Geral de Certificação do Produto Aeronáutico
IAC	Instituto de Aviação Civil
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFI	Instituto de Fomento e Coordenação Industrial
IPD	Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
JAA	Joint Aviation Authorities
LSA	Light Sport Aircraft
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NTSB	National Transportation Safety Board
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
SAR	Superintendência de Aeronavegabilidade (ANAC)
VANT	Veículo Aéreo não Tripulado
VCR	Verificação de Cumprimento com os Requisitos

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos.....	17
1.2	Justificativas .....	18
1.3	Motivações .....	19
1.4	Estrutura da Pesquisa.....	21
2	METODOLOGIA.....	22
2.1	Classificação da pesquisa .....	22
2.2	Procedimentos metodológicos.....	23
2.3	Fontes para pesquisa documental e revisão bibliográfica .....	23
2.4	Pesquisa de campo.....	25
2.4.1	Observação do universo de pesquisa.....	25
2.4.2	Entrevistas .....	26
2.4.3	Aspectos éticos da pesquisa.....	27
2.5	Análise e tratamento das informações coletadas .....	28
3	AVIAÇÃO CIVIL E A CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA.....	29
3.1	Evolução da Segurança no Transporte Aéreo.....	29
3.2	A Certificação Aeronáutica .....	33
3.2.1	Estrutura do processo de Certificação .....	40
3.2.2	Tipos de Certificações .....	41
3.2.3	Certificação do Projeto .....	41
3.2.4	Certificação de Produção.....	42
3.2.5	Certificação de Aeronavegabilidade.....	43
3.3	Autoridade Certificadora da Aeronáutica Civil Brasileira .....	44
4	INDÚSTRIA AERONÁUTICA NO BRASIL.....	47
4.1	Panorama da indústria aeronáutica brasileira .....	54
4.1.1	Influência social dos grandes fabricantes aeronáuticos nacionais.....	54
4.1.2	Cenário dos pequenos fabricantes aeronáuticos brasileiros .....	53
4.1.3	Problemáticas do processo de Certificação de aeronaves no Brasil.....	57
4.1.4	As novas tecnologias e a Certificação – o caso dos VANT’s .....	59
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62

5.1	Detalhamento das fontes de informação das indústrias e Organização de Certificação.....	62
5.2.	Um consenso sobre a efetividade da Certificação Aeronáutica .....	63
5.3	A Certificação sob a ótica da indústria aeronáutica de grande porte.....	65
5.3.1	As principais ameaças da Certificação .....	66
5.3.2	Novos desafios para a Certificação. ....	70
5.3.3	A Certificação e a competitividade da indústria.....	72
5.4	A Certificação sob a ótica da indústria aeronáutica de pequeno porte.....	73
5.4.1	A recente indústria aeronáutica e seus desafios.....	73
5.4.2	Certificação: um fardo pesado para as pequenas indústrias. ....	74
5.4.3	Pequenas indústrias, grandes dificuldades .....	75
5.4.4	As dificuldades no cumprimento dos requisitos de Certificação .....	76
5.4.5	A Certificação Light Sport Aircraft: apenas uma solução paliativa.....	77
5.5	A Certificação sob a ótica da organização de Certificação Aeronáutica.....	78
5.5.1	Uma pequena estrutura para um grande desafio.....	78
5.5.2	Relações entre a Organização de Certificação Aeronáutica e as indústrias de pequeno e grande porte.....	80
5.5.3	Autoanálise da Organização de Certificação Aeronáutica .....	82
5.6	Uma breve comparação entre as estruturas das Organizações de Certificação do Brasil e dos Estados Unidos. ....	83
5.7	Possíveis melhorias e oportunidades para a gestão do processo de Certificação Aeronáutica.....	87
6	CONCLUSÕES.....	90
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	92
	REFERÊNCIAS .....	93
	APÊNDICE A – Apreciação do projeto pelo Comitê de Ética Profissional .....	100
	ANEXO 1 – Estrutura organizacional da Gerência Geral de Certificação do Produto Aeronáutico SAR/ANAC .....	103
	ANEXO 2 – Etapas detalhadas do processo de Certificação .....	104

## 1 INTRODUÇÃO

O Ilustre brasileiro Alberto Santos Dumont foi o precursor do forte elo existente entre a aviação e o Brasil. Sua façanha de desenvolver técnicas e dispositivos para alçar voos partindo dos balões carregados de gás culminou em um acúmulo de conhecimentos que levaram a construção com sucesso de um dispositivo voador mais pesado que o ar e autopropulsionado, o avião. Devido a fatores históricos, que serão discutidos mais a frente, é sempre possível detectar uma vocação nacional pela construção e operação de aeronaves (SOUZA, 1986).

Ferreira (2009) infere que a maior sinalização da vocação pela construção de aeronaves é a empresa Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica), uma organização de origem estatal, que cresceu muito após abertura de capital, configurando atualmente como o terceiro maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo, ficando atrás somente das empresas Boeing e Airbus. Fabrica atualmente aeronaves civis e militares com a mais avançada tecnologia, apresentando um diversificado portfólio de modelos de aeronaves, ilustrados na Figura 1, atendendo a diversos segmentos, principalmente o da aviação civil. Outro exemplo desta vocação é a empresa Helibrás, que contribui neste cenário como empresa de destaque na fabricação dos mais modernos e eficientes helicópteros.

O potencial da indústria aeronáutica nacional não está só nas grandes empresas, pois existem espalhadas pelo Brasil, diversas pequenas indústrias que produzem aeronaves variadas e tecnologias diversificadas. Existem diversas pequenas indústrias que desenvolvem suas próprias tecnologias, muitas vezes suportados por instituições de pesquisa e que buscam acirradamente expandir seus mercados principalmente em âmbito internacional (VASCONCELOS, 2015).

São vários os exemplos que demonstram a importância e amplitude das pequenas empresas nacionais. Destacam-se no segmento brasileiro das aeronaves de pequeno porte as empresas Novaer e ACS - Aviation ambas de São Jose dos Campos – SP, a Indústria Paranaense de Estruturas (IPE) de Curitiba - PR, a Indústria Paulista de Aeronáutica (Inpaer) de São João da Boa Vista - SP, a empresa Aeromot de Porto Alegre – RS, a Indústria Aeronáutica Flyer de Sumaré - SP, a Fábrica Brasileira de Aeronaves (FABE) de Uberlândia – MG, entre outras.

Figura 1 – Ilustração de aeronaves do segmento civil da Embraer



Fonte: EMBRAER (2014)

No segmento de aeronaves ultraleves utilizadas para pequenas viagens e aerodesporto é um dos que mais cresce no Brasil atualmente, segundo Vasconcelos (2015), sobressaem-se a empresa Aeroalcool de Franca – SP, a empresa Edra/Scoda aeronáutica de Ipeúna – SP, a empresa Trike Icarus em Guarulhos – SP, a empresa Paradise de Feira de Santana - BA, a Indústria Aeronáutica Starfox de Nova Iguaçu – RJ, a Indústria Aeronáutica Aerobravo de Belo Horizonte – MG, a indústria Aeropepe de Recife - PE entre diversas outras.

São relevantes no também as indústrias de componentes aeronáuticos de valor agregado, como por exemplo, a Liebherr de São José dos Campos - SP fabricante de trens de pouso e as empresas que desenvolvem projetos complexos de alta tecnologia e modificações eletrônicas como a empresa Avionic Services de São Paulo. Afloram neste ambiente, as pequenas que focam exclusivamente em desenvolvimentos de inovação, como exemplo, a empresa São-Carlense AGX Tecnologia e a X-Mobots que produzem Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's) e a empresa Airship do Brasil que está desenvolvendo um balão dirigível cargueiro o ADB-30, cuja proposta de inovação radical é substituir com eficiência o transporte rodoviário de cargas de alto valor agregado ou de grandes dimensões (COMEÇA..., 2015).

Reforçando a vocação brasileira pela produção aeronáutica, é importante observar o destaque deste segmento na economia nacional, que nas últimas três décadas se tornou um dos seus pilares. Para conotar ordem de grandeza do crescimento da

cadeia de valor na indústria aeronáutica no Brasil, Migon e Montoro (2009) avaliam o exemplo da empresa Embraer, 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 da empresa Embraer indicam que em 2013 alcançou o seu pico histórico de receita superior a R\$ 12 bilhões, posicionando-se entre as duas maiores empresas exportadoras brasileiras no período entre 1999 a 2013 (EMBRAER, 2015).

Outro fator relevante, também detectado por Migon e Montoro (2009) refere-se à qualificação de mão de obra e ao índice do valor agregado de transformação industrial desenvolvida no setor aeronáutico. Este índice vem se mantendo ao longo dos anos superior a R\$ 200 mil, por pessoa ocupada (grupo 35.3 da CNAE - IBGE)<sup>1</sup>, o mais alto da indústria de transformação no Brasil, depois da indústria do petróleo, o que proporcionou um impacto fundamental na elevação do Produto Interno Bruto (PIB), com peso significativo na balança comercial brasileira.

Mesmo com a influência que o setor aeronáutico exerce sobre a economia da sociedade brasileira, ainda existem ações importantes a serem tomadas para tornar este segmento da indústria ainda mais relevante na projeção internacional do produto aeronáutico brasileiro. Se por um lado os significativos desenvolvimentos nacionais permitem os melhores e mais seguros projetos, novos materiais, tecnologias inovadoras e eficientes para aeronaves, por outro existe uma grande dificuldade de tornar o produto aeronáutico brasileiro competitivo comercialmente no mercado nacional e internacional.

Uma das etapas que a indústria aeronáutica precisa vencer para colocar produtos no mercado é o processo de Certificação de seu produto por uma autoridade homologadora. Antes de ser comercializado, o produto aeronáutico deve passar por um rigoroso e exaustivo processo de testes, verificações e validações que visam avaliar e atestar que um determinado produto (aeronave ou seu componente) possui as características mínimas que assegurem seu uso seguro para o tipo de operação pretendida (transporte de passageiros, pulverização agrícola, combate a incêndio, transporte exclusivo de carga, operação somente em dia claro, operação noturna, entre outras) (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2005).

---

<sup>1</sup> No período estudado, as atividades deste grupo (35.3) giravam em torno de 25 mil pessoas, sendo que a Embraer empregava cerca de 18 mil pessoas segundo dados da PIA/IBGE.

De acordo com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil parte 21, para que uma aeronave seja considerada segura é necessário que tenha sido certificada em três quesitos: i) Em relação ao projeto (levando-se em conta desenhos, tolerâncias, especificações e materiais); ii) Em relação à fabricação (considerando que a produção do objeto siga fielmente o que foi determinado em projeto) e iii) Em relação a aeronavegabilidade continuada (que trata da confiabilidade do produto durante sua operação) (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2011). Este processo chamado de Certificação é conduzido pelo órgão governamental que regulamenta o setor e se constitui em um processo demasiadamente caro (a ponto de igualar-se aos custos de desenvolvimento) e também demorado, dessa forma, considerando a grande importância para a indústria aeronáutica, torna-se um fator estratégico e competitivo para o setor.

Uma prova da complexidade da Certificação aeronáutica foi à migração desenfreada da indústria para produção de aeronaves da categoria “experimental” (que são dispensadas do processo de Certificação), contudo não se colheu resultados positivos desta tentativa. Segundo Barros (2012), a partir da década de 1980, ocorreu um fenômeno interessante no meio aeronáutico. Pessoas físicas em todo o mundo capitalista, interessadas em ter uma aeronave, passaram a construir seus próprios aparelhos “experimentais”, a partir do conceito “*homebuilt*”<sup>2</sup>. Inicialmente estes aparelhos eram limitados e seu voo era restrito a espaços delimitados, com o tempo se desenvolveram e passaram a serem usadas em viagens de longa distância. Girocópteros, trikes, ultraleves, motoplanadores, parapentes e balões de ar quente passaram a ser vistos com frequência. Cresceram em quantidade e de forma acelerada, da mesma forma, cresceram também os acidentes que vitimavam seus ocupantes. No Brasil já houve cerca de 450 girocópteros, registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB). Hoje, restam poucas dezenas, já que a grande maioria pereceu em acidentes (BARROS 2012).

Ao abordar os desafios da indústria aeronáutica nacional, Agmont e Ubiratan (2015) identificaram que processo de Certificação aeronáutica pode afetar a

---

<sup>2</sup> Aeronaves construídas por amadores, geralmente em suas próprias casas. Confeccionadas artesanalmente, a partir de plantas, ou a partir de kits de montagem e atualmente podem utilizar em sua construção materiais e tecnologias de última geração. Existem aeronaves desta categoria com desempenho e segurança muito acima do que requer sua Certificação, apesar de não serem homologadas.

competitividade da indústria aeronáutica nacional, influenciando de modo diferente a indústria de pequeno porte e a de grande porte. Em relação à indústria de grande porte, Migon e Montoro (2009) explicitam o caso da empresa Embraer, que durante o desenvolvimento das aeronaves modelo EMB-170/190 foi obrigada a financiar recursos próprios para conseguir alocar cerca de 23% do efetivo da empresa nas atividades relacionadas a desenvolvimentos de Certificação por cerca de 6 anos, investimento este, considerado de grande risco competitivo frente as vantagens concorrenciais de empresas da Rússia, China e Japão que recebem subsídios governamentais para este tipo de desenvolvimento (GOMES, 2012). Gazzoni (2015) identifica que as indústrias de pequeno porte são incapazes de se autofinanciar, ficam distantes de subsídios que possibilitem certificar e agregar valor aos seus produtos, não tendo ao menos condições de competir em mercados mais significativos.

Se no Brasil é identificada a dificuldade da indústria para realizar a Certificação do produto aeronáutico, em outros países existem exemplos que demonstram ser possível superá-las. Barros (2012) infere que os Estados Unidos se tornaram a partir da segunda metade do século 20 o maior produtor de insumos aeronáuticos, diversificando seus produtos em diversas linhas. Apesar da autoridade aeronáutica americana, Federal Aviation Administration (FAA), impor padrões rigorosos para Certificação de aeronaves, é o país onde é homologado o maior número de aeronaves do mundo, possibilitando desenvolver uma frota com mais de 300.000 (somente da aviação geral) aeronaves registradas contra aproximadamente 16.000 de todos os modelos registrados no Brasil. Existem distinções que vão desde os interesses do Estado até questões culturais que contribuem para o sucesso americano.

Portanto, se a Certificação Aeronáutica é reconhecidamente o melhor processo que a humanidade já desenvolveu para garantir a segurança de operação das aeronaves e seus componentes, segundo a Internacional Civil Aviation Organization (ICAO), mas também considerando que este processo é muito longo e custoso, então, como se poderia harmonizar a Certificação com a competitividade industrial brasileira requerida por estes produtos?

A resposta à questão acima delimita exatamente o intuito desta pesquisa, que é partir da hipótese que considera as relações entre a indústria e a Certificação

Aeronáutica para investigar se existem influências ou impactos desta relação na competitividade da indústria nacional.

Assim, no intuito de realizar uma avaliação assertiva e traçar as considerações analíticas imparciais, considerando o cenário onde um poder regulatório estatal pode interferir no desenvolvimento industrial devido a seus tramites, torna-se relevante desenvolver as observações do processo de Certificação através das três dimensões envolvidas:

- A ótica dos grandes fabricantes cuja questão principal é a necessidade de velocidade no desenvolvimento e aprovação de seus produtos e processos;
- A perspectiva dos pequenos fabricantes que se esforçam para conseguir suplantar os custos da Certificação do produto aeronáutico;
- A realidade do órgão Certificador que tem a responsabilidade única de imprimir requisitos de segurança a um produto, porém com o desafio de não ser um obstáculo para a indústria, mas sim um aliado.

A partir da triangulação das diferentes visões descritas, é possível a obtenção de resultados e informações representativas para a abordagem adotada nesta pesquisa.

## **1.1 Objetivos**

O objetivo geral da presente pesquisa é estudar o processo de Certificação aeronáutica no Brasil e avaliar quais são seus impactos na competitividade da indústria nacional.

Os objetivos específicos estabelecidos são:

- Pesquisar sobre o histórico de evolução da segurança na aviação civil e o surgimento da necessidade de Certificar o produto aeronáutico;
- Apresentar o sistema de Certificação aeronáutica brasileiro, no que tange aos aspectos legais, classes de produtos certificáveis e os tipos de certificação delineando a certificação de projeto, certificação de produção e a certificação de aeronavegabilidade;
- Realizar um levantamento sobre a história da Indústria Aeronáutica no Brasil, avaliando a importância atual deste segmento na economia nacional, tanto quanto sua contribuição para a sociedade;

- Identificar as relações que se dão entre a Organização de Certificação Aeronáutica e as indústrias de pequeno e grande porte, no que tange a aplicação dos requisitos, velocidade e dinâmica do processo, além dos custos associados à Certificação do produto aeronáutico;
- Apontar as diferenças estruturais e realidades do processo de Certificação nos Estados Unidos e no Brasil, traçando uma relação com a competitividade das respectivas indústrias;
- Propor possíveis melhorias ou oportunidades que possam fortalecer gestão do processo de Certificação.

## 1.2 Justificativas

As justificativas que corroboram a importância científica do tema abordado são consoantes com a linha de pesquisa trabalhada em vários pontos:

- O parque industrial da macrorregião de São Carlos é caracterizado pelo desenvolvimento de alta tecnologia concentrando diversas indústrias do segmento aeronáutico tanto de pequeno quanto de grande porte. Desta forma, ao desenvolver uma temática que trata de um processo de “Gestão Tecnológica”, propõe-se uma contribuição para a linha de pesquisa, mas principalmente para a sociedade industrial desta região. Essa relação é fortalecida pela observação de Clark e Fujimoto (1991) e Clausing (1994), onde se destaca que a sobrevivência das empresas no mercado atual e sua contribuição à sociedade, dependem de sua capacidade de aperfeiçoar o processo de desenvolvimento de produto, obviamente com os objetivos de reduzir custos, tempo de desenvolvimento e garantir a qualidade dos produtos.
- Um importante fundamento desta pesquisa é tratar da questão da segurança indivíduos que utilizam os dispositivos aeronáuticos e também da segurança dos que ficam em terra, devido à íntima ligação com a Certificação Aeronáutica, pois segundo Marinho (2016), nos últimos 10 anos o número de acidentes com aeronaves não certificadas cresceu de forma desproporcional em relação aos acidentes com aeronaves certificadas. Assim, ao identificar as fragilidades e as possibilidades de melhoria de um processo conduzido pela Gestão Pública,

presume-se também uma contribuição ao fomento da Certificação, possibilitando a elevação dos índices de segurança em voo.

- O meio corporativo vem cada vez mais buscando estudiosos e catedráticos para dissecar problemas organizacionais e traduzi-los através de teorias que proporcionam um melhor entendimento e o desdobramento de soluções organizacionais. Do ponto de vista acadêmico, o aprofundamento no tema proposto pode tornar-se de grande valia, pois procura contribuir em uma área de conhecimento específico carente de análises acadêmicas mais profundas, que possibilitem aprimorar as atividades corporativas. Esse valor agregado através de informações analítico-científicas pode fortalecer o “*Business Knowledge*”<sup>3</sup> do setor aeronáutico brasileiro.
- Por fim, justifica-se a discussão por haver uma coerência entre tema e a linha de pesquisa “Gestão Tecnológica e Sociedade Sustentável” desenvolvida pelo Programa de Pós Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ao avançar nos conhecimentos e aprofundar a compreensão das influências que um poder de regulação estatal exerce em determinado segmento industrial, faz-se na verdade uma contribuição científica para o campo interdisciplinar da Ciência, Tecnologia e Sociedade, considerando um dos preceitos citados por Holdren (2008), que é a viabilização e o aprimoramento das tecnologias para satisfação das necessidades humanas e do crescimento econômico sustentável.

### 1.3 Motivações

Existem vários possíveis fatores que podem estimular uma pesquisa no sentido proposto, porém o primeiro motivo elencado excede os científicos por se tratar de uma paixão particular do autor pela aviação. A intimidade com a temática surgiu desde cedo, quando a admiração e curiosidade por aviões que acabou determinando os rumos da carreira profissional. A atuação na empresa Embraer como engenheiro de desenvolvimento de produto e a posterior atuação na empresa TAM Linhas Aéreas como gerente de operações de manutenção de aeronaves, permitiu o acumulo sólidos conhecimentos sobre a dinâmica da indústria aeronáutica nacional. Tal experiência foi

---

<sup>3</sup> Conhecimento do negócio é o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos referentes a determinado negócio, independentemente do estágio a qual se encontra a instituição. São os parâmetros fundamentais para basear tomadas de decisão em relação aos rumos que o negócio deve tomar.

enriquecida através de atuações em empresas aeronáuticas norte-americanas, europeias e asiáticas possibilitando um importante “*benchmarking*” para desenvolver as discussões.

Atualmente, o exercício da docência no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, dentro da área de Manutenção de Aeronaves, é um grande estímulo para as pesquisas que possam contribuir com o desenvolvimento da aviação brasileira, inspiração esta fortalecida pela nobre missão de transmitir conhecimentos através do ensino tecnológico.

Através dos resultados obtidos, existe a pretensão de colaborar com o fomento da sociedade industrial aeronáutica através do entendimento e organização das nuances de um processo burocrático, pois conforme sintetiza Drucker (1992), a reestruturação do trabalho é a melhor ou talvez a única forma de trazer os custos para níveis mais baixos, e conseqüentemente sobreviver a um mercado competitivo. Neste sentido, em se tratando de melhoria de processo, certamente existe uma relação direta com a inteligência competitiva<sup>4</sup> do produto aeronáutico brasileiro, que atualmente dispõe de potencial, porém é limitado por complexidades, passíveis de solução. Corroborar para esta relação o pensamento Zanasi (1998) quando sintetiza um sistema de inteligência competitiva como sendo um elemento essencial para que organizações possam coletar informações essenciais do ambiente externo para compreender as forças e fraquezas próprias e a dos concorrentes, auto avaliar sua competitividade, prever as intenções dos concorrentes e as expectativas dos clientes além de prever ações governamentais que possam influenciar diretamente no negócio, como é o caso discutido por esta pesquisa.

Por fim, considerando a teoria desenvolvida por Christensen (2012) de que atualmente a inovação é o grande fator que determina o sucesso ou o fracasso das organizações, é também um fator motivacional alinhar os resultados desta pesquisa com o desenvolvimento de Carneiro (1995) que relaciona a inovação tecnológica como a transformação de uma ideia em forma de um produto novo ou melhorado, ou também oportunamente em processo operacional ou novo método de serviço, que empreendedoraamente implique em ganhos significativos, que no caso específico da Certificação, pode ser justamente uma base para transformação deste processo.

---

<sup>4</sup> Habilidade e capacidade de usar o conhecimento para buscar uma posição competitiva, tratando-se de um processo sistemático, ininterruptamente avaliado, com identificação, coleta, tratamento, análise e disseminação da informação estratégica para a organização, viabilizando seu uso no processo decisório.

## 1.4 Estrutura da Pesquisa

No sentido de discorrer em linhas coerentes e harmônicas aos padrões científicos, esta pesquisa é apresentada em sete etapas que visam propiciar uma leitura agradável.

Na etapa introdutória da pesquisa, é apresentada a problemática da pesquisa, são esclarecidos os objetivos, determinados os argumentos que a justificam além dos fatores que motivaram esta iniciativa.

A segunda etapa discorre sobre os métodos da pesquisa, fazendo sua classificação, determinando os procedimentos a aplicados, clarificando os critérios de busca documental, informando a metodologia da pesquisa de campo, tanto quanto os critérios de análise e os procedimentos metodológicos adotados para obtenção dos resultados.

A terceira etapa traz a primeira parte da revisão bibliográfica permitindo resgatar o histórico da evolução da segurança aeronáutica, abordando a origem e caminhos e funcionamento do processo da Certificação aeronáutica no Brasil.

Na quarta etapa, ainda com base em revisão bibliográfica, se faz uma contextualização da indústria aeronáutica brasileira e também é delineado um panorama, evidenciando a sua importância no contexto econômico brasileiro bem como a influência na sociedade das regiões onde se situam os polos industriais.

A quinta etapa é caracterizada pelos resultados da investigação, trazendo à tona a percepção das empresas sobre a existência de impactos do processo da Certificação aeronáutica em seu desenvolvimento. Também são explicitados os pontos de vista da autoridade homologadora em relação ao próprio processo e em relação à interface com as empresas atuantes, tanto quanto possíveis alternativas para contribuir com o processo.

Ao final, sexta e sétima etapas tratam respectivamente do desenvolvimento das discussões e conclusões baseadas na fase investigativa e também das possibilidades de futuros trabalhos baseados nesta contribuição.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Classificação da pesquisa**

Para fazer o enquadramento desta pesquisa segundo os padrões classificatórios convencionais, é preciso inicialmente entender as particularidades do tema abordado. Primeiramente, é tratada aqui uma questão de especificidade técnica complexa e voltada ao campo das Ciências Exatas. Em segundo, expõe-se a necessidade de obtenção de informações, através da interpretação dos regulamentos, normativas, estudos de caso e das publicações disponíveis, ainda que em restritas em quantidade e teor, além das importantes contribuições de atores envolvidos nos processos. Por fim, a pesquisa tem o propósito de ser nítida de modo a levar ao leitor tecer reflexões e vislumbrar possibilidades.

Como a síntese dos objetivos propostos é gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos, define-se a natureza desta pesquisa como aplicada. A forma de abordagem do problema e a busca de resultados factíveis dão se através do método qualitativo, pois mesmo que a base de informações para análise seja extraída de dados empíricos, a formação de opinião através de resultados é feita de modo indutivo baseado na interpretação dos fenômenos. Assim, considerando uma construção suportada pela obtenção de dados em dimensões diferentes, se fez uma investigação, onde os pontos de discussão são direcionados a: uma visão das indústrias de grande porte, depois uma visão das industriais de pequeno porte, e, por conseguinte a visão da Organização de Certificação Aeronáutica sobre o processo a qual gerencia.

Baseado no entendimento de Silva e Menezes (2005) devido à característica específica do tema e a forma de apresentação do problema, se faz coerente pautar esta pesquisa através de uma pesquisa técnica indicando assim a metodologia de exploração como a melhor forma de proporcionar familiaridade com o problema, de modo a torná-lo explícito. Buscas bibliográficas em materiais específicos e principalmente em publicações internacionais fazem parte do embasamento teórico dando consistência às conclusões, bem como as explorações e pesquisas de campo, que nortearão as análises dos resultados desta pesquisa.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

Um levantamento preliminar sobre as fontes e características das informações necessárias para viabilizar a pesquisa indicaram a necessidade de um padrão misto de exploração para que fosse possível prover uma análise holística, principalmente nas questões referentes às relações que se dão entre atores do processo da Certificação Aeronáutica. Desta forma, foram definidos os seguintes procedimentos:

- Pesquisa documental e revisão da bibliografia disponível sobre as regulamentações e processos de Certificação Aeronáutica e também sobre a indústria aeronáutica brasileira e suas influências na economia e sociedade;
- Pesquisa de campo e entrevistas realizadas junto às organizações envolvidas no processo de Certificação Aeronáutica, com participantes previamente definidos;
- Análise, comparação e integração das informações coletadas.

## 2.3 Fontes para pesquisa documental e revisão bibliográfica

A pesquisa documental envolve o levantamento de legislações, regulamentos e instruções normativas, emitidos pelas três autoridades civis aeronáuticas mais relevantes (à pesquisa) e que exercem a regulação e controle do setor: Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), *Federal Aviation Administration* (FAA) e *European Aviation Safety Agency* (EASA), com atuação respectivamente no Brasil, Estados Unidos da América e Europa, conforme se estratifica no Quadro 1 que identifica o regulamento pertinente, volume de informações e edição, com utilização da última revisão disponível.

Quadro 1: Regulamentos empregados na pesquisa documental

Escopo do regulamento	Total de Páginas	Regulamento Pertinente	Ano da publicação
<b>Expedidos pela ANAC</b>			
Certificação de produto aeronáutico	70	RBAC 21	2011
Certificação: operadores regulares e não regulares	35	RBAC 119	2014
Certificação e requisitos operacionais: operações agroaerícolas	33	RBAC 137	2012
Procedimentos para a aprovação de produtos aeronáuticos civis importados	12	IS 21-010B	2013
Apresentação de dados requeridos para Certificação suplementar de Tipo	36	IS 21-021A	2014
Certificação de aeronavegabilidade de planadores	6	IS 21.17-2A	2012

<b>Expedidos pelo EASA</b>			
Certification Specifications for Sailplanes	140	CS-22	2003
Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes	429	CS-23	2003
Certification Specifications for Large Aeroplanes	473	CS-25	2003
Acceptable Means of Compliance and Guidance Material for the airworthiness and environmental certification of aircraft and products, parts and appliances, as well as for the certification of design and production organizations	253	AMC and GM to Part 21	2012
<b>Expedidos pelo FAA</b>			
Production Approval and Certificate Management Procedures	11	8120.2E	2008
Type Certification	7	8110.4C	2005
The FAA and Industry Guide to Product Certification	117	-	2004

Fonte: Elaborado pelo autor

As informações para a revisão bibliográfica foram buscadas nas bases de dados ESDU (Engineering Science Data Unit), Web of Science (registros de publicações técnico – científicas gerais) e SCIELO (artigos, periódicos e revistas científicas).

Para realização das consultas em cada classe de fonte complementar listadas, foram definidas as seguintes combinações de busca e itens de classificação, dependendo do tipo e forma de busca:

Em inglês: “aircraft certification” or “aeronautical certification” or “aircraft certification process”. Também combinações como (“aircraft and aeronautical certification”) or (“aeronautical certification and product”) or (“aeronautical product and certification”).

Em português: “certificação aeronáutica” or “certificação de aeronaves” or “certificação de produto aeronáutico” or “processo de certificação aeronáutica. Também combinações como (“certificação aeronáutica and produto”) or (“certificação aeronáutica and aeronaves”) or (“aeronáutica and certificação”).

Em complemento as fontes descritas acima, as discussões foram enriquecidas com a contribuição de publicações especializadas contidas em revistas e sites dedicados a aviação.

As principais revistas especializadas utilizadas: Aeromagazine, Aviação em Revista, Avião Revue Brasil, Avião e Piloto, Aviation Safety Magazine, Aviation Safety World, Aviation Today, Aviation Week, Flap Internacional, Flight Magazine, Poder Aéreo, Pesquisa Fapesp e The Aviation Herald

Os principais sites consultados: AeroStrategy (<http://www.aerostrategy.com>), ANAC (<http://www.anac.gov.br/>), Associação Brasileira de Aviação Geral (<http://www.abag.org.br>), AOPA (<http://www.paraserpiloto.aopabrasil.org.br>), AvBuyer (<http://www.avbuyer.com.ch>), Aviation Today (<http://www.aviationtoday.com>), Aviation Week (<http://www.aviationweek.com>), AvWeb (<http://www.avweb.com>), Boeing (<http://www.boeing.com>), CAVOK (<http://www.cavok.com.br>), CTA (<http://www.cta.br>), Cultura Aeronáutica (<http://www.culturaaeronautica.blogspot.com.br>), EASA ([http://www.easa.eu.int/ws\\_prod/index.html](http://www.easa.eu.int/ws_prod/index.html)), Embraer (<http://www.embraer.com.br>), FAA (<http://www.faa.gov/>), Helibras (<http://helibras.com.br>), IFI (<http://www.fab.mil.br>), Southwest Research Institute ([www.swri.org](http://www.swri.org)) e demais sites acessados, via busca informal por meio da ferramenta de procura Google ([www.google.com.br](http://www.google.com.br)).

## **2.4 Pesquisa de campo**

Após terem sido definidas as informações da pesquisa documental e da revisão bibliográfica que embasaram o referencial teórico, a pesquisa seguiu para a fase de buscas por informações em campo com o intuito de estudar as organizações envolvidas e compreender os fenômenos que ocorrem durante o processo de Certificação em seu contexto real (GIL, 2008). Assim o produto das informações coletadas em campo foram fundamentais à construção dos resultados e discussões desta pesquisa.

Apesar de existir varias formas e técnicas para realização da pesquisa de campo, Minayo (1993) já havia identificado os dois principais instrumentos deste trabalho, que são compostos pela observação e pela entrevista. A compreensão da questão de pesquisa e do ambiente são os determinantes da sequência em que os instrumentos de coleta devem ser aplicados.

### **2.4.1 Observação do universo de pesquisa**

Com base na referencia anterior, a primeira ação desenvolvida na fase da pesquisa de campo foi realizar a observação das possíveis organizações e indivíduos participantes. As organizações foram observadas no sentido de verificar qual o grau de envolvimento com a problemática, o enquadramento nas dimensões das fontes de

informações pretendidas pela pesquisa (ilustradas na Figura 2), além da verificação de viabilidade de acesso às instituições e conhecimentos buscados. Também foram observados e definidos os indivíduos, que dentro de suas respectivas organizações e das posições ocupadas, pudessem prover informações assertivas e atualizadas. As posições focadas foram os postos de coordenadores, gerentes e diretores.

Figura 2 - Dimensões das fontes de informação da pesquisa de campo



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 2.4.2 Entrevistas

Seguindo o método adotado, a dinâmica para a exploração de informações específicas e cognitivas em campo foi realizada através de entrevistas semiestruturadas. Preparou-se uma agenda de visitas e arguições com participantes de posições estratégicas proporcionando uma flexibilidade para exposição dos pontos relevantes a pesquisa. Silva e Menezes (2005) indicam que mesmo o levantamento de dados e informações através de entrevistas semiestruturadas, requer 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.

No caso de entrevistas semiestruturadas, a delimitação do universo do tema a ser investigado é algo primordial, pois interfere diretamente na qualidade das informações a

partir das quais será possível construir a análise e chegar à compreensão mais ampla do problema delineado. No sentido de balizar a entrevista e obter as informações mais próximas do objetivo pretendido, como padrão de semiestrutura foi definido os tópicos abaixo aplicados aos respectivos participantes:

- Para a indústria de grande porte buscou-se saber: i) Qual o entendimento para o processo de Certificação? ii) Quais são as principais dificuldades internas para certificar um produto? iii) Quais as principais deficiências observadas no processo? iv) Quais são as principais dificuldades observadas no órgão certificador? v) Tendo a experiência de produtos certificados em outros países, é possível indicar diferenças relevantes? vi) Em linhas amplas quais seriam as sugestões para promover o processo de Certificação ao estado da arte?
- Para a indústria de pequeno porte buscou-se saber: i) Qual o entendimento para o processo de Certificação? ii) Quais são as maiores dificuldades para se Certificar um produto? iii) Quais são as principais dificuldades observadas no órgão certificador? iv) Como seria possível contribuir para fortalecer a Certificação do produto aeronáutico da indústria de pequeno porte?
- Para o órgão certificador brasileiro buscou-se saber: i) Quais são as percepções sobre a indústria de pequeno e grande porte em relação ao processo de Certificação? ii) Quais são as maiores dificuldades internas para promover o processo de Certificação? iii) A organização está preparada para atender as demandas da indústria de grande porte, principalmente em relação às novas tecnologias? iv) Existem iniciativas para fomentar a indústria de pequeno porte? v) Havendo acordo de bilateralidade com a autoridade norte-americana, por exemplo, são observadas distinções nos processos aplicados no Brasil e nos Estados Unidos? vi) Em linhas amplas quais seriam as sugestões para promover o processo de Certificação ao estado da arte?

#### 2.4.3 Aspectos éticos da pesquisa

Os propósitos, questionamentos e público alvo foram submetidos à avaliação do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), tendo sido aprovado em acordo com o parecer nº 1.573.948 emitido em 03 de Junho de 2016 (Apêndice A). Todos os participantes abordados tomaram ciência do

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declarando concordância ao intuito da pesquisa.

Para manutenção dos princípios éticos e garantir sigilo às fontes de informação, tanto as pessoas entrevistadas quanto as organizações abordadas não são nominalmente expostas na pesquisa, evitando assim qualquer parcialidade ou interferência posterior. Os atores participantes serão apenas identificados da seguinte forma:

- Os participantes das indústrias de grande porte são identificados como IGP1, IGP2 e assim respectivamente;
- Os participantes das indústrias de pequeno porte são identificados como IPP1, IPP2 e assim respectivamente;
- A organização de Certificação aeronáutica e seus participantes serão identificados unicamente como OCA.

## **2.5 Análise e tratamento das informações coletadas**

O entendimento e avaliação dos regulamentos aeronáuticos das organizações de regulamentação pertinentes (ANAC, FAA e EASA) e suas respectivas normativas, consideradas fontes secundárias, foram importantes para compreender a ideia do processo, seus trâmites e quesitos. Além disso, extraíram-se dados que permitem uma comparação de tendências e formas de trabalho entre as agências brasileira, norte-americana e europeia. A partir desta análise, foi possível obter as primeiras indicações sobre o desempenho das indústrias dos respectivos países.

As informações levantadas em campo, consideradas fontes primárias, viabilizaram a composição dos resultados da pesquisa, porém seu tratamento exigiu algumas atenções. No tocante as cautelas com análise dos dados coletados Quivy e Campenhoudt (1995) enfatizam que os resultados encontrados são os que resultam das operações precedentes, desta forma, é comparando os resultados encontrados com os resultados esperados pela hipótese que se podem tirar as conclusões. Se houver divergência entre os resultados observados e os resultados esperados, será necessário examinar de onde provém esse distanciamento e em que a realidade é diferente do que se presumia no início, elaborando novas hipóteses e, a partir de uma nova análise dos dados disponíveis.

Os questionamentos semiestruturados e o respectivo processamento dos resultados das entrevistas não foram necessariamente traduzidos de forma *ipsis litteris*, mas sim, organizados em uma forma de redação cuja dinâmica permitirá um melhor direcionamento e filtro dos resultados relevantes. Obviamente foi admitida a possibilidade de haver tendências de interesses particulares em cada depoimento, e em havendo esta ocorrência, foram sintetizados e subtraídos proporcionando uma análise isenta e imparcial, que realmente proporcione uma contribuição científica.

### **3 AVIAÇÃO CIVIL E A CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA**

#### **3.1 Evolução da Segurança no Transporte Aéreo**

A aviação começa a ter difusão mundial somente após o final da 1ª Guerra Mundial em um momento em que se conseguiu aprimorar os princípios sobre a construção e técnicas de pilotagem. Conforme narra Santo Júnior (2004), ao final da 1ª Grande Guerra, uma quantidade considerável de aeronaves ficou disponível, haviam de aviadores e mecânicos em quantidade, bem como a criação de escolas de pilotagem fizeram com que novamente as atenções fossem voltadas para a potencial utilização dos aviões como meio de transporte comercial. Este momento foi marcado pelo surgimento das primeiras empresas voltadas ao transporte comercial com a utilização de aviões. Alemanha e a Inglaterra se fizeram pioneiras neste negócio, mas que ainda foram incipientes, pois ainda neste período, vários problemas como segurança e desempenho ainda permaneciam sem solução, contribuindo para o atraso no desenvolvimento do transporte aéreo (SANTO JÚNIOR 2004).

No intervalo entre guerras, o transporte aéreo de cargas e correspondências ganha espaço muito grande na maioria dos países, bem como as primeiras viagens comerciais de longo alcance. Porém ao passo que o transporte aéreo comercial se popularizou, cresceu também o número de acidentes, cujos fatores e causas estavam relacionados basicamente com segurança de operação, resistência dos materiais utilizados, controles e confiabilidade dos sistemas, navegação aérea e ao fator humano. Ademais, mostrando a necessidade premente de se padronizar regras internacionais de voo além dos procedimentos de operação e manutenção dos equipamentos (BOEING, 2016a).

A 2ª Guerra Mundial, apesar da incontestável tragédia, foi um marco evolutivo no avanço tecnológico em diversas áreas do conhecimento, principalmente nas relacionadas ao transporte aéreo. Crouch (2008) resgata que o acirramento de guerra levou os países do conflito a investir seus esforços em tecnologia que permitisse avanços bélicos que proporcionasse vantagens, e a área aeronáutica neste contexto foi desenvolvida. Os americanos evoluíram os sistemas de radares e massificação produtiva, os ingleses se destacaram no desenvolvimento de sistemas de comunicação e transponder. Os alemães desvendaram os segredos da aerodinâmica de alta velocidade e produziram os primeiros motores a reação. Toda essa tecnologia rapidamente foi adaptada para a aviação civil que permitiu que o transporte intercontinental fosse realizado com mais facilidade e menor tempo por meio das aeronaves a jato, com grande capacidade de carga e velocidades próximas a do som.

Com o aumento significativo do volume de tráfego internacional aéreo passado no decorrer da década de 1940, viu-se a necessidade de criar regras abrangentes para a questão aérea. Assim, em 17 de Dezembro de 1944 é formada a Convenção de Chicago, que reuniu cinquenta e quatro países para discutir questões sobre segurança, padronizações, dentre outros assuntos que se tornaram em 1947, pauta doutrinadora da aviação mundial dando origem a *International Civil Aviation Organization* (ICAO). Até este momento, não havia grandes preocupações com segurança, pois o propósito bélico da maioria das aeronaves em operação não o requeria (MACKENZIE, 2010).

Segundo Grant (2002) nos anos posteriores a 2ª Guerra Mundial e principalmente a partir da década de 1950 iniciou-se uma desenfreada competição pelo espaço aéreo por diversas empresas. O sonho de transportar pessoas, atravessar continentes e oceanos, impulsionou a fabricação de um grande número de aeronaves de transporte que se beneficiaram da tecnologia desenvolvida na guerra e que neste momento já alcançavam grandes distâncias, levando enorme carga útil, com agilidade e conforto, dando início a época de ouro da aviação comercial.

Na década de 1950, um surto de aeronaves comerciais tomavam os céus dos grandes centros mundiais. Desde aeronaves militares adaptadas para transporte civil, aeronaves transoceânicas como o *Lookeed Constellation* até novos modelos desenvolvidos para o transporte puramente de passageiros (não mais de cargas e artefatos bélicos). A cada ano, passos importantes aconteciam na aviação mundial,

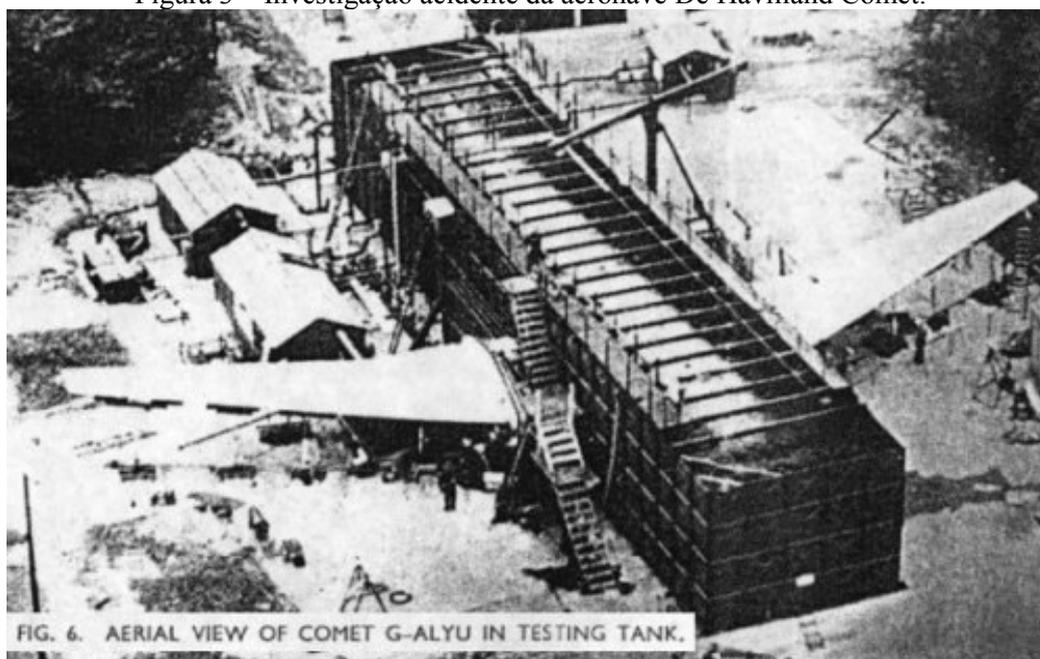
sendo que em 1952, a primeira aeronave comercial a jato de passageiros, o “*De Havilland Comet*” faz o primeiro voo intercontinental entre Londres e Johannesburgo cruzando o percurso em tempo recorde para passageiros (GRANT, 2002).

Mas o esforço desta corrida pelos ares começou a dar sinais de sua fragilidade principalmente para a indústria, que apesar de se prevalecer de toda tecnologia do pós-guerra, ainda carecia de uma maturação e entendimento maior dos efeitos atmosféricos e aerodinâmicos nas máquinas. Liasch (2011) narra que o grande sucesso do primeiro jato comercial (o inglês *De Havilland Comet*) acaba se transformando em pesadelo e grande preocupação no cenário da aviação. Duas destas aeronaves sumiram inexplicavelmente no oceano deixando uma grande incógnita sobre o que teria acontecido.

Tal incógnita levou as autoridades a uma incessante busca de respostas para desvendar tecnicamente o que teria ocorrido com estas aeronaves. Investigações a partir de tentativas de reconstrução da aeronave a partir dos destroços foram em vão, pois não apresentaram dados significativos para descoberta do ocorrido. Somente após diversas teorias e uma extensa pesquisa, chegou-se a suspeita que haveria uma possibilidade de falha catastrófica ao se pressurizar a aeronave. A investigação do acidente da aeronave De Havilland Comet, ilustrada na Figura 3, utilizou-se de um modelo real colocado em uma piscina para realização de testes de diferencial de pressão, para confirmar esta suspeita.

A conclusão desta investigação, inovadora para a época, levou ao entendimento de que houve fadiga do material que não era compatível ao esforço solicitado pela pressurização, ou seja, os materiais das aeronaves despressurizadas já não serviam, para a nova necessidade de pressurização. Descobriram também vários outros erros de projeto e fabricação, pois na época não havia dispositivos de validação dos projetos de aeronaves. Eventos similares ocorreram com outras aeronaves, levando a mesma constatação: falta de critério de avaliação dos projetos de aeronaves que conseguisse garantir o nível de segurança necessário (LIASCH, 2011).

Figura 3 – Investigação acidente da aeronave De Havilland Comet.



Fonte: BAE Systems (<http://dh-aircraft.co.uk/>)

No final da década de 1950 e início da década de 1960, governos de países que acumulavam o maior volume de tráfego aéreo (coincidentemente fabricantes de aeronaves também) começaram a se preocupar com a questão da segurança aérea, partindo para a criação de organizações governamentais locais com a finalidade de regulamentar a atividade aérea principalmente em relação à padronização dos critérios de projeto e fabricação das aeronaves uma vez que grande parte dos acidentes aeronáuticos da época se dava por falhas do produto, de sua operação ou manutenção (BOEING, 2016a).

Segundo dados estatísticos publicados pela empresa Boeing (2016b), em uma amostragem de 1843 acidentes e incidentes graves ocorridos entre 1950 até 2006, constatou que 21% dos acidentes estavam relacionados a falhas de estruturas ou sistemas que poderiam ser evitados, se houvesse um critério mais rígido para validação de projeto. Concluiu ainda que 53% destes acidentes que estão relacionados a erro humano, 32% poderiam ser evitados caso houvesse dispositivos de redundância que só em uma análise criteriosa de Certificação poderia detectar.

Os governos passaram a aumentar a preocupação com a criação de mecanismos para realizar as certificações e validações necessárias ao produto aeronáutico, garantindo critérios mais seguros nas avaliações de projetos de aeronaves. Mesmo

assim, o problema ainda não estava todo resolvido, pois cada país poderia adotar um critério diferente de avaliação, assim um fator que era importante para determinado órgão certificador, poderia não ser tão importante para outro órgão similar de outro país e as aeronaves cada vez mais cruzavam voos mais longos e sobre espaços aéreos de países variados. Mackenzie (2010) infere que mesmo antes, a partir da década de 1940, o transporte aéreo de passageiros começava a deparar-se com uma série de problemas de padronização:

- Problemas de comunicação em voos ou operações de manutenção a nível internacional (causando grande potencial de risco de acidentes);
- Espaços aéreos com regras de navegação diferentes, mapas diferentes e sistemas de comunicação diferentes;
- Legislação de sobrevoos diferente entre países;
- Protocolos e exigências aleatoriamente estabelecidas por cada país;
- Qualidade e controle dos materiais utilizados;
- Falta de padrões da operação e da manutenção dos equipamentos; e
- Aspectos relacionados ao fator humano.

Observando a necessidade de homogeneizar os fatores descritos acima relacionados à operação aérea em âmbito mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) ou em português, Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) que reúne atualmente 191 países e os audita constantemente, forçando toda a cadeia produtiva e operacional do setor aeronáutico a promover os melhores critérios de segurança em relação a todos os meios de transporte.

### **3.2 A Certificação Aeronáutica**

Uma intensa complexidade e concorrência marcam a existência da indústria aeronáutica. Engenharia, criatividade, critérios e inovações são elementos vitais a este setor, no entanto, o desenvolvimento de projeto das aeronaves exige um extremo equilíbrio de variáveis para se atingir o objetivo final, principalmente dos materiais que compõe estas aeronaves. Se por um lado existe a constante busca por materiais de baixíssimo peso, por outro a resistência é mandatória, e neste caso o peso do produto é essencial, pois via de regra, a densidade que produz resistência faz contrapartida com

peso. Além disso, há incessante procura por materiais com características especiais, tais como resistência ao fogo, flutuação, proteção acústica, proteção térmica, amortecimento de vibrações, refração, condutibilidade, fluência aerodinâmica, maleabilidade de modelação, entre diversas outras (RAYOL, 2016).

Neste sentido, todo este esforço de engenharia envolve um grande montante de recursos financeiros no desenvolvimento e fazendo com que somente as indústrias mais competitivas consigam obter êxito neste mercado. Não obstante, toda esta complexidade, todo produto aeronáutico depois de concebido, precisa passar por rigoroso processo de comprovação de atendimento dos requisitos de aeronavegabilidade impostos pela autoridade aeronáutica local ou pelas quais o produto pretende operar. Este processo de validação dos projetos, procedimentos e fabricação das aeronaves é chamado de Certificação, e consiste na realização de testes e ensaios destrutivos ou não destrutivos onde uma autoridade homologadora, deve certificar que o projeto proposto atende satisfatoriamente os padrões mínimos de resistência e confiabilidade exigidos ao produto, para que ateste os padrões de segurança antes de alçar voo. Wise e Hopkin (2000) definem que no contexto aeronáutico, a Certificação envolve a avaliação dos produtos de aviação que são tecnologicamente novos e previamente não utilizados ou não testados e ainda a utilização mista de um produto tecnologicamente novo com um já previamente testado no sentido de avaliar a segurança do conjunto.

Desta forma, o processo de Certificação aeronáutica consiste em avaliar exaustivamente o produto, verificando sua resistência e redundância a possibilidades de falhas, que proporcionará a segurança necessária ao material aeronáutico. Considerando que é “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” (WISE; HOPKIN, 2000, p. 16). Desta forma, se presume haver uma relação direta entre Certificação e Garantia da Qualidade.

A Certificação não pode ser confundida com um registro de invenção ou patente. A Certificação por sua natureza visa tão somente aferir conformidade do projeto contra os requisitos pertinentes, não levando em conta se já existe outro produto semelhante no mercado, a não ser para aproveitar os conhecimentos e experiências já obtidas em outros processos para aperfeiçoar os requerimentos que versam sobre segurança em sentido amplo (CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL, 2004). A pesquisa, a atividade

acadêmica ou a consultoria técnica realizados em âmbito industrial são conceitos a qual não se podem confundir com Certificação, pois são distintos. Ainda assim, existem vários conceitos equivocados sobre a Certificação que ainda são bastante comentados no cenário da aviação brasileira. Alguns entendem que a Certificação é tão somente a necessidade do simples cumprimento das exigências burocráticas contidas nos regulamentos, outros entendem que se trata de um mecanismo que serve a impor barreiras comerciais ou reserva de mercado, ou ainda um dispositivo para obter isenções fiscais e vantagens comerciais.

A seriedade do processo está amparada por lei, pois a utilização de uma aeronave não Certificada para transportar passageiros e, ou realizar atividades comerciais é considerado ilegal de acordo com o Artigo 67 do Código Brasileiro de Aeronáutica – CBA. Assim, dentre as várias etapas que compõem o desenvolvimento de uma nova aeronave, a Certificação representa um marco bastante significativo, pois representa a validação do que foi pensado, através de um projeto, e o que realmente foi produzido. Mais do que isso, a Certificação é a garantia de segurança da nova aeronave, através da confirmação e adequação com rigorosas normas e padrões internacionais.

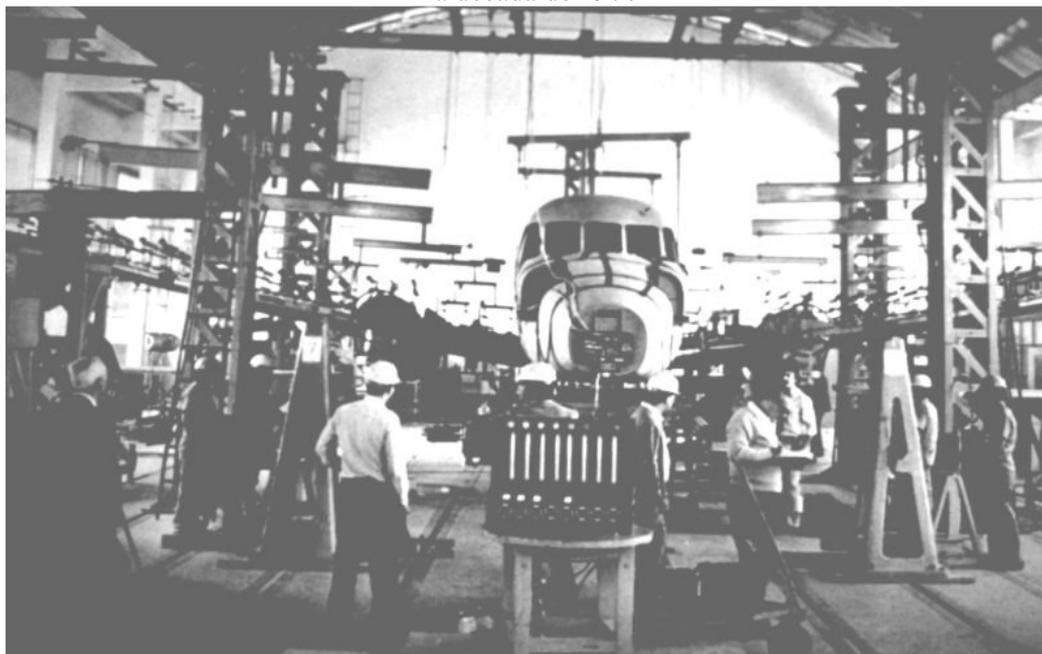
Segundo a Centro Técnico Aeroespacial (2004), nas apresentações do Seminário para Candidatos a RCE/RCF, as questões da legalidade e responsabilidade do processo de Certificação Aeronáutica são apresentadas com três características legais específicas:

- 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, a certificação pelas normas ISO9000.

Ainda com relação aos aspectos legais da certificação aeronáutica no Brasil, determina o RBAC 21.17 (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2011) que toda empresa que almeja certificar um determinado projeto de tipo, deve demonstrar que este cumpre com os requisitos aeronáuticos aplicáveis, conforme estabelecido nesta publicação, para isso, é necessário realizar uma série de análises e atividades cujos resultados precisam ser registrados tanto para apresentação à autoridade quanto para

efeito de memória técnica, como por exemplo um ensaio de resistência estrutural ilustrado na Figura 4 cujos resultados práticos precisam confirmar os componentes técnicos do projeto.

Figura 4 – Ilustração do ensaio estrutural da aeronave modelo EMB-110 desenvolvida no CTA na década de 1970



Fonte: Carvalho (2015)

Todos os registros que são gerados ao longo do processo de certificação do projeto constituem-se em evidências de que os requisitos aplicáveis são atendidos. Por outro lado é responsabilidade da autoridade aeronáutica, definir escopo, fazer instrução, avaliar (seja por si só ou através de um delegado), todos os projetos de aeronaves que se enquadram nos padrões de “homologadas” (CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL, 2004).

Rayol (2016) descreve que o processo de Certificação demanda um grande esforço por parte da empresa que submete um projeto para aprovação da autoridade aeronáutica, porém existe um esforço maior para a própria autoridade, que deve ter conhecimento e capacidade tecnológica suficiente para avaliar e validar as proposições de projetos a que são submetidos. Grande parte deste esforço é consumida na geração e gestão de evidências de cumprimento com requisitos, e como regra geral, as regulamentações e requisitos de um processo de Certificação são recomendados pela ICAO, porém os países tem sua própria liberdade para fazer sua regulamentação de

acordo com a cultura, necessidades e principalmente fatores ambientais locais. A localização geográfica onde a aeronave irá operar pode determina grande parte dos requisitos de certificação como, por exemplo, as necessidades de equipamentos e sistemas de segurança de uma aeronave certificada para cruzamentos oceânicos são diferentes das que somente cruzam continentes. Outro exemplo, aeronaves que voam em regiões polares apresentam sistemas distintos das que somente voam em regiões equatoriais e assim fazendo particularidades regionais (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2014).

Normalmente para os países que são signatários da ICAO os requisitos são similares, tanto que em muitos casos uma autoridade pode aceitar e validar a certificação realizada por outra ou então elas podem trabalhar de forma simultânea, ou seja, autoridades aeronáuticas distintas trabalham em conjunto na Certificação de um produto ao mesmo tempo.

Aeronaves destinadas ao uso militar também precisam passar pelo processo de Certificação que, além de se preocupar com os mesmos requisitos de segurança, apresenta um foco muito direcionado para a missão que a aeronave vai realizar (transporte, ataque, patrulhamento, resgate, etc.) (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2005). Apesar de haver os requisitos particulares e específicos, entre as certificações civil e militar, muitos requisitos básicos são comuns cujas situações podem ocorrer em qualquer aeronave. Um exemplo clássico é o para verificação de resistência de para-brisas estruturas e sistemas contra impacto com gelo ou aves, ilustrado através da Figura 5. Esse ensaio é utilizado para desenvolvimentos e aprovações de componentes aeronáuticos com relação às suas resistências estruturais ao impacto de pássaros ou objetos lançados na atmosfera. Usualmente os componentes aeronáuticos ensaiados são para-brisas, janelas, canopis e estruturas da fuselagem, das asas e das empenagens. O banco de ensaios, basicamente, é composto de um canhão de ar comprimido e instalações especialmente preparadas para executar os ensaios de impacto.

Figura 5– Ilustração de ensaios de Certificação para verificação de resistência de para-brisas e cabines contra impacto com gelo ou aves.



Fonte: Southwest Research Institute (1995)

O processo certificatório determina níveis de segurança ao voo, pessoas e patrimônio, de modo a definir padrões aceitáveis. Este padrão adota a quantificação da proporção de um acidente catastrófico (desde que não ocasionado propositalmente) a cada milhão de horas de voo (CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL, 2004). Na Quadro 2, é possível visualizar exemplos estatísticos do monitoramento da segurança de alguns modelos de aeronaves. Se alguma aeronave Certificada apresentar índice maior que o previamente determinado, por obrigatoriedade não poderá mais voar até que sejam reavaliados os fatores que desencadearam tais eventos catastróficos. Geralmente a necessidade de reavaliação poderá gerar modificações obrigatórias que afetam toda a frota do modelo.

Estas modificações para corrigir eventuais anomalias não detectadas durante o processo certificatório são impostas em caráter compulsório pela autoridade aeronáutica homologadora. É chamada de Airworthness Directive (AD), se emitida por órgãos internacionais ou chamada por Diretriz de Aeronavegabilidade (DA), se emitida pela autoridade brasileira.

Quadro 2: Exemplos de eficácia da Certificação de alguns modelos de aeronaves

<b>MODELO DE AERONAVE</b>	<b>TAXA DE EVENTOS*</b>
Airbus A-320 (Europa)	0,68
Boeing B-737 (Estados Unidos)	0,58
Boeing B-747 (Estados Unidos)	1,91
Embraer EMB-120 (Brasil)	0,81
Embraer EMB-145 (Brasil)	0 (zero)
* Acidentes fatais por milhão de voos	

Fonte: Adaptado de Centro Técnico Aeroespacial (2004)

As diretrizes de aeronavegabilidade (DA) asseguram que as aeronaves voem com segurança mesmo após o período de certificação, pois, mesmo com todo o avanço da tecnologia empregada no desenvolvimento de uma aeronave, eventuais falhas de projeto, defeitos de fabricação ou eventos inesperados, podem ocorrer durante o uso contínuo do equipamento. A diretriz é emitida pela autoridade aeronáutica de cada país após análise de uma condição insegura existente em um produto aeronáutico que possa se desenvolver em outros produtos do mesmo projeto (MARCUIZZO JUNIOR, 2014).

A diretriz de Aeronavegabilidade obriga que uma anomalia seja corrigida obrigatoriamente em determinado espaço de tempo. Um exemplo recente foi o caso do acidente da empresa aérea AirFrance, voo A447, onde uma aeronave da Airbus modelo A-330 caiu no Oceano Atlântico devido a uma árvore de falhas que se iniciou em um componente chamado de tubo de pitot<sup>5</sup> cujo sistema de proteção contra congelamento falhou, sendo uma falha que não havia sido identificada na fase de Certificação. Conforme Hradecky (2011) narra, o caso exigiu com que a autoridade europeia EASA emitisse uma AD obrigando que toda a frota mundial de aeronaves que utilizavam este componente a substituir por novos já atualizados, cuja possibilidade de falha havia sido corrigida.

<sup>5</sup> O tubo de pitot é um dispositivo utilizado para aferir velocidade de fluidos, segundo modelos físicos. São utilizados em aeronaves e normalmente possuem um sistema de aquecimento para evitar o congelamento em grandes altitudes e provocar erros de leitura da velocidade.

### 3.2.1 Estrutura do processo de Certificação

O processo de certificação de projetos e produtos aeronáuticos segue tramites semelhantes nas mais variadas autoridades do mundo seja na autoridade FAA, EASA ou na brasileira ANAC. No Brasil, os procedimentos de homologação para produtos e partes aeronáuticas são tratados dentro do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil N°21 (RBAC 21). Dentro da organização deste regulamento, a autoridade homologadora brasileira estabelece o processo de Certificação como 4 (quatro) macro atividades a saber:

- **Aplicação**, momento onde se inicia o processo com a apresentação do projeto para a autoridade, que deverão definir quais são os requisitos aeronáuticos aplicáveis. Esta etapa pode durar até meses uma vez que, em geral, são várias as tecnologias envolvidas e implicando na necessidade de especialistas de diferentes áreas do conhecimento.
- **Verificação de Cumprimento com os Requisitos (VCR)**, etapa em que a autoridade certificadora verifica as demonstrações de atendimento aos requisitos aplicáveis, comprovando que a proposta de projeto apresente os mínimos necessários para garantia de segurança. Esta etapa pode ser considerada a mais complexa, demorada e onerosa, pois dependendo do requisito a ser atendido, há necessidade de se fazer a validação através de análises laboratoriais, inspeções e testes com modelos em solo e em voo.
- **Emissão do Certificado de Homologação de Tipo (CHT)**, etapa posterior a VCR onde o CHT permite a fabricação, comercialização e operação das aeronaves conforme projeto aprovado, ou seja, propriamente o certificado que aprova o projeto.
- **Aeronavegabilidade Continuada** é uma atividade que tem duração equivalente à vida útil do produto e consiste em avaliar a manutenção dos níveis de segurança originais durante o envelhecimento do produto, ou seja, é o acompanhamento detalhado da vida do produto, sendo que se houver algum fator algum problema que afete a segurança durante a operação, o CHT pode ser suspenso até que sejam corrigidos fatores motivadores de risco.

É importante entender neste momento a definição do produto aeronáutico, que pode ser compreendida como a aeronave como todo, ou um motor, uma hélice,

componentes, assim como partes ou acessórios das aeronaves avaliados singularmente ou agrupadas em sistemas. Resumidamente é todo o universo instalado ou fixado em uma aeronave que propicie função durante o voo.

Para fazer uma padronização, o RBAC 21, a autoridade regulamentadora brasileira faz uma divisão dos tipos de produtos certificáveis em três classes distintas:

- **Produto Classe I** – Aeronave (célula estrutural), motor ou hélice, montados em um único conjunto, ou seja, é a parte vital da aeronave.
- **Produto Classe II** - Componentes maiores de um produto Classe I como asas, fuselagens, conjuntos de empenagens, trem de pouso, transmissões de potência e superfícies de comando cuja falha pode prejudicar a segurança do produto Classe I. Inclui ainda qualquer peça, material ou dispositivo aprovado e fabricado de acordo com o sistema de ordens técnicas padrão, contidas na subparte O do RBAC 21, onde são tratados os procedimentos referentes à emissão de Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado segundo uma Ordem Técnica Padrão.
- **Produto Classe III** – Demais peças, partes ou componentes não enquadrados como produto Classe I ou II. Estes não devem afetar significativamente a segurança de voo.

### 3.2.2 Tipos de Certificações

Nos mesmos padrões adotados pelas normas aeronáuticas dos Estados Unidos e da Comunidade Europeia, a regulamentação brasileira compreende que a Certificação de um produto não se trata de ação única e pontual. Aos mesmos moldes das publicações CFR 21 (nos EUA) e EASA Part 21 (na Europa), no Brasil, o RBAC 21 determina que o produto aeronáutico seja Certificado da sua concepção até o final da vida útil, diferenciando em intervalos de acordo com o tipo de atividade a ser desenvolvida (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2011).

### 3.2.3 Certificação do Projeto

O Seminário para candidatos a RCE/RCF (CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL, 2004) interpreta a Certificação do Projeto, também denominada Certificação de Tipo, como sendo a análise e validação devidamente certificada por

autoridade técnica e legalmente competente, de que determinado projeto de produto aeronáutico cumpre com todos os requisitos técnicos pré-estabelecidos pela autoridade certificadora no sentido de garantia de perfeição de segurança de voo. Neste caso específico os produtos aeronáuticos pertencentes à classe I, para a emissão do Certificado de Homologação de Tipo (CHT), devem cumprir os requisitos dos RBAC aplicáveis e que o processo seja conduzido conforme o previsto no RBAC 21 subpartes B, C, F e G, que estabelecem respectivamente os procedimentos para a emissão de certificado de homologação de Tipo para aeronaves, motores aeronáuticos e hélices, bem como os procedimentos para emissão de certificados provisórios de homologação, além de estabelecer regras para fabricação de produtos e da homologação de empresas de fabricação de produtos aeronáuticos.

Os materiais, peças, processos e dispositivos para fins de reposição e/ou modificação devem cumprir com os requisitos previstos nas subpartes K e O do RBAC 21, que estabelecem respectivamente os procedimentos para aprovação e para emissão dos respectivos certificados de homologação de empresa para fabricação desses produtos, além da emissão de Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado (APAA) segundo uma Ordem Técnica Padrão e o respectivo certificado de homologação de empresa.

A CHT pode ter caráter provisório, quando não houver necessidade de produção continuada, assim sua validade fica limitada a 24 meses quando identificados como Classe I e validade de 12 meses quando identificados como Classe II. Também pode haver a ocorrência de necessidade de um Certificado de Homologação Suplementares de Tipo (CHST) quando há necessidade de cobrir os casos de grandes modificações nas aeronaves, mas que não necessitem de uma nova CHT.

#### 3.2.4 Certificação de Produção

Ainda a partir da interpretação do Seminário para candidatos a RCE/RCF (CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL, 2004), se estabelece que a Certificação de Produção esteja focada na avaliação dos métodos de controle dos meios produtivos e qualidade do fabricante que produz o conjunto maior de uma aeronave. Centraliza os processos na validação da Garantia da Qualidade de fabricação visando aderência e

similaridade de produção baseados nos projetos aprovados previamente segundo um CHT ou APAA.

Esta modalidade de Certificação está mais voltada à verificação dos processos internos das empresas e a aderência dos critérios de produção em relação aos requisitos de projeto. Também procura atestar a garantia da qualidade do produto quando a produção se realiza em larga escala, assim neste critério, a avaliação amostras de lotes aleatórios de produção podem ser necessárias.

Para poder produzir um produto aeronáutico certificado, uma empresa necessita obter um Certificado de Homologação de Empresa (CHE), que é o processo de garantia para produção ou manutenção de aeronaves ou suas partes. No caso da fabricação, os produtos aeronáuticos pertencentes à classe I devem cumprir os requisitos previstos no RBAC 21, subparte G. Já os materiais, peças, processos e dispositivos cumprem os requisitos previstos nas subpartes K e O do mesmo regulamento.

### 3.2.5 Certificação de Aeronavegabilidade

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) é emitido depois de produzida cada aeronave ou componente, garantindo que o produto fabricado está em conformidade com os dados técnicos do projeto de tipo homologado e está em condições de operar com segurança. Também de acordo com as fontes informações contidas no Seminário para candidatos a RCE/RCF (CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL, 2004), a partir da emissão do CA, toda aeronave passa a ser avaliada continuamente (aeronavegabilidade continuada) até o final de sua vida útil como fase final do processo de avaliação e testes, atentando que com a própria utilização da aeronave, possam eventualmente surgir problemas em serviço que demandem correções de projeto.

Para que seja emitido um Certificado de Aeronavegabilidade (CA) as aeronaves devem cumprir os requisitos do RBAC 21, subparte H e I que estabelecem os procedimentos para a emissão de certificados de aeronavegabilidade e os certificados de aeronavegabilidade emitidos com base no certificado provisório de homologação de tipo.

Na exportação, os produtos da classe I e os produtos da classe II ou III devem cumprir os requisitos do RBAC 21, subparte L que versa sobre a emissão de “aprovação

de aeronavegabilidade para exportação” para que seja possível a emissão do Certificado de Aeronavegabilidade para Exportação (CAE) e Certificado de Liberação Autorizada (CLA) respectivamente. Já no caso de importação, os produtos da classe I e da classe II devem cumprir os requisitos do RBAC 21, subparte N que discorre sobre as regras que regulamentam a importação de motores, hélices, materiais, peças e aparelhos agregados a um produto nacional com certificado de aeronavegabilidade.

### **3.3 Autoridade Certificadora da Aeronáutica Civil Brasileira**

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 que de acordo com a autoridade que lhe é delegada, pode direcionar os rumos do transporte aéreo de cada país.

Nos Estados Unidos da América, o órgão com esta responsabilidade é o FAA, analogamente, na Europa tem-se o EASA e no Brasil respectivamente, o responsável pela regulação do setor aéreo é a ANAC, que inclusive detém a atribuição de autoridade certificadora para aeronaves civis no território nacional, tendo acordos de bilateralidade e de aceite de seus critérios próprios de homologação aeronáutica por diversos países. A ANAC foi criada através da Lei nº 11.182, com a missão de “planejar, gerenciar e controlar as atividades relacionadas com a aviação civil”, passando a entrar efetivamente em funcionamento em março de 2006. A atividade regulatória da ANAC pode ser dividida em duas vertentes: a regulação técnica e a regulação econômica. A regulação técnica ocupa papel de destaque na Agência e busca principalmente a garantia da segurança aos passageiros e usuários da Aviação Civil, por meio de regulamentos que tratam sobre a certificação e fiscalização da indústria. Isto decorre da necessidade de que as operações aéreas cumpram rígidos requisitos de segurança e de treinamento de mão de obra (BRASIL, 2005).

A história da organização estatal reguladora da aviação civil brasileira começa no ano de 1931, quando o então presidente da República Getúlio Vargas, sanciona através do decreto nº 19.902, a criação do DAC (Departamento de Aeronáutica Civil) na época um órgão subordinado diretamente ao Ministério da Viação e Obras Públicas. Já

em 1941, o DAC passa a ser subordinado ao ministério da Aeronáutica, momento onde ganha valoroso impulso técnico, pois conforme discorre Brandão (2012), em 1950 é criado o CTA (Centro Técnico Aeroespacial), instituição de pesquisa e desenvolvimento, criada aos moldes do “Massachusetts Institute of Technology” (MIT), dos Estados Unidos, com a proposta de reunir as mentes mais informadas para desenvolver tecnologias inovadoras no segmento aeronáutico e os afins.

Em 1957, o CTA inicia as atividades de certificação com o estabelecimento da Comissão de Certificação no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, que futuramente se transformaria em um instituto dedicado ao tema. Em acordo com estudos de Aragão (1999), a atividade de Certificação aeronáutica no Brasil, ganha grande responsabilidade a partir da década de 1970, momento que a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) forma uma comissão para acompanhar as atividades de certificação no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do CTA.

Observando a vocação da indústria do setor mecânico-aeronáutico, a Lei 5966 de 11 de dezembro de 1973, institui o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, um órgão criado com a pretensão de desenvolver uma política para as questões de metrologia, normalização industrial e certificação de qualidade de produtos industriais.

Em 1974, a empresa Embraer motivada pelo desenvolvimento interno de sua primeira aeronave, o modelo EMB-110, denominado Bandeirante, impulsiona o CTA a fazer uma aproximação com o FAA no sentido de buscar a homologação deste modelo de aeronave em território norte-americano com a finalidade de exportação e projetando-o aos mercados internacionais. Inicialmente tal solicitação de Certificação foi negada, com a alegação de que a legislação norte-americana presumia necessidade de haver um acordo de reconhecimento bilateral da capacidade técnica para a realização da Certificação de tal modelo de aeronave. Dada demanda, foi então oficialmente criado um setor de Certificação denominado de Homologação Aeronáutica que adotou como base os mesmos requisitos do FAA para elaborar o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC), que estabelece a partir de então as diretivas e requisitos mínimos que garantam um nível de segurança aceitável.

No ano de 1975, o departamento de Certificação é transferido para o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), denotando maior dinamismo ao setor uma vez

que a indústria nacional já começava a se desenvolver em projetos maiores, mais complexos, além de haver maiores demandas de trabalho. Projetos significativos de aeronaves da empresa Embraer como o modelo EMB-110P1 denominado Bandeirante Patrulha de 1978, o modelo EMB-120, denominado Brasília de 1985, o Jato comercial modelo EMB-145 de 1996 e o dos modelos EMB 170/190 de 2003 e 2004 respectivamente, foram impulsionadores da necessidade de uma instituição robusta para a questão da certificação aeronáutica no Brasil (FONSECA, 2012).

Neste contexto, pequenas empresas surgidas de diversas regiões também aparecem como demandantes do processo de Certificação. Um exemplo emblemático foi o caso da empresa gaúcha Aeromot, que em 2001 certifica a aeronave modelo AMT-600, denominado Guri, ilustrado na Figura 6, sendo uma aeronave genuinamente brasileira, projetada para dois passageiros, com a missão de ser uma aeronave de instrução e treinamento de pilotos, assim cobrindo uma grande deficiência nacional na questão da formação de aviadores.

Figura 6 – Aeronave modelo AMT-600, fabricada pela empresa Aeromot.



Fonte: Marinho (2011)

A última modificação estrutural do órgão certificador brasileiro ocorreu em 2004, quando a Divisão de Homologação Aeronáutica do IFI passou a denominar-se Divisão de Certificação de Aviação Civil, com a sigla CAVC. A nova Divisão surgiu como uma evolução civil do IFI, ainda situada na cidade de São Jose dos Campos – SP,

prevalecendo-se da localização pela proximidade do polo de conhecimento e tecnologia ali localizado. Com a responsabilidade sobre assuntos de homologação aeronáutica, a Divisão de Certificação de Aviação Civil tem como missão a segurança de voo da aviação civil verificando o cumprimento dos requisitos brasileiros de aeronavegabilidade e de proteção ao voo. Passou então a ser parte da ANAC, na qual mantém essa estrutura até o momento, onde há também a Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos (GGCP), que trata especificamente dos temas correlatos à pesquisa.

#### **4 INDÚSTRIA AERONÁUTICA NO BRASIL**

Conforme narra Andrade (1976), na obra “Construção aeronáutica no Brasil 1910/1976”, a vocação da indústria deste setor começou tardiamente. Apesar de ter um brasileiro como patrono da construção aeronáutica, que foi o inventor Santos Dumont, a vocação aeronáutica industrial nacional começa a tomar escala somente no período pós-Segunda Guerra Mundial.

Menciona Andrade (1976) que o primeiro registro de uma construção de aeronave no Brasil faz menção ao pioneiro Dimitri Sensaud de Lavaud (1882-1947). De Lavaud foi um engenheiro, inventor e aviador, de ascendência francesa, nascido na Espanha e naturalizado brasileiro, que em 1910 construiu o aeroplano “São Paulo” ilustrado na Figura 7. Com este aeroplano, realizou o primeiro voo da América Latina, na cidade de Osasco, São Paulo, no dia 7 de janeiro de 1910, sendo este feito considerado o marco inicial da construção nacional de aeronaves. O início da história da indústria aeronáutica nacional vincula-se desde o começo com a estruturação e posteriormente a evolução da Aeronáutica Militar, porém as décadas de 1920 e 1930 já se veem criar, no Brasil, a “mentalidade aeronáutica” (SOUZA, 1986, p. 32).

Figura 7 – Foto ilustrativa do inventor De Lavaud no aeroplano São Paulo



Fonte: Vargas (2015)

A partir de 1927 começaram a construção e operação de aeronaves no Campo dos Afonsos, destinadas para fins militares e posteriormente ao CAN (Correio Aéreo Nacional). Até os momentos precedentes a Segunda Guerra Mundial, a demanda e operação de aeronaves no Brasil, era primordialmente de cunho militar. Lavenere-Wanderley (1975) explana em sua obra, que somente após a revolução de 1930, após a eleição de Getúlio Vargas para Presidente do Brasil, houve uma nova perspectiva a indústria aeronáutica brasileira. Vargas, que foi um grande entusiasta da aviação brasileira fomentou o setor ao longo dos anos 1930 e 1940 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.

No ano de em 1931, no governo do presidente Getúlio Vargas tem-se impulsionada a política nacional para a aviação, criando o DAC (Departamento de Aeronáutica Civil) e o CAN (Correio Aéreo Nacional) e logo após surgem sinais evidentes de fomento a indústria aeronáutica. O Correio Aéreo Nacional teve como objetivo inicial integrar as diversas regiões do país e permitir a ação governamental em comunidades de difícil acesso, possuindo relevante papel social. Em sua fase inicial foi

a grande alavanca de fomento da aviação brasileira, vindo a ser precursora da Força Aérea Brasileira (FERREIRA, 2012).

Neste momento histórico, borbulharam estudos para a criação de uma grande fábrica de aviões no Brasil e varias iniciativas seriam desenvolvidas a partir daí, como o envio de técnicos para especialização no exterior, e a criação do protótipo de avião militar M-5 desenvolvido pelo tenente António Guedes Muniz, que após associação com o Industrial Henrique Lage, iniciou a primeira produção em escala de aeronaves com a criação da Companhia Nacional de Navegação Aérea, em 1935 (VIEGAS, 1989).

O momento pós Segunda Guerra põe um fim a um ciclo na indústria aeronáutica brasileira e inicia outro. Segundo Ferreira (2012), com o fim da guerra, ocorre um enfraquecimento da estratégia de segurança do país e com ela há também a quebra do fomento a produção aeronáutica, levando ao fim de praticamente toda a indústria da época. Por outro lado, fora do Brasil, o desenvolvimento da indústria deste setor estava a todo vapor, com a crescente demanda de aviões de passageiros. A adaptação de bombardeiros de grande altitude e alcance para passageiros e o acesso às tecnologias de engenharia Alemã, levaram a um avanço na qual poucos países no mundo conseguiram acompanhar.

Andrade (1976) discorre sobre a próxima iniciativa da indústria brasileira que vem somente após o retorno do governo do Presidente Getúlio Vargas 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. Após desenvolver alguns protótipos e planadores, em 1955 inicia a produção seriada do famoso avião treinador “Paulistinha<sup>6</sup>”, onde foram produzidas 260 unidades, praticamente todas adquiridas pelo Ministério da Aeronáutica e distribuídas a aeroclubes de todo o Brasil para incentivar a formação de pilotos e consequentemente uma política nacional para a aviação.

Andrade (1976) destaca que este caminho de sucesso leva a Sociedade Aeronáutica Neiva a produzir o avião monomotor denominado Regente em 1964 e em 1966 à produção da aeronave de instrução modelo T-25 denominada Universal, na qual foram entregues 150 unidades que até hoje são usadas para treinamento inicial dos

---

<sup>6</sup> Um dos maiores sucessos da indústria aeronáutica brasileira tornou-se o avião treinador preferido pelos aviadores pela docilidade de controle. De construção simples, com a fuselagem feita em tubos de aço revestido em tela, permite fácil manutenção e manobrabilidade.

pilotos militares brasileiros, mas em 1970 a Sociedade Aeronáutica Neiva entra em crise, passando a ser subcontratada pela Embraer para montar aeronaves da empresa norte-americana Piper, até ser completamente adquirida pela então estatal em 1980.

Também em 1962, a empresa Arotec começa a produção das aeronaves de instrução modelo A-122 ou em versão militar T-23 denominada Uirapuru que fez sucesso na Força Aérea Brasileira (FAB) e escolas de aviação na formação de pilotos e a aeronave denominada Tangará que seria uma evolução do antecessor Uirapuru, mas que desafortunadamente não recebeu encomendas pela FAB.

Ferreira (2009) ressalta que a cidade paulista de São José dos Campos passa a tomar papel principal nos rumos da indústria aeronáutica brasileira, por abrigar o ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica) destinado ao ensino tecnológico superior, o IPD (Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento), posteriormente o CTA (Centro Tecnológico da Aeronáutica) destinado o desenvolvimento de pesquisas e desenvolvimento no setor, foi importante também pelo surgimento de grandes indústrias do segmento. Por exemplo, em 1961 foi criada a empresa Avibrás, que começou produzindo pequenas aeronaves, mas que evoluiu para produção de mísseis e foguetes.

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 IPD de uma aeronave nacional, bimotor turboélice de capacidade para 12 passageiros e capacidade de operação em pistas precárias, o modelo EMB-110 (Bandeirante) ilustrado na Figura 8, foi marco essencial para o Brasil. O projeto iniciou em 1960 e após 110 mil horas de projeto e 282 mil horas de fabricação, realizou o primeiro voo em 1968, lançando a sociedade industrial brasileira um grande desafio: realizar a produção serializada e comercializar esta aeronave no Brasil e no Mundo. Este desafio culmina na criação da então a empresa estatal Embraer em 1969, marcando um novo capítulo na indústria nacional.

Figura 8– Ilustração Protótipo da aeronave modelo EMB-110 (Bandeirante), produzida pela empresa Embraer.



Fonte: Centro Histórico Embraer

Ainda segundo Andrade (1991), a empresa Embraer, empresa estatal, foi implantada para dar curso inicialmente à fabricação de três tipos de aeronaves gestadas previamente no CTA:

- A aeronave modelo EMB-110 (Bandeirante), bimotor turboélice com 12 assentos para o transporte de pessoal, por encomenda da Força Aérea Brasileira (FAB) – as versões civis posteriores chegariam a 19 assentos – no montante inicial de oitenta unidades (em 18 anos de fabricação, mais de 550 aeronaves do tipo – civis e militares – seriam entregues em 36 países).
- O Ipanema, monomotor para pulverização de defensivos agrícolas (em produção até hoje, extensamente modificado) e;
- O Urupema, planador de alto desempenho.

Nas décadas de 1970 e 1980 os governos militares contribuíram intensamente com a evolução da indústria aeronáutica nacional com o interesse voltado a segurança nacional. Neste sentido, em 1970 a Força Aérea Brasileira encomenda 112 aeronaves do modelo Aermacchi MB-326, jato militar de treinamento e ataque de origem italiana, batizado no Brasil como modelo AT-26 (Xavante) que permitiu a empresa Embraer evoluir muito tecnologicamente.

Pereira (1997) narra que em meados da década de 1970, a empresa Embraer inicia a importação e montagem de aeronaves através de uma parceria com a empresa norte-americana Piper, e com isso ocorre uma grande movimentação no mercado

nacional, pois seriam modelos de aeronaves consagradas e de fácil operação. Mas esta alternativa acaba durando pouco, pois a importação de “*kits*” acaba sendo proibida para proteção da indústria nacional.

A produção e as vendas das aeronaves do modelo EMB-110 (Bandeirante) e suas derivações mantiveram por um tempo a sustentabilidade financeira da empresa Embraer até que ao início da década de 1980, a empresa identifica a necessidade de inovar e diversificar os nichos de mercado. Assim, a empresa Embraer investe no domínio da tecnologia de aeronaves pressurizadas para grandes altitudes com a aeronave modelo EMB-121, denominado Xingu. Em 1985 ocorre o primeiro voo da aeronave modelo EMB-120 (Brasília) que se torna um grande sucesso de vendas no mercado de aviação regional, vendendo mais de 350 aeronaves até o ano de 2001. Neste interim, outro projeto importante para financiamento da empresa Embraer foi o da fabricação do jato militar modelo AMX, desenvolvido por um consórcio das empresas Aermacchi (argentina), Aeritalia (italiana) e Embraer (brasileira) (BRANDÃO, 2012).

Ao final da década 1980, a empresa Embraer lança o desafio de projetar e produzir um avião revolucionário, o modelo CBA-123 que seria uma aeronave com tecnologia muito avançada para época e conseqüentemente com alto custo de produção. Por dificuldades de mercado este projeto acaba se tornando um grande fracasso, não tendo nenhuma aeronave vendida, culminando no início dos anos 90 em uma grande crise para a empresa Embraer.

Forçado pela crise interna e pela tentativa de recuperação financeira através da injeção de investimentos, o Estado sai de cena privatizando a empresa Embraer em meados da década de 1990. A recuperação financeira e operacional vem somente anos depois com os aportes de investidores e com o sucesso do projeto da aeronave modelo EMB-145 que conseguiu vender mais de 1000 plataformas transformando a empresa Embraer em uma das gigantes do ramo e possibilitando em meados da primeira década de 2000 a introduzir modelos maiores de aeronaves como os consagrados 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 do mundo com unidades produtivas espalhadas pelo Brasil e pelo mundo providas com mais alta tecnologia industrial, como é o caso da matriz em São Jose dos Campos-SP mostrada em imagem panorâmica na Figura 9.

Figura 9 - Imagem da unidade industrial da empresa Embraer em São Jose dos Campos-SP.



Fonte: Centro Histórico Embraer

Outro grande exemplo histórico da vocação aeronáutica brasileira é a empresa Helibras, que atualmente se configura em um gigante no setor de fabricação de helicópteros. Sua história se confunde com a da empresa Embraer, pois a concepção desta empresa nasce também a partir do CTA em 1978 com uma iniciativa governamental de dominar a produção de aeronaves de asas rotativas. Em 1980 inaugura sua planta fabril na cidade mineira de Itajubá através de uma parceria do governo de Minas Gerais, as extintas empresas Aerospatale e a Aerofoto Cruzeiro.

A empresa Helibrás inicia sua produção com a montagem do helicóptero modelo AS350 Esquilo, que nos dias atuais se tornou o helicóptero a turbina mais vendido no mundo, sendo que os modelos atuais já incorporam entre 48% a 54% de tecnologia nacionalizada agregado em sua produção (HELIBRAS, 2016).

Analogamente a empresa Embraer, o governo teve papel fundamental na evolução da empresa Helibras. Somente foi possível passar pelas severas oscilações deste específico mercado com o suporte das aquisições específicas para atendimento da Marinha, Exército e Aeronáutica, cujas entregas se deram na década de 1980. Nesta mesma década de 1980, já seriam fabricados os modelos maiores com aplicação militar, como o modelo Super-Puma que vem a preparar a empresa com tecnologia apropriada para produção de modelos mais avançados como é o caso do o modelo EC725, cujas linhas de produção são ilustradas na Figura 10 e que são as mais modernas do mundo.

Figura 10 – Ilustração da linha de produção de helicópteros da empresa Helibrás



Fonte: Barbosa Filho (2014)

## 4.1 Panorama da indústria aeronáutica brasileira

### 4.1.1 Influência social dos grandes fabricantes aeronáuticos nacionais

Conforme discorrido sobre a história da indústria aeronáutica brasileira, o Governo Federal desenvolveu durante décadas um papel fundamental e decisivo para os rumos deste setor. Se em um primeiro momento, do surgimento da indústria aeronáutica brasileira até a década de 1990 o governo brasileiro fomentou o segmento financiando projetos, produção, certificação e comercialização, das aeronaves nacionais, no segundo momento, após a década de 1990, considerada a década das privatizações, o Estado passa a assumir outro papel no cenário aeronáutico, continuando como fomentador financeiro, porém não mais subsidiando totalmente o processo, mas atuando apenas como consumidor dos produtos aeronáuticos nacionais (FONSECA, 2012).

Mesmo após a abertura do capital, o sucesso de empresas como Embraer e Helibrás, se deve grande parte por programas de desenvolvimento e comercialização de aeronaves militares e governamentais. Demandas governamentais, principalmente as de frotas militares de aviões ou helicópteros, procuram dar sempre a preferência ao produto nacional. Outro ponto importante na característica da indústria aeronáutica de grande porte, é que o Estado tende a beneficiar com acordos internacionais, que propicia a

venda do produto brasileiro a governos de outros países, como por exemplo, a venda das aeronaves modelo A-29 (Super-Tucano) para a Colômbia, as versões militares do sistema SIVAM<sup>7</sup>, com modelos vendidos também para Grécia e Indonésia além do novo projeto da aeronave cargueira modelo KC-390 absorvido pela Força Aérea Brasileira, entre outros.

Nas últimas duas décadas, as grandes empresas do setor de produção aeronáutica, Embraer e Helibrás, viveram oscilações de altos e baixos do mercado, porém prevalecendo sempre resultados que influenciam a economia brasileira e principalmente a sociedade das regiões onde estão localizados os polos aeronáuticos. No sentido de ilustrar a magnitude deste segmento e sua influência na sociedade, apresentam-se os números de desempenho da empresa Embraer ilustrado na Figura 11 e da empresa Helibrás ilustrado na figura 12.

Figura 11– Números referentes à atuação da empresa Embraer



Fonte: Embraer (2015)

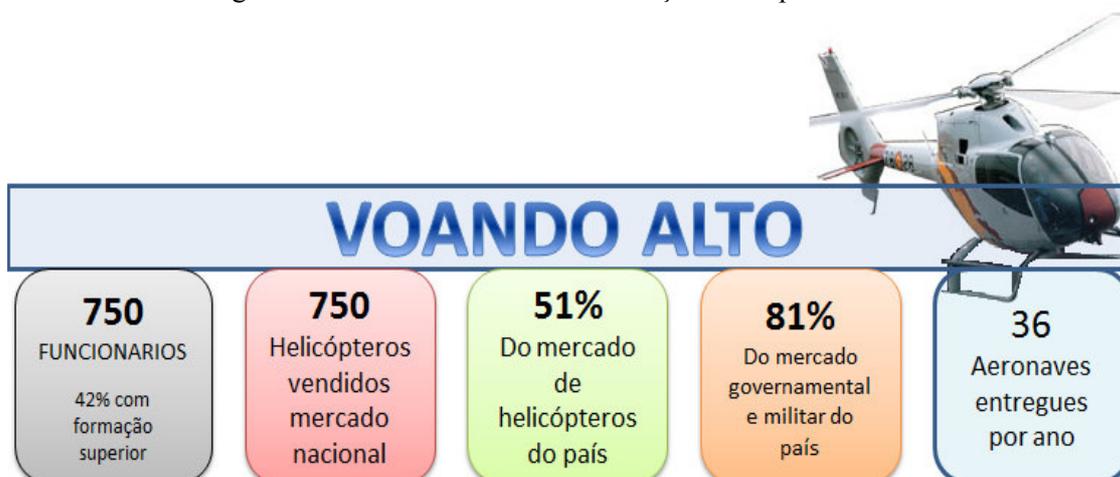
Fonseca (2012) sintetiza a atuação da empresa Embraer em três segmentos do mercado aeronáutico: o mercado de defesa que foi a base de sustentação inicial mantendo em curso programas importantes, o mercado da aviação comercial que é o pilar central de vendas e faturamento da empresa e mais recentemente, o mercado de aviação executiva que se mostra bastante atrativo. Rapidamente a empresa Embraer conseguiu ocupar lugar neste mercado, tendo conforme a Figura 11 entregue mais de 850 aeronaves desta categoria, que possui modelos que chegam até US\$ 50 milhões, como é o caso de algumas versões do modelo Lineage 1000.

<sup>7</sup> O SIVAM, Sistema de Vigilância da Amazônia, é um programa militar que emprega aeronaves capazes de fazer trabalho de vigilância com varredura de grandes áreas com capacidade inclusive de prover dados de inteligência sobre aeronaves voando a baixas altitudes.

Já a empresa Helibras, em seu foco de mercado, é tão expressiva no mercado aeronáutico quanto à empresa Embraer. O valor agregado de um helicóptero, devido à tecnologia empregada, faz com que o faturamento desta empresa tenha características notáveis. Como exemplo, o maior modelo produzido atualmente pela empresa Helibras custa cerca de 8,5 milhões de Reais.

A expressão dos números da atuação dessas empresas acaba refletindo no cenário acadêmico, à medida que os empregos gerados compulsoriamente necessitam de qualificação e as tecnologias e inovações aplicadas carecem de laboratórios para o seu desenvolvimento. A empresa Helibras destaca que dos seus 750 funcionários, 42% tem formação superior, 16% são engenheiros, 37% são técnicos e 21% de funcionários com outros níveis de formação (HELIBRAS, 2016). Analogamente, a empresa Embraer com seus 19.357 funcionários declarados em 2015, tem a constante missão de preencher seus postos de trabalho com mão de obra especializada, demandando das instituições de ensino e pesquisa formação de especialistas que atendam o setor (EMBRAER, 2015).

Figura 12 – Números referentes à atuação da empresa Helibras



Fonte: Adaptado de HELIBRAS (2016)

Também parcerias com instituições de fomento a pesquisa, possibilitam estas empresas a desenvolverem produtos cada vez mais nacionalizados. A Financiadora de Estudos e Pesquisa (FINEP), por exemplo, fomenta projetos que visam preparar a empresa Helibras para alcançar a sua maior meta, que envolve conceber, projetar e fabricar um helicóptero genuinamente nacional a partir de 2020. Assim, exemplos como esse, demonstram o interesse industrial no investimento em pesquisa e inovação no setor aeronáutico (BONALUME NETO, 2011).

Segundo estudo patrocinado pela Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), Bartels (2009), a expansão do setor aeroespacial brasileiro viveu dois momentos intensos de interação entre a sociedade acadêmica e a indústria que propiciou um avanço no setor. A uma primeira fase, chamada de “plataforma tecnológica inicial”, mostrada na Figura 13, é marcada pelo momento da história da indústria brasileira em que ocorre a transferência de projetos e desenvolvimentos científicos exclusivos do IPD e do CTA para a indústria, como por exemplo, o caso do projeto IPD-6504 que deu origem a aeronave modelo EMB-110 (Bandeirante). Neste momento surgem ainda surgem projetos de aeronaves importantes da como os modelos Ipanema, Tucano, Xingu e posteriormente o Brasília.

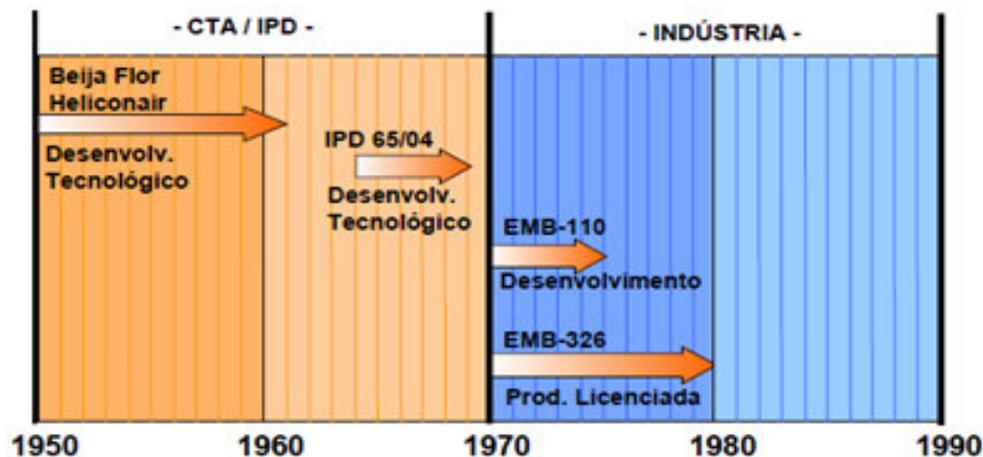
Na segunda fase (Figura 13), denominada “segunda plataforma tecnológica” ocorre um importante salto na questão da tecnologia aeronáutica brasileira. Este momento é marcado pela transferência de tecnologia europeia para o Brasil desenvolvida através do programa militar da aeronave modelo AMX, que culminou na ampliação dos conhecimentos sobre aerodinâmica subsônica e transônica, sistemas de comando de voos mais precisos como o *fly by wire*<sup>8</sup>, usinagem mecânica complexa, novos materiais em projetos *paperless*<sup>9</sup>.

---

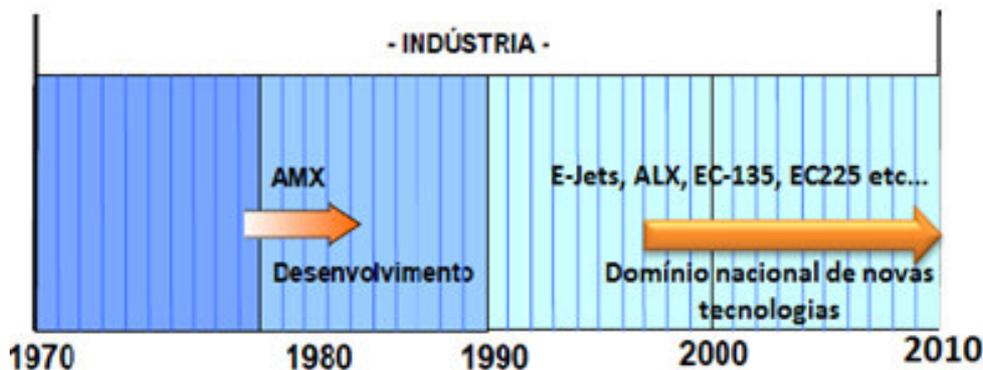
<sup>8</sup> Fly-by-wire ou sistema de controle por cabo elétrico é um tipo de controle das superfícies móveis de um avião por computador. Isso permite que qualquer modificação da direção e do sentido de uma aeronave feita pelo piloto seja "filtrada" e repassada para as superfícies móveis: aileron, profundor, leme.

<sup>9</sup> Conceito “*paperless*” consiste em projetos utilizando softwares avançados que permitem simulação.

Figura 13– Etapas tecnológicas da indústria aeronáutica nacional  
**PLATAFORMA TECNOLÓGICA INICIAL**



### SEGUNDA PLATAFORMA TECNOLÓGICA



Fonte: Adaptado de Bartels (2009)

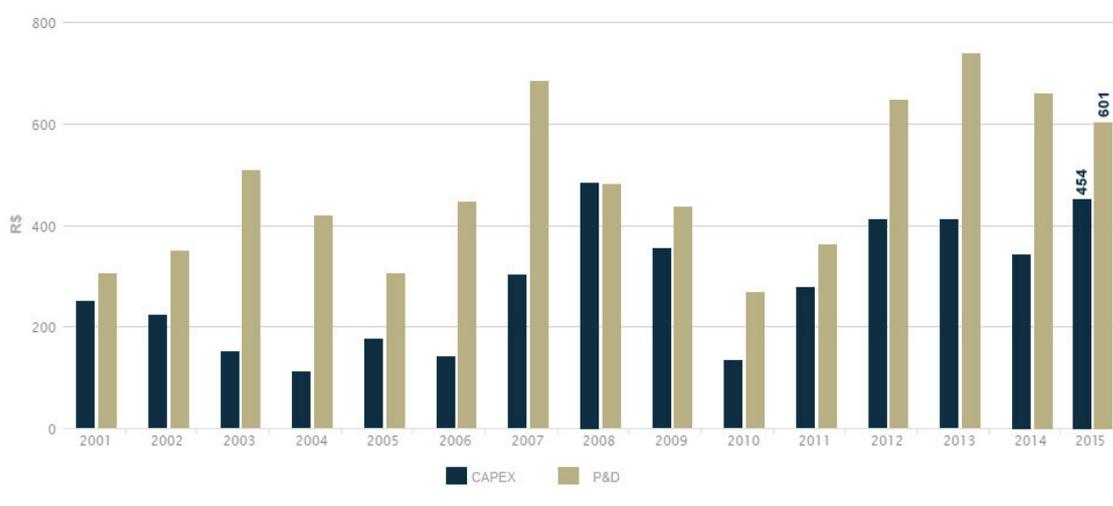
A partir deste momento a indústria aeronáutica nacional de grande porte apoia-se nos arranjos produtivos do conhecimento local e se especializam na produção de jatos comerciais de alto desempenho e aeronaves militares para missões complexas de vigilância, ataque e transporte. Baseada em toda evolução tecnológica percebida, surgem nesta fase os helicópteros de ultima geração da Helibras e a os *E-jets*<sup>10</sup>.

A pesquisa e o desenvolvimento (P&D) das tecnologias aeronáuticas também ocorrem em grande escala através de parcerias com universidades e instituições de ensino e de pesquisa sendo muitas vezes financiadas pela própria indústria aeronáutica, como o exemplo da empresa a Embraer (ilustrado na Figura 14) que no ano de 2015 investiu cerca de 600 milhões de reais em seus desenvolvimentos (EMBRAER, 2015).

<sup>10</sup> *E-Jets* – família aeronaves Embraer bimotor a jato com perfil *narrow-body* de curto e médio alcance para 80-124 passageiros.

Entidades nacionais e seus entornos com conhecimentos em determinadas áreas, como o ITA na área de concepção de projetos, a UFSCar na área de materiais e química e a USP em comandos propulsão e sistemas, e a UNIFEI de Itajubá, são exemplos de possíveis parcerias e fomentos mútuos que ocorrem no setor aeronáutico. A parceria de escolas de engenharia aeronáutica, institutos de pesquisa e desenvolvimento e também de um instituto encarregado da certificação de material aeronáutico, o país pôde dar um salto tecnológico nesse setor em período relativamente curto, estando atualmente entre os principais fabricantes de aeronaves do mundo (GOMES 2012).

Figura 14 – Investimentos da empresa Embraer em P&D (R\$ milhões)



Fonte: Embraer (2015)

O Brasil tem um parque industrial diversificado e atuante em diversos ramos da tecnologia, do qual indústria aeronáutica e principalmente as empresas de grande porte, exercem um papel fundamental e imprimem significativa representação na economia nacional. Dados levantados pela Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB) ilustrados na Tabela 1 demonstram que o montante financeiro movimentado por estas empresas vem se mantendo constante desde 2010, apresentando números significativos, que ajudam a pressionar positivamente a balança comercial e o PIB nacional.

O produto aeronáutico civil, por sua intrínseca característica, já é considerado o estado da arte<sup>11</sup> da referida tecnologia e, portanto, o valor agregado do produto

<sup>11</sup> É importante que estado da arte seja aqui entendido no seu sentido mais amplo possível, isto é, a tecnologia incorporada à aeronave, o custo de aquisição por assento, o consumo de combustível, o

industrial se não é o maior existente no mercado, está configurado entre os 5 mais relevantes. Assim, Gomes (2012) ressalta que o mercado de aeronaves civis, o sucesso ao longo do tempo e dos ciclos econômicos de um fabricante aeronáutico depende, em larga medida, do manejo dos ciclos de seus produtos e do gerenciamento dos investimentos a eles associados que no Brasil se traduzem em resultados muito positivos, observado pelo desempenho das grandes empresas do segmento.

Tabela 1 - Contribuição econômica do setor aeronáutico para Brasil

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Receitas (US\$ bilhões)	6.7	6.8	7.5	7	6.4	6.9
Participação. PIB Indust. (%)	1,6	1,8	2.3	2	1,6	1,7
Exportações (US\$ bilhões)	4.9	5.1	6	5.4	5.1	5.8
Empregos diretos (AIAB)	22.600	22.900	23.500	27.000	25.400	25.000

Fonte: Adaptado Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (2016)

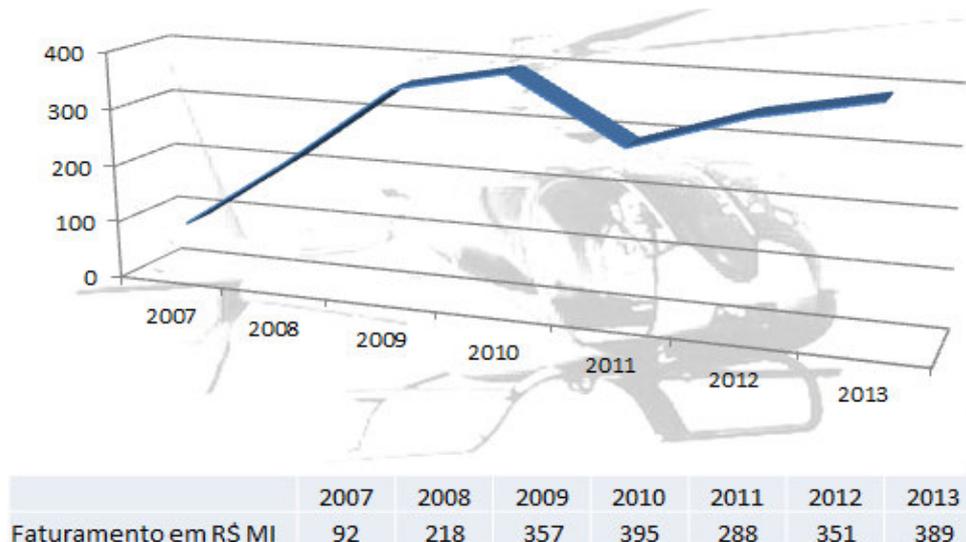
A indústria aeronáutica nacional de grande porte movimentava montantes financeiros consideráveis e exerce uma importante influência social. A Figura 15 demonstra a evolução do faturamento e vendas da empresa Helibras que se destaca como um importante *player* para fabricação de helicópteros na América do Sul. Ainda através da Figura 15 é possível observar que o segmento de helicópteros é um dos que mais agrega valor ao produto. No ano de 2012, por exemplo, a empresa Helibras vendeu 34 helicópteros, sendo em média cada unidade vendida a cerca de 10 milhões de reais, demonstrando produto com significativo valor agregado.

Já a Figura 16, faz um demonstrativo das receitas e entregas da empresa Embraer, refletindo as significativas injeções financeiras aplicadas nas regiões que circundam os polos industriais onde se localizam estas empresas, e que promovem o fortalecimento socioeconômico regional. Como exemplo deste impacto, pode-se levar em consideração o faturamento recorde exercido no terceiro trimestre de 2015, cuja cifra chega ao expressivo valor de 22,8 bilhões de dólares.

---

desempenho de decolagem, pouso e em rota e até mesmo os pesos vazios e máximos de decolagem certificados.

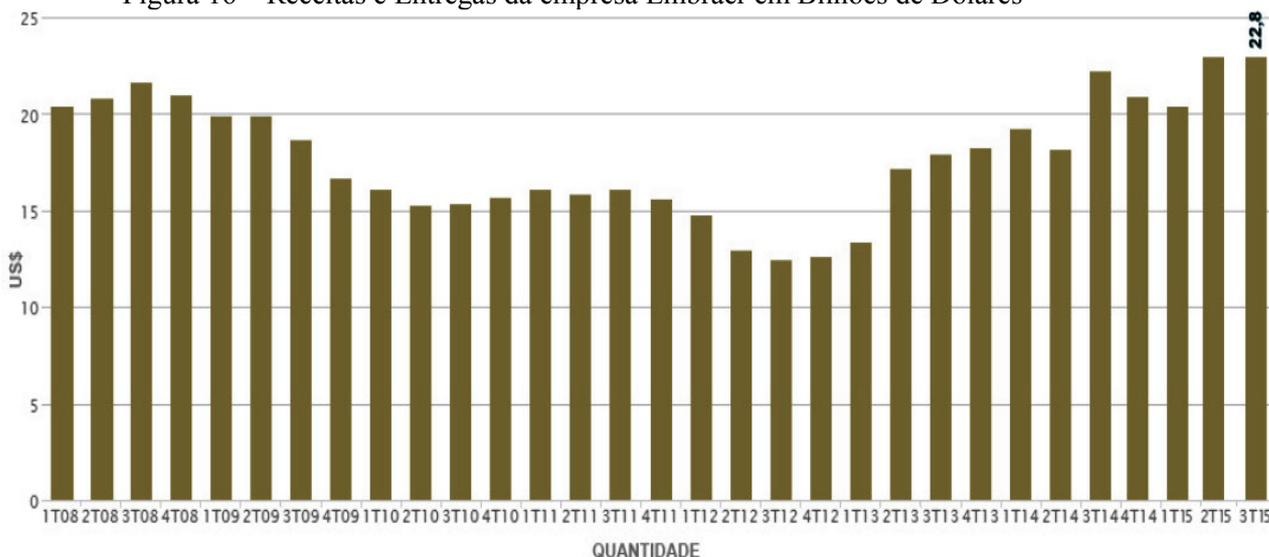
Figura 15 - Faturamento e vendas da empresa Helibras (2007 - 2013).



Fonte: Adaptado de HELIBRAS (2016)

Devido à magnitude de suas operações fabris, as empresas Embraer e Helibrás, desenvolveram uma robusta cadeia de abastecimento de materiais, como também promoveram um movimento para nacionalização de partes e peças. Este movimento imprime a sociedade outra característica muito positiva que é a geração de um cinturão de empresas satélites para suprimentos dos insumos necessários a produção, assim propiciando a formação dos polos da indústria aeronáutica.

Figura 16 – Receitas e Entregas da empresa Embraer em Bilhões de Dólares



Fonte: Embraer (2015)

Segundo Ferreira (2009), cerca de 70 empresas em diversos ramos diferentes compõe a cadeia de fornecedores da indústria aeronáutica na região do polo de São José dos Campos, interior do Estado de São Paulo, formando um cinturão de influência na economia com empresas até de médio porte e de alto valor agregado mostrado pela Quadro 3, onde são identificados os principais fornecedores satélites da empresa Embraer.

Com as respectivas proporções, o mesmo fenômeno ocorre nas regiões de Araraquara-SP, Botucatu-SP e Itajubá-MG, nesta última para abastecimento das linhas de produção da empresa Helibrás, que conforme já mencionado tem a meta de produzir um modelo de helicóptero totalmente nacionalizado.

Apesar dos dados expostos serem motivo de reconhecimento do potencial brasileiro no âmbito aeronáutico, nem todos os fatores são plenamente favoráveis a prosperidade. Os maiores desafios da indústria aeronáutica nacional de grande porte são bem definidos, e o primeiro ponto está relacionado às oscilações de mercado da aviação que são motivados principalmente pela variação das moedas dos Estados Unidos e da Europa. Existe uma relativa estabilidade das compras do segmento governamental, mas não são suficientes para amenizar crises de mercado da aviação civil que afetam estas indústrias principalmente as que não pulverizam vendas, concentrando-se nos maiores clientes.

Quadro 3: Principais fornecedores satélites da empresa Embraer

Empresas		Especialização	Associada AIAB	Associada HTA	Região
1.	Akaer	Engenharia de Projeto	Sim	Sim	São José dos Campos
2.	Aeroserv	Usinagem/Montagem de subconjuntos	Sim	Sim	Jacareí
3.	A&M	Artigos de Teflon	Não	Não	São José dos Campos
4.	AJR Serviços Técnicos Industriais	Serviços de assistência Técnica	Não	Não	São José dos Campos
5.	Alltec	Materiais Compostos	Sim	Sim	São José dos Campos
6.	Autômota Industrial	Usinagem	Não	Sim	Taubaté
7.	Carpini & Marques Indústria	Usinagem (machining and milling workshop – high complexity parts)	Não	Sim	Caçapava
8.	Cenic	Aviônicos	Sim	Sim	São José dos Campos
9.	Cincotech BCR Informática	Serviços de Informática	Não	Não	São José dos Campos
10.	Day Brasil	Fitas e Adesivos	Não	Não	São José dos Campos
11.	Elane Ferreira Pereira	Usinagem	Não	Sim	São José dos Campos
12.	ELEB/LIBERHERR	Trem de Pouso	Sim	Não	São José dos Campos
13.	Fênix	Materiais compostos em fibra de vidro	Não	Não	São José dos Campos
14.	FIBRAFORTE	Serviços de Engenharia de Softwares	Não	Não	São José dos Campos
15.	Helptec Automação Industrial	Usinagem (machining and milling workshop – high complexity parts)	Não	Não	São José dos Campos
16.	LEG- Engenharia e Comércio	Componentes e Sistemas Eletrônicos	Sim	Sim	São José dos Campos
17.	Masterdom Consultoria de Informática	Serviços de Engenharia de sistemas e informática	Não	Não	São José dos Campos
18.	Mectron	Radar Multimodo – Segmento de Defesa	Sim	Não	São José dos Campos
19.	Metinjo Metalização Industrial Joseense	Metalurgia	Não	Sim	São José dos Campos
20.	Mirage	Usinagem (machining and milling workshop – high complexity parts)	Não	Sim	São José dos Campos
21.	New Plotter Engenharia	Serviços de Engenharia de Projetos	Não	Não	Caçapava
22.	Oficina Mecânica Astra	Usinagem (milling workshop – low complexity parts)	Não	Não	São José dos Campos
23.	Qualitas Engenharia	Serviços de Engenharia de e informática	Não	Não	São José dos Campos
24.	PK – Circuitos Impressos	Serviços de circuitos impressos	Não	Não	São José dos Campos
25.	Poly Cad Engenharia e Comércio de Informática	Serviços de Engenharia de Projetos e informática	Não	Sim	São José dos Campos
26.	Redige Documentação Técnica	Serviços de Documentação Técnica	Não	Não	São José dos Campos
27.	RESINTEC - Comércio e manutenção de Aeronaves	Serviços de Manutenção	Não	Não	São José dos Campos
28.	Serco	Serviços de Engenharia de Projetos e informática	Não	Não	São José dos Campos
29.	Solutions Design Comércio e Serviços de Informática	Serviços de Engenharia de Projetos e informática	Não	Não	Taubaté
30.	SPU Indústria e Comércio de Peças	Usinagem	Não	Sim	Caçapava
31.	Status Usinagem Mecânica	Usinagem	Não	Sim	São José dos Campos
32.	Tecplas Indústria e comércio de Fibras	Usinagem	Não	Sim	São José dos Campos

Fonte: Bernardes e Pinho, 2012

As constantes oscilações do mercado financeiro e crises mundiais, como por exemplo, a que se iniciou no segundo semestre de 2008 atingem diretamente a indústria aeronáutica internacional, particularmente o setor produtor de aeronaves. A forte retração da demanda e as severas restrições ao crédito geradas por crises de mercado resultam na interrupção do vigoroso ciclo expansivo do mercado internacional de aeronaves, gerando ciclos de estagnação (FERREIRA, 2009).

O preço do barril de petróleo se destaca como um fator econômico de grande influência regulatória na produção de aeronaves de grande porte, pois quando o preço esta em alta, as companhias aéreas reduzem sua oferta de voos para aumentar o preço das passagens, conseqüentemente sobram aeronaves disponíveis havendo necessidade de postergar o recebimento de novas aquisições (GOMES 2012).

Outro ponto importante, e que faz relação ao tema desta pesquisa, é a velocidade de desenvolvimento dos produtos aeronáuticos que afeta diretamente a competitividade de mercado. Por exemplo, o desenvolvimento de uma aeronave de grande porte pode levar até quatro anos para sair da concepção, voar e estar testada, pronta para ser comercializada. Grande parte deste tempo é dedicada à questão da Certificação dos projetos, materiais, ensaios em solo e em voo e conformidades de produção. Este largo espaço de tempo dispendido nesta fase pode ser o diferencial entre lançar primeiro que o concorrente uma aeronave e conseqüentemente perda de mercado.

Para ilustrar o fato, pode-se tomar como exemplo a experiência profissional deste próprio autor desta pesquisa quando atuou na empresa Embraer na época do desenvolvimento da aeronave modelo EMB-170. No decorrer deste desenvolvimento foi notado que mais de 40% do tempo investido neste programa foram dispensados com assuntos relativos à Certificação do produto.

Conforme narra Laranjeira (2013), neste mesmo período a empresa Embraer travava uma acirrada competição por mercado com outros dois concorrentes, as empresas Fairchild Dornier e a Bombardier, que também desenvolviam aeronaves similares, respectivamente o modelo Dornier 728 e o modelo CS 100 Bombardier. A logica de mercado indica que o modelo que fosse certificado primeiro e disponível para venda, certamente dominaria o mercado, pois havia um período de alta demanda. Entre os três, o modelo da empresa Fairchild Dornier subsidiado pelo governo alemão, chegou a ser apresentado primeiro, o modelo da empresa Bombardier trazia elevada tecnologia

embarcada e o modelo da empresa Embraer, por ultimo, ainda estagnado nos testes de Certificação.

Entretanto, a empresa Dornier acabou falindo, a empresa Bombardier com severos problemas financeiros recuou na velocidade de desenvolvimento do modelo CS 100 e a empresa Embraer conseguiu obter o Certificado de Tipo a tempo de colocar a aeronave em voo primeiro que os concorrentes, porém com inúmeras pendências certificatórias que ficaram para sanar posteriormente. Ou seja, o sucesso de um projeto, como o do modelo EMB-170, quase fica comprometido, pois ter velocidade no processo de Certificação é significado de sucesso do produto e garantia de mercado, fato que se apresenta como desafio para o fortalecimento de um adequado e bom cenário brasileiro.

#### 4.1.2 Cenário dos pequenos fabricantes aeronáuticos brasileiros

Os pequenos fabricantes de aeronaves no Brasil, sempre viveram aquém de um pleno desenvolvimento em carreira independente. Tratando-se no cenário que vive a indústria brasileira de aviação leve, historicamente observa-se que em momentos particulares como no segundo governo do Presidente Getúlio Vargas e nas décadas de 1970 e 1980 auxiliados pelos governos militares, somente poucos fabricantes pequenos conseguiram obter algum sucesso no Brasil.

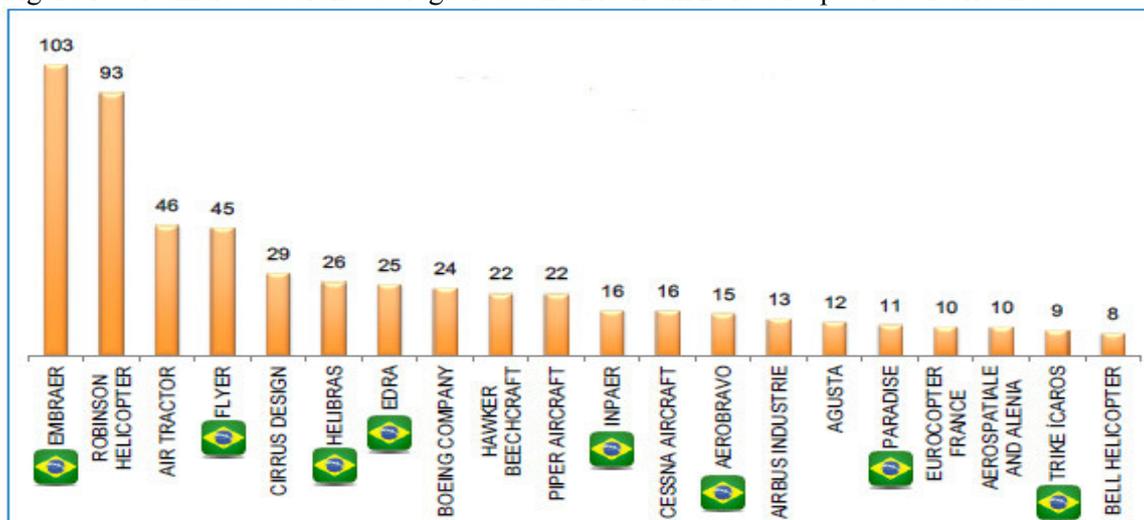
Apesar do mercado de aeronaves leves ser um negócio difícil de alavancar, é evidenciada uma crescente procura pelos produtos deste segmento. De acordo com dados estatísticos emitidos pelo ANAC, constatam-se as evidências de que o mercado brasileiro é bastante atrativo e gera uma demanda significativa, especialmente para aviões de pequeno porte (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2014).

As dimensões do mercado é um fator que colabora para a sustentabilidade da indústria da aviação “experimental”. No sentido de demonstrar o grau de relevância da indústria da aviação “experimental”, destaca-se que somente no ano de 2013 foram registradas no RAB, 618 aeronaves de pequeno porte novas (produzidas entre 2012 e 2013). Este número representa quase 60% do total de 1065 aeronaves registradas no Brasil neste ano de 2013.

Segundo ANAC (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2014), em termos de movimento financeiro, o mercado de aviação leve, apesar de pequeno, mostra-se em vertiginoso crescimento. A Figura 17 ilustra os números de aeronaves

novas registradas no Brasil em 2013, permitindo constatar que dos 20 maiores fabricantes de aeronaves registrada, 8 (oito) são empresas genuinamente brasileiras, também constata-se que deste total 6 (seis) destas empresas produzem aeronaves leves e experimentais.

Figura 17 - Número de aeronaves registradas no Brasil em 2013 e respectivos fabricantes



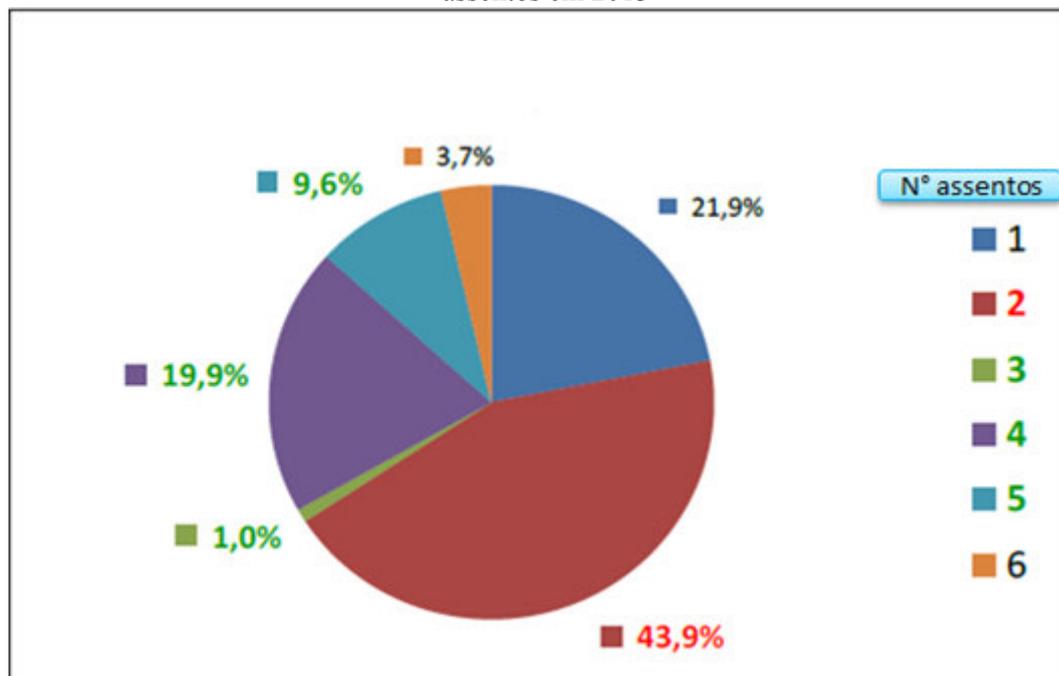
Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil (2014)

A partir de dados extraídos do Registro Aeronáutico Brasileiro e expressados através da Figura 18, o perfil de produção de pequenas aeronaves no Brasil em 2013 indica que foi o segmento que mais produziu aeronaves. No total foram 301 aviões monomotores a pistão, concentrados na categoria entre 2 a 5 assentos. Tal faixa representou 224 unidades, sendo 132 aviões de 2 lugares (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2014). Destes 92 aviões, apenas 32 deles eram de tipo certificado, ou seja, 60 consistiam em aeronaves experimentais, montadas por empresas nacionais, a grande maioria destas pequenas aeronaves, principalmente as de 2 lugares, são resultado de uma fuga da categoria das aeronaves “Certificadas” para as aeronaves “Experimentais”.

Neste sentido, se houve por um lado uma intensificação na utilização de novas tecnologias e materiais que aumentaram a eficiência da fabricação de aeronaves, por outro, ainda os custos necessários para Certificação de aeronaves leves inviabilizam seu “pay back”<sup>12</sup>, tornando um negocio pouco lucrativo para a indústria de pequeno porte.

<sup>12</sup> Pay back é um indicador de desempenho utilizado para avaliar retorno de investimentos, que indica o tempo necessário para o lucro acumulado gerado igualar o investimento inicial.

Figura 18 – Perfil da produção brasileira de pequenas aeronaves classificadas por número de assentos em 2013



Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil (2014)

O volume da produção de aviões de pequeno porte registrados no Brasil em 2013, quase alcançando a casa de mil aeronaves é bastante significativo, pois em termos mundiais, as vendas globais neste segmento resultaram em um total 831 aviões segundo os dados da publicação norte-americana da *General Aviation Manufacturers Association* (GENERAL AVIATION MANUFACTURERS ASSOCIATION, 2014). Essa mesma publicação traz um panorama da produção de pequenas aeronaves e os principais países produtores, que podem ser verificados na Quadro 4, confirmando que o mercado brasileiro está entre um dos maiores do mundo.

Gazzoni (2015) retrata que o segmento de aeronaves leves é mais sensível, sendo comum observar duas situações antagônicas: se atualmente existe uma enorme quantidade de fabricantes nacionais que contratam em torno de 50 a 100 pessoas por empresa e consegue colocar anualmente em média 150 aeronaves no mercado, opostamente não se observa nenhuma empresa nacional, sem subsidio governamental, que consiga sair dos patamares dos pequenos aviões e consigam crescimento significativo trilhando os caminhos das empresas Embraer ou Helibrás.

Quadro 4: Países que mais produzem aeronaves de pequeno porte em 2014

PAÍS	AERONAVES REGISTRADAS*
Estados Unidos	209.034
Canada	36.078
França	32.410
Alemanha	21.462
<b>Brasil</b>	20.429
Reino Unido	19.939
Austrália	12.564
China	3.857
* Total de aeronaves produzidas e registradas nas respectivas autoridades aeronáuticas.	

Fonte: Adaptado de General Aviation Manufacturers Association (2014)

Também, existem reflexos de caráter econômico na questão relacionadas a aeronaves de pequeno porte, como as variações da moeda estrangeira e a falta de programas sólidos de incentivos financeiros a pequena empresa, porém estão entre os grandes desafios deste segmento, as dificuldades do processo de Certificação que precisam ser simplificadas para que sejam possíveis melhores resultados em um setor de potencial tão significativo no cenário nacional, sem, contudo diminuir a segurança do produto (BARBOSA, 2016).

O produto aeronáutico nacional com Certificação de projeto ou de Tipo, efetivamente não possui competitividade para concorrer com o produto internacional devido a vários fatores, dentre eles um muito importante que é a fase de Certificação. Nesta etapa, muitos projetos são inviabilizados, devido primeiro ao alto custo, que será tratado logo abaixo, segundo pelo extenso tempo requerido pela autoridade aeronáutica para avaliar o processo e também pela severidade de interpretação e aplicação dos requisitos nos processos.

#### 4.1.3 Problemáticas do processo de Certificação de aeronaves no Brasil

A autoridade aeronáutica brasileira, no que tange a Certificação do produto aeronáutico é um órgão de competência. Carvalho (2015) enfatiza que a Organização de Certificação Aeronáutica brasileira nasceu com apoio dos sólidos conhecimentos desenvolvidos no Centro Técnico Aeroespacial (CTA). Foi denominado inicialmente como Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) e através de seus desenvolvimentos evoluiu adquirindo a credibilidade de conceituadas autoridades internacionais, permitindo ao Brasil expor seu domínio pelo conhecimento aeronáutico e consolidar acordos de bilateralidade. Acordo de bilateralidade no meio aeronáutico é entendido como o reconhecimento mútuo de capacidade técnica para a realização da Certificação Aeronáutica, havendo aceitação do mesmo produto para as duas autoridades, mesmo só uma tendo avaliado o produto.

Apesar do prestígio internacional inferido a Organização de Certificação Aeronáutica brasileira, a questão da Certificação do produto aeronáutico brasileiro não é matéria demanda uma discussão mais aprofundada, pois conforme sua atual estruturação, pode interferir diretamente na sociedade industrial, seja nas empresas de pequeno ou na grande porte. O ponto de partida para a discussão é analisar as complexidades envolvidas na Certificação do produto aeronáutico, tanto quanto as dificuldades que as indústrias apresentam para desempenhar esta atividade.

Se a própria natureza da Certificação Aeronáutica se traduz no desenvolvimento de um processo exigente e denso, então, é de fundamental relevância entender se tal complexidade pode ser percebida como um fator de influência competitiva. Também, a bibliografia pesquisada sugere que o custo financeiro e humano para fazer a validação de um material ou produto aeronáutico no Brasil é considerado alto que pode por vezes ser maior até que o próprio custo da concepção de seu projeto. Na conjunção destes fatores, faz-se perceber um desestímulo setorial, pois inibe institucionalmente a capacidade de sobrevivência das empresas em um contexto onde a garantia da sobrevivência da empresa, está na sua capacidade de se tornar cada vez mais competitiva, aponta Campos (1992).

O processo de Certificação referente à garantia dos níveis de segurança é reconhecidamente eficaz, mas também deve ser eficiente, minimizando prazos e custos para a indústria que é o consumidor primário deste tipo de serviço (AGÊNCIA

NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2014). Para que esse objetivo seja alcançado, faz-se necessária uma estrutura adequada, com recursos humanos qualificados e agilidade administrativa, processos de delegação capazes de multiplicar a força de trabalho e cooperação entre autoridades estrangeiras, no sentido de alcançar o estado da arte na matéria. Infelizmente o caso brasileiro apesar de estruturado ainda está muito aquém do ideal para ser competitivo.

Segundo Billings (1997), 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 a necessidade de um grande tempo para avaliação e decisão, tempo este que a indústria não dispõe devido à concorrência de mercado.

Outro fator a ser considerado, é a questão da diversidade, pois quando uma empresa submete um projeto a uma autoridade certificadora, esta autoridade deve definir os requisitos aeronáuticos aplicáveis. Esta etapa do processo pode durar vários meses uma vez que, em geral, são várias as tecnologias envolvidas em um projeto aeronáutico, o que implica em especialistas de diferentes áreas do conhecimento. Pariès (2000), analisando o processo de Certificação de aeronaves, denota certa 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. Utilizar-se-á de critérios e tempo de raciocínio para poder dimensionar com precisão.

O problema pode ser entendido como um conjunto de processos que dividem recursos comuns dependente de um único órgão, como: protótipos, instrumentação de voo e disponibilidade de sistemas. Cada processo por sua vez tem um subconjunto de processos (pontos de ensaios) que caracterizam uma rede hierárquica que demandam recursos, conhecimentos, tecnologias e organização nem sempre existentes em uma única organização do Estado.

Via de regra, toda aeronave deveria passar por um processo de Certificação, no entanto, para fomentar novos desenvolvimentos as autoridades aeronáuticas regulamentam uma classe de aeronaves denominadas de “experimentais”, que são construções únicas, geralmente de aeronaves menores, onde o construtor assume todos os riscos e responsabilidades sobre o voo, e que são submetidas à legislação distinta e que não se obrigam passar por Certificação.

Barros (2012) detecta que uma visível prova da complexidade e custos do processo de Certificação esta refletida no grande crescimento de empresas que surgem no Brasil para justamente produzir em larga escala os modelos aeronaves “experimentais”, mais precisamente da categoria Light Sport Aircraft (LSA) que são aeronaves menores, O resultado é que atualmente, estão sendo colocados no mercado anualmente cerca de 100 destas aeronaves mais baratas por não serem certificadas e o publico alvo são pessoas que precisam viajar constantemente, geralmente empresários, que buscam rapidez de locomoção com baixo custo e boa eficiência. Obviamente a questão da segurança da aviação não pode ser garantida a pleno se não houver nenhum critério avaliador para colocação de um produto livre no mercado.

#### 4.1.4 As novas tecnologias e a Certificação – o caso dos VANT’s

Oliveira (2005) sugere que a autoridade responsável pela Certificação Aeronáutica deve acompanhar a evolução tecnológica da indústria, no entanto torna-se uma missão quase impossível. No cenário competitivo da indústria aeronáutica, a sobrevivência está ligada diretamente aos massivos investimentos em P&D, cuja dinâmica não consegue ser acompanhada pelo Estado.

Do ponto de vista de Certificação, o surgimento de tecnologias como, por exemplo, materiais compósitos, telemetria, mecatrônica embarcada, demandam anos de conhecimento acumulado e experiências para que se possa realizar uma avaliação assertiva de sua segurança. A deficiência se concentra na dificuldade de se estabelecer requisitos robustos e critérios de aceitabilidade para materiais e sistemas até então desconhecidos, sendo este um desafio não só da autoridade brasileira como de todas as autoridades espalhadas pelo mundo.

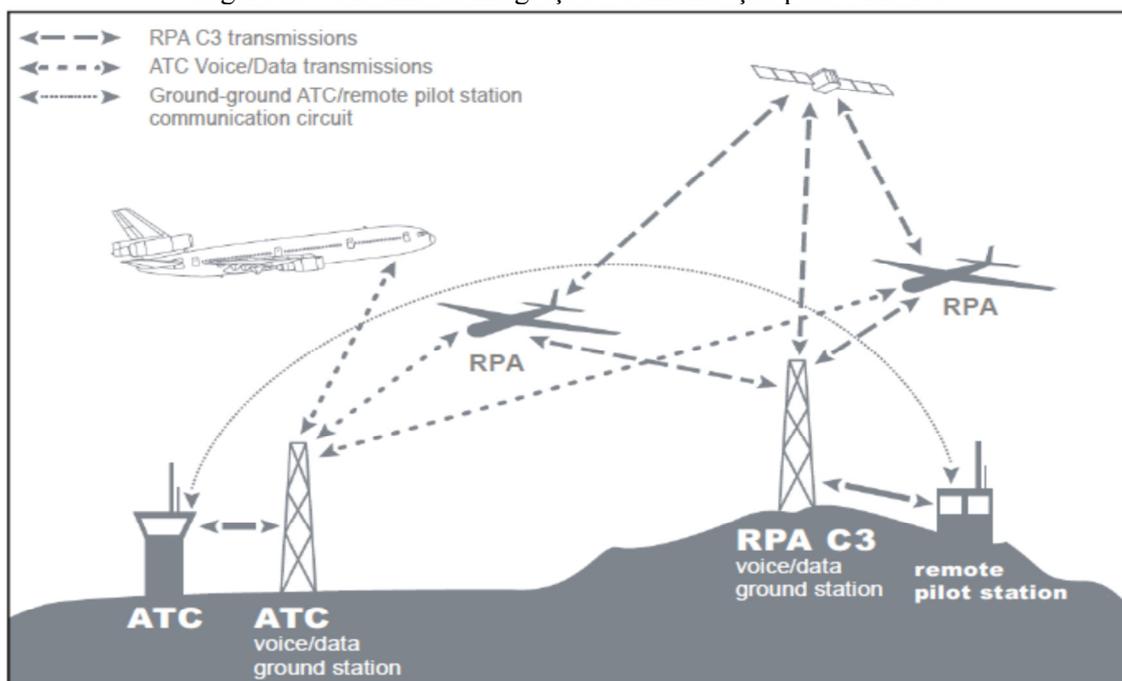
Um exemplo bastante complexo à Certificação Aeronáutica civil é o caso dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT’s). Segundo Nonami (2007), estes veículos

não tripulados e controlados remotamente, foram desenvolvidos inicialmente para missões militares de pesquisa, treinamento, monitoramento e ataque para condições de voo com grande risco de vida humana, ou simplesmente para condições onde a presença de um piloto fosse desnecessária, reduzindo assim os custos da atividade. Rapidamente foram percebidas as grandes vantagens deste dispositivo para finalidades civis, passando a se tornar uma ferramenta de competitividade comercial (FURTADO et al, 2008).

As possibilidades de utilização civil para VANT's vêm cada vez mais tomando volume devido ao baixo custo operacional e viabilidade técnica e econômica. Atividades como geoprocessamento agrícola, aero-fotometria, vigilância, monitoramento de redes e sistemas já são comumente realizadas e estão em estudos dispositivos não tripulados para pulverização agrícola, transporte de cargas, combate a incêndios entre outras atividades aéreas.

Nesta magnitude de evolução, existe um consenso na indústria aeroespacial de que muito em breve o espaço aéreo será compartilhado entre aeronaves tripuladas e não tripuladas em proporções simétricas, principalmente tendo a necessidade de sobrevoar cada vez mais regiões densamente povoadas (ALMEIDA, 2010). Daí surge um grande desafio para as autoridades aeronáuticas em estabelecer regras de voo, de segurança, e de comunicação dadas às diferenças de sistema com a aviação convencional. A Figura 19 exemplifica a dificuldade da autoridade aeronáutica em relação à comunicação, pois além dos métodos tradicionais de transferência de informação através de cabos e ondas de radio, se introduz o sistema *data link* para a transmissão de informações telemétricas e todo este complexo de voo e solo precisa ser certificado em conjunto.

Figura 19 - Sistema de integração e comunicação para VANT's



Fonte: International Civil Aviation Organization (2011)

Segundo dados estatísticos emitidos pela *UAV International*, a quantidade de produtos da categoria VANT desenvolvidos para a aplicação civil, cresceu cerca de 8 (oito) vezes entre 2005 e 2015. Já os produtos desta categoria para aplicação militar, também apresentam um crescimento, porém em escala menor (UVS INTERNATIONAL, 2015). Mesmo com o potencial de aplicação apresentado, no Brasil, governo, setores militar e privado têm apresentado grandes dificuldades de chegar a um denominador comum sobre as normas para Certificar a categoria dos VANT's como também às regras que devem ser adotadas para o uso do espaço aéreo.

Neste sentido, apesar de haver um aparente mercado, a ausência de conhecimento para regulamentar esta questão, limita as significativas possibilidades de investimentos por parte das empresas que estão atentas a esta grande oportunidade de mercado.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 Detalhamento das fontes de informação das indústrias e Organização de Certificação**

O conhecimento que as fontes de informação apresentam e o grau de envolvimento com o assunto trabalhado é de fundamental importância para o enriquecimento do conteúdo a qual se pretende demonstrar, assim previamente aos resultados são esclarecidas as qualificações dos entrevistados.

Dentro da Organização de Certificação Aeronáutica, foram entrevistadas duas fontes de nível gerencial e uma de coordenação, relacionadas respectivamente com programas de Certificação, engenharia de Certificação e gestão do conhecimento organizacional, que doravante serão designados apenas por participante OCA.

Em relação à indústria aeronáutica de grande porte, uma empresa participou da pesquisa, sendo abordadas três fontes de informação uma de nível gerencial e duas de coordenação, relacionados respectivamente com Certificação de projeto, engenharia e ensaios de Certificação, e serão designados apenas como participante IGP.

No âmbito das indústrias aeronáuticas de pequeno porte, participaram da pesquisa três empresas. Uma empresa voltada a projeto e produção de aeronaves básicas e componentes primários, participando da entrevista seu diretor-proprietário designado como participante IPP1. Uma empresa voltada a produção de aeronaves leves avançadas e montagem de kits, participando da entrevista o seu gerente industrial designado como participante IPP2. Por fim, uma empresa voltada ao desenvolvimento de tecnologia e inovação aeronáutica, participando o gerente de Certificação e qualidade, designado como IPP3.

Também é destacado que o teor das entrevistas apresenta um conteúdo de termos técnicos e percepções individuais cuja interpretação requer certo conhecimento da área pesquisada. Assim para tornar mais didáticos e amigáveis os resultados obtidos através das entrevistas, algumas informações relevantes serão enriquecidas com dados obtidos na revisão bibliográfica, para melhor elucidar a hipótese da pesquisa que é verificar se o processo de Certificação Aeronáutica exerce impactos na indústria aeronáutica nacional tanto quanto os possíveis reflexos na sua competitividade.

## 5.2. Um consenso sobre a efetividade da Certificação Aeronáutica

A pesquisa bibliográfica realizada revelou que o processo de Certificação Aeronáutica no Brasil é caracterizado por uma grande complexidade e dificuldade no atendimento dos requisitos atuais de segurança, conforme enfatizam Barros (2012) e Agmont e Ubiratan (2015). Foi constatado também que devido a esta complexidade e dificuldade, uma quantidade significativa de fabricantes passou a produzir aeronaves da categoria “experimental”, cujos requisitos são muito mais brandos, fazendo crescer em 71% a frota de aeronaves desta categoria nos últimos 10 anos, conforme ilustrado na Figura 20 que demonstra a evolução da frota de aeronaves no Brasil. Dadas estas constatações, surge um questionamento se este processo de Certificação Aeronáutica nos moldes atuais é realmente o melhor processo para garantir a segurança de voo? Não seria em tese mais viável, um sistema liberal de autoregulação, onde somente as aeronaves mais seguras se garantam no mercado?

De todos os atores entrevistados obteve-se a unanimidade na afirmação de que o atual processo de Certificação é a melhor solução para a questão da segurança aeronáutica, e cada entrevistado com sua argumentação particular.

Figura 20 - Evolução da frota de aeronaves no Brasil (Certificados x Experimentais)



Fonte: Barbosa (2016)

Para o participante IGP, quando uma empresa propõe o desenvolvimento de uma aeronave comercial de médio ou grande porte, de uma aeronave da classe executiva ou

até mesmo de uma aeronave de utilização militar, tal proposta se dá em um contexto onde as empresas concorrentes, já trazem por herança, as melhores práticas de atendimento a requisitos de segurança e melhores tecnologias. Assim as questões relativas à Certificação dentro de uma grande indústria aeronáutica são tratadas como *commodities*, e o produto pela natureza de concepção já nasce atendendo os requisitos e regulamentos. Com esse entendimento, portanto, não presume que alguma alternativa seja mais eficiente na atualidade.

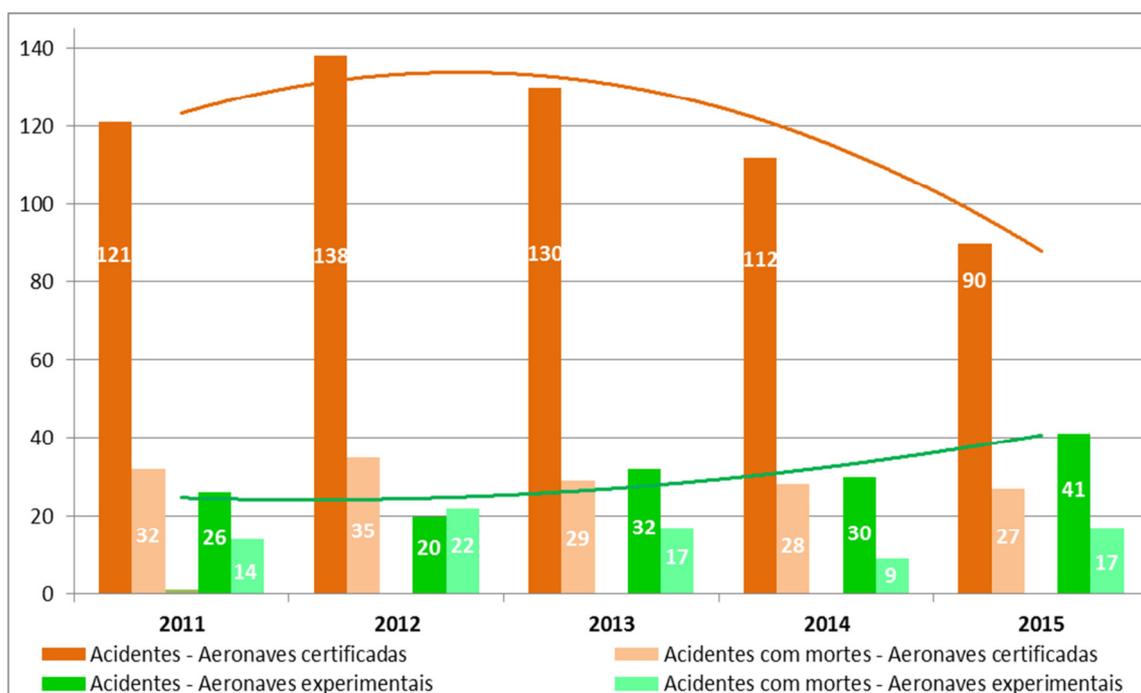
Por sua vez, o ponto de vista do participante IPP1 faz de certa forma uma relação simétrica ao ponto de vista do participante IGP, inferindo que a indústria de pequeno porte no Brasil traz ainda muito da característica artesanal de produção, tendo seu foco mais voltado para solucionar as questões de desenvolvimento tecnológico do produto e enfrentar as questões referentes à escassez de componentes nacionalizados e a dependência de importações de materiais. Então conclui que a indústria de pequeno porte no Brasil depende sim deste um sistema de nivelamento de padrões e atendimento de requisitos de segurança, pois existe a necessidade ostensiva de uma figura fiscalizadora na exigência da melhor referencia.

O participante OCA faz uma defesa bastante ponderada sobre a funcionalidade do processo de Certificação atual. Em sua visão, o modelo deste processo e o forma de verificação dos requisitos e até os próprios requisitos fazem parte de uma evolução que atravessa décadas. Portanto o processo atual advém do acúmulo e das reformulações de conhecimento que se consolidaram através do tempo tornando-se estável. A robustez da Certificação como um método avaliativo não pode estar influenciado pela eficiência da organização que gerencia essa atividade, tampouco pode sucumbir a deficiências processuais. Defende que é necessário de haver uma figura isenta ao ambiente industrial, principalmente neutro em relação às questões comerciais para exercer a função de regulamentação, possibilitando assim e imparcialidade a tendências ou interesses diferentes dos que assegurem a aeronavegabilidade e segurança dos que ficam em solo.

Finaliza o participante OCA, sugerindo que eventuais deficiências ou ausência dos critérios ou dispositivos que avaliam a segurança das aeronaves, historicamente tem resultado no aumento dos níveis de acidentes e mortes relacionadas à atividade aérea. Corrobora esta percepção o ultimo estudo realizado pelo *National Transportation Safety*

*Board* (NTSB) sobre as aeronaves “experimentais” que ficam desobrigadas dos critérios severos de Certificação, pois nos Estados Unidos, em um período analisado de 10 anos, o índice de acidentes com aeronaves experimentais foi de 20 eventos para cada 100.000 horas de voo, enquanto para as aeronaves similares certificadas a proporção ficou pela metade, ou seja, 10 eventos para cada 100.000 horas de voo (NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, 2012). No Brasil, as estatísticas mais recentes indicam uma tendência de redução de acidentes com aeronaves Certificadas e uma curva crescente dos acidentes com aeronaves “experimentais” não certificadas, ilustrada através da Figura 21.

Figura 21 – Histórico de acidentes aéreos no Brasil (certificadas x experimentais)



Fonte: Adaptado de Barbosa (2016) e Agência Nacional de Aviação Civil (2015a)

### 5.3 A Certificação sob a ótica da indústria aeronáutica de grande porte.

Partindo de um panorama geral, o participante IGP inicialmente contextualiza a forma como a indústria de grande trabalho trabalha a Certificação. Conforme mencionado anteriormente, para grandes aeronaves a questão da Certificação é compulsória não só pela questão de segurança, mas como fator de competitividade comercial. Por exemplo, uma aeronave certificada por autoridades de 3 (três) países diferentes, pode ter um valor comercial maior do que a aeronave certificada por apenas uma autoridade aeronáutica.

As grandes indústrias do segmento aeronáutico estão inseridas em um cenário de intensa competitividade onde os fatores determinantes de seu sucesso estão diretamente relacionados à governança e a sua estratégia de gestão. Assim, ao propor um produto novo, antes de qualquer coisa é realizado um estudo de viabilidade que analisa as possibilidades de sucesso, ameaças, investimentos e “*pay back*”. Então é elaborado um plano de negócio, chamado nos meios organizacionais de “*business master plan*” onde são elencadas as macro atividades desde a concepção até o produto final, já alocando os respectivos recursos financeiros e tempo para a execução de tais atividades. Neste plano são identificadas também as atividades mais críticas chamadas de “*critical path*”, cujo atraso ou insucesso pode levar a ruína parcial ou total do produto proposto. Neste plano, a Certificação é considerada como uma das 3 (três) atividades de maior criticidade e influência do projeto.

Definida a importância da Certificação no plano de negócio de uma grande indústria aeronáutica, são identificados em um segundo nível, quais são os fatores que podem colocar em risco esta atividade, sendo que no caso da Certificação, a principal preocupação está relacionada à questão do atraso temporal na entrega do produto. Neste negócio, muitas vezes as novas aeronaves são vendidas ainda na fase de concepção, já tendo sido previamente definidos os valores prazos de entrega.

### 5.3.1 As principais ameaças da Certificação

Ao ser questionado sobre as principais dificuldades do processo de Certificação, os entrevistados que representam o participante IGP discorrem em linhas distintas, porém complementares, que permitem a percepção de fatores de ameaça. Partindo do pressuposto que o “*business master plan*” de um programa para fabricação de um produto aeronáutico seja assertivo, a questão dos custos financeiros para a atividade de Certificação, apesar de altos, não são, a princípio, comprometedores.

No caso de uma aeronave de grande porte, somente o emolumento cobrado pela autoridade brasileira no ano de 2015 para realização do pedido inicial de avaliação do processo de Certificação, chega a quase R\$ 8 milhões, (conforme estratificação da tabela de emolumentos da ANAC, ilustrado na Figura 22). Em relação aos custos de mão de obra dedicados a Certificação, não é possível ao certo determinar um valor exato, mas é possível atribuir uma ordem de grandeza representativa. Por exemplo, o

participante IGP já tem contabilizado mais de 300 mil horas de engenharia na Certificação no projeto de sua aeronave cargueira de grande porte, assim se atribuído o valor de mercado da hora base de engenharia em R\$ 85,00<sup>13</sup> (inclusive encargos, base de calculo CREA em 2015), conclui-se então que investiu no mínimo mais R\$ 24 milhões, em mão de obra especializada.

Figura 22 – Emolumentos para Certificação (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	<b>7.720.743,94</b>
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	<b>5.959.493,07</b>
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	<b>4.355.569,81</b>
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	<b>891.310,61</b>

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Aviação Civil (2015b)

A campanha de ensaios de Certificação exige cerca de 2000 horas de voos de testes e demonstrações. Considerando que o valor médio da hora de voo de uma aeronave de grande porte gira em torno de R\$ 12.000,00 (incluindo tripulação e suporte de solo), então são necessários na Certificação cerca de mais R\$ 24 milhões. Além destes valores, são considerados na Certificação outros os custos bastante relevantes com laboratórios, ensaios estruturais em solo, instrumentação e assim por diante. Mas todos estes altos valores estão contemplados e diluídos nas margens de lucro em um negócio onde o valor médio de cada aeronave pode chegar a R\$ 90 milhões e são vendidas centenas de unidades.

Então, em que situação o processo de Certificação pode representar uma ameaça para a indústria?

Para responder esta questão, o participante IGP resgata o exemplo recente ocorrido na Certificação da aeronave modelo A-380 da empresa Airbus. Neste caso a

<sup>13</sup> Mapeamento de remuneração dos engenheiros no Brasil realizado pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo (CREA-SP).

empresa Airbus havia vendido várias unidades da aeronave ainda na fase de concepção com prazo de entrega definido e seu desenvolvimento fazia parte de um plano estratégico de concorrência com a empresa Boeing que disputava um novo conceito de mercado desenvolvendo no mesmo período a aeronave modelo B-787.

A situação foge de controle quando ocorrem sucessivos atrasos na finalização da Certificação da aeronave Airbus A-380 colocando a empresa em uma situação extremamente delicada, sujeita a multas milionárias por atraso em entregas, cancelamento e postergação de pedidos de aeronaves e uma perda de mercado muito grande para a empresa Boeing. Para reverter esta situação, a empresa Airbus foi obrigada a direcionar grande parte de seu efetivo de outros programas e fazer volumosos aportes financeiros, inclusive para suporte da autoridade aeronáutica no sentido de minimizar os impactos deste atraso. Segundo especialistas, o problema ocorrido com a Certificação da aeronave A-380 levou a empresa Airbus próxima ao risco de falência.

A questão do tempo necessário para Certificar um produto aeronáutico, é fator de impacto direto para os grandes fabricantes, pois este está inserido em um cenário onde existe muita concorrência e se corre contra o tempo para sempre disponibilizar primeiro seu produto. Ter o produto disponível no mercado antes das empresas concorrentes é sem dúvida um diferencial competitivo muito importante e não atrasar as entregas pode ser uma questão vital para sobrevivência no mercado, porém o cenário que se configura no Brasil demonstra que ainda está longe de uma situação considerada ideal do ponto de vista industrial.

Os problemas de Certificação ocorridos com empresa Airbus são similares aos que são enfrentados pela indústria nacional, destacando-se alguns pontos relevantes que são ligados ao relacionamento com a autoridade aeronáutica, senão vejamos:

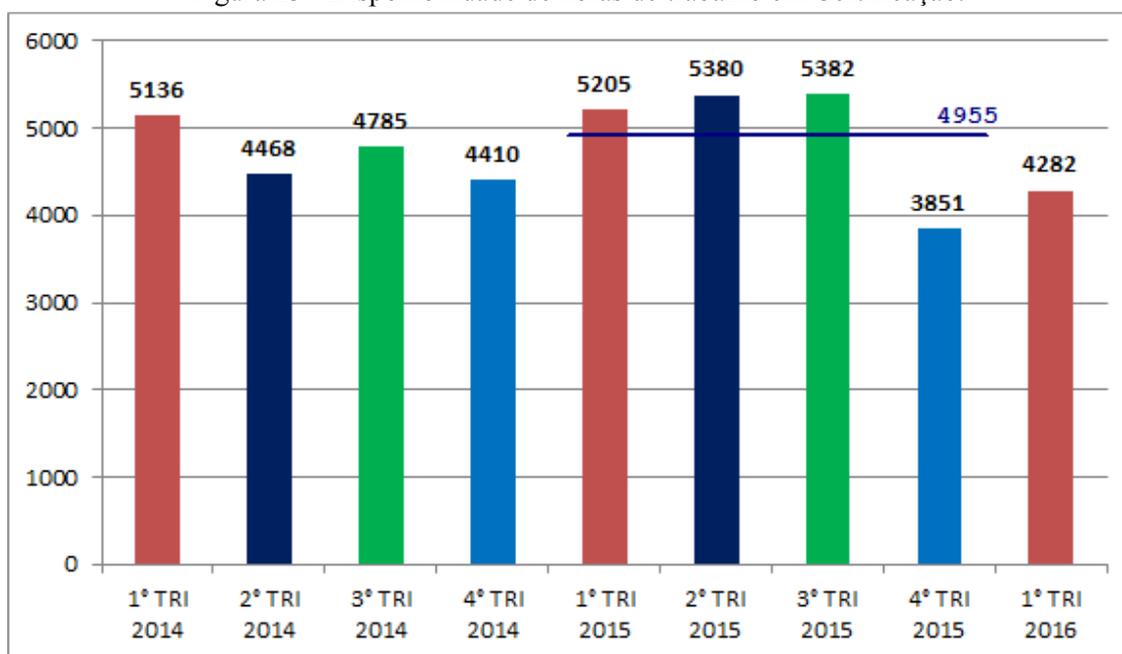
- A empresa representada pelo participante IGP possui quase 20 mil funcionários, dos quais cerca de 4 mil são engenheiros. Deste total, em torno de 50% do quadro de engenheiros, ou seja, 2 mil engenheiros desenvolvem alguma atividade que possui relação com o processo de desenvolvimento e Certificação de aeronaves, consumindo boa parte da disponibilidade de horas de trabalho. Em termos gerais é factível afirmar que esta empresa tem capacidade de aplicar em torno de 240 mil horas

mensais de trabalho especializado relacionado à Certificação e que normalmente requer um envolvimento da autoridade aeronáutica.

Por outro lado, é percebido que a estrutura organizacional da autoridade de Certificação civil no Brasil (ilustrada no Anexo 2) se mostra tímida para atender as demandas atuais da indústria nacional. Segundo dados da Gerencia Geral de Certificação do Produto Aeronáutico (GGCP) da SAR/ANAC, a autoridade aeronáutica brasileira não consegue disponibilizar uma grande força de trabalho nas atividades analíticas do processo. Conforme quadro de disponibilidade de horas de trabalho da GGCP (ilustrado na Figura 23), no ano de 2015, por exemplo, conseguiu desempenhar uma média mensal de 4955 horas para análises de Certificação, destoando dos números desenvolvidos pela indústria de grande porte.

Assim a primeira ameaça identificada pelo participante IGP está relacionada com a baixa capacidade de atendimento das demandas por parte da autoridade aeronáutica frente ao volume de projetos, informações e velocidades requeridas nas análises de atendimento aos requisitos. É percebido então que existem fatores limitantes externos a indústria que podem balizar seu desempenho frente aos concorrentes.

Figura 23 - Disponibilidade de horas de trabalho em Certificação.



Fonte: Pesquisa de campo junto a ANAC/SAR

O processo de Certificação Aeronáutica é resultante do acúmulo de conhecimentos e aperfeiçoamentos desenvolvido ao longo de anos pela indústria aeronáutica e pelas autoridades certificadoras. As grandes empresas fazem cada vez mais investimentos em sistemas e métodos de gestão do conhecimento para organizar, armazenar e difundir o valioso ativo do saber. Neste sentido o participante IGP identifica que dentro da organização certificadora os conhecimentos, as competências e as informações mais relevantes acabam ficando restritas a poucos engenheiros mais experientes que acumulam mais tempo de casa e por sua vez as decisões importantes acabam ficando também restritas a este grupo.

A questão da disseminação do conhecimento e a consequente restrição das decisões a poucos agentes torna-se um gargalo no fluxo de ações do processo, e consequentemente impõe uma restrição na velocidade requerida.

Devido a feroz concorrência, as indústrias do segmento aeronáutico tem constantemente realizado volumosos aportes financeiros em P&D que refletem na atividade de Certificação. Para tornar mais ágil o processo certificador, atividades ocorrem simultaneamente, na escassez de laboratórios nacionais, são contratados ensaios em laboratórios estrangeiros, testes das aeronaves para comprovação de atendimento aos requisitos são realizados em diferentes ambientes no mundo todo. Dada esta dinâmica, o participante IGP identifica que devido a questões estruturais, orçamentárias e processuais, a autoridade certificadora apresenta uma restrição muito grande em ter a mobilidade e presteza necessárias para e acompanhar proximamente todas estas ações.

Neste sentido, as dificuldades dinâmicas podem ter dois reflexos. Em uma condução restritiva, impacta diretamente no tempo das ações ou na viabilidade das alternativas que possibilitam tornar o processo ágil. Em uma condução menos restritiva, é possível que as atividades ocorram acompanhadas por uma visão delegada, ausentando-se assim do processo o caráter crítico e imparcial que a autoridade deve exercer.

### 5.3.2 Novos desafios para a Certificação.

Após a década de 1950, com o surgimento e consolidação das aeronaves a jato, a indústria aeronáutica se desenvolveu através de melhorias incrementais, um exemplo

desta afirmativa é a aeronave comercial mais vendida no mundo, o Boeing B-737, cujo projeto é do início da década de 1960 e continua até hoje sendo a aeronave comercial mais utilizada, tendo o mesmo projeto conceitual daquela época. Somente na década de 2000, com o surgimento de novos materiais e novas tecnologias, a indústria aeronáutica iniciou um processo de inovação conceitual nas aeronaves rompendo com os padrões até então conhecidos. Nesse contexto, o alumínio vastamente utilizado nas estruturas passa a ser substituído por materiais compósitos e plásticos de alta resistência, os sistemas de navegação eletromecânicos são substituídos pela microeletrônica, são introduzidos os sistemas computadorizados, as baterias de níquel cádmio são substituídas por lítio, as lâmpadas por “*leds*” entre inúmeras outras inovações. Outras ainda estão por vir, como por exemplo, a substituição dos motores a querosene, por outros mais eficientes e utilizando combustíveis limpos e renováveis.

No entanto, nem as autoridades aeronáuticas nem os requisitos de segurança já definidos conseguem acompanhar esta evolução. O participante IGP ilustra o problema trazendo o caso do desenvolvimento realizado por sua empresa para produzir uma aeronave da classe executiva com sistema de comandos de voo *full fly-by-wire* que é uma tecnologia recente cujo sistema de controles de voo é atuado através de cabos de fibra ótica, sensores e atuadores. Este foi um exemplo de que a tecnologia avançou mais que a regulamentação, e neste caso, a autoridade certificadora foi obrigada em conjunto com a indústria a desenvolver novos requisitos aplicáveis a esse produto tecnologicamente avançado.

A necessidade do desenvolvimento destes novos requisitos consumiu um tempo maior e não esperado. Também o fato dos novos requisitos serem desenvolvidos conjuntamente com a indústria e não internamente ou em conjunto com outras autoridades pode abrir possibilidades para interferências ou interesses que sobreponham à questão da segurança. A falta de recursos para acompanhamento da evolução tecnológica é sem dúvida um grande desafio para a Certificação e já demonstra seus impactos.

Outro ponto de atenção é que as indústrias da chamada alta tecnologia, além de investir maciçamente em P&D, investem muito também na capacitação e especialização de seus funcionários. O participante IGP relata que em sua empresa essa preocupação é tão grande que foi desenvolvido um programa de especialização em nível de mestrado

dentro da organização para capacitar os engenheiros contratados antes assumir posições estratégicas, pois a formação normal ainda é insuficiente para prover a experiência necessária na indústria. A questão capacitação vai ainda além da questão da formação acadêmica, mas sim em um programa contínuo de treinamento e investimento em sistemas que permitam ao funcionário um curto período de adaptação e uma larga experiência com pouco tempo de casa passando a ter acesso a uma vasta carga de informações acumuladas e a produzir conhecimento.

Apesar dos requisitos para ingresso de funcionários na autoridade aeronáutica serem amplamente compatíveis com as atividades a serem desenvolvidas, é percebido uma carência na questão da capacitação dos agentes que realizam atividades de análise e avaliação. Também é percebida uma rotatividade de pessoal, considerada em princípio sadia, mas que deve ser precedida de preparação, pois em uma organização enxuta e com interfaces exigentes, não ter pessoal com plena desenvoltura em função, pode significar a possibilidade de riscos a atividade.

### 5.3.3 A Certificação e a competitividade da indústria.

O participante IGP infere que as maiores indústrias aeronáuticas do Brasil atualmente tem como alvo o atendimento de demandas de mercados estrangeiros, assim todos os modelos atualmente produzidos foram certificados junto à autoridade dos Estados Unidos e também da Europa permitindo também um estrito relacionamento com outras autoridades e conseqüentemente traçar algumas relações.

Apesar de haver acordos de bilateralidade na questão de Certificação, como por exemplo, entre a autoridade brasileira e a americana, existem algumas diferenças consideráveis entre os regulamentos, mas principalmente em relação ao modus operandi que refletem diretamente no dinamismo da atividade e conseqüentes impactos em tempo.

Para o participante IGP, o Estado não consegue compreender a necessidade da indústria. No Brasil o segmento aeroespacial contrata cerca de 25 mil pessoas, o que não é um número grandioso se comparado a outros setores, porém, devido ao valor agregado ao produto, fatura cerca de R\$ 25 bilhões ao ano porém contribui com a balança comercial com cerca R\$ 20 bilhões ao ano. Na opinião do participante IGP, estes

valores financeiros devem ser levados em conta na discussão devido ao benefício do país.

#### **5.4 A Certificação sob a ótica da indústria aeronáutica de pequeno porte**

##### 5.4.1 A recente indústria aeronáutica e seus desafios

O participante IPP2 reforça o conteúdo da revisão bibliográfica aduzindo que desde os primórdios a indústria aeronáutica brasileira sobreviveu à sombra de subsídios governamentais e de programas militares. A própria empresa Embraer nasceu por meio do esforço do engenheiro militar Osiris Silva, mas só foi viabilizada, pois o então Presidente da República, general Arthur da Costa e Silva, autorizou um importante fomento federal para sua criação.

A maioria das indústrias de pequeno porte do segmento aeronáutico que atualmente sobrevive no Brasil, começaram a surgir a partir do final dos anos 80, atendendo inicialmente um segmento de aeronaves “experimentais” do tipo ultraleves que até então se mantinham por meio de poucas vendas aos considerados “aventureiros do ar”. A partir do final da década de 1990 e início da década de 2000, com a escassez de aeronaves novas de pequeno porte e o encarecimento de sua manutenção, as aeronaves “experimentais” passaram a ser aperfeiçoadas, ganhando uma característica de voo, tecnologia e segurança muito próxima aos da categoria certificada. Neste período, com o fim do regime militar de governo e as políticas de minimização estatal, cessou também todo o fomento e todas estas pequenas indústrias tiveram que se erguer com os próprios meios.

Neste contexto, apenas duas ou três indústrias de pequeno porte se dedicaram a produção de aeronaves certificadas, porém devido ao alto custo da Certificação e da dependência de componentes estrangeiros, não conseguiram se consolidar. As indústrias que conseguiram sobressair focaram sua produção nas aeronaves “experimentais”, pois estas são mais baratas devido à falta do certificado de homologação.

No Brasil, a organização da atividade de Certificação do produto aeronáutico teve início dentro do ambiente militar, e sua criação foi motivada com o intuito de atender basicamente as demandas da empresa Embraer, e se manteve nesta constante durante muitos anos sob a gestão militar. Somente em 2006 a atividade de Certificação

passou a ser gerida por uma organização civil a ANAC, porém a transição do sistema militar ao civil perdurou até o ano de 2010.

Postas as considerações iniciais o participante IPP2 desenvolve alguns pontos importantes:

- Nos tempos atuais, é muito difícil visualizar que alguma das indústrias de pequeno porte existente hoje atinja os patamares de empresas como Embraer ou Helibras. Isso simplesmente por uma questão de subsídio financeiro e proteção estatal, muito importante no passado, mas que hoje inexistente. É uma realidade que por outro lado coloca as pequenas indústrias em pé de igualdade na concorrência.

- Muito das dificuldades encontradas hoje pela pequena indústria aeronáutica, principalmente no tocante as questões de Certificação, são em parte consequências do modelo e da cultura na qual a organização que faz a atividade de Certificação no Brasil foi criada. O fato de ter sido criada para atender inicialmente somente a empresa Embraer e o fato de ter sido muitos anos conduzida por uma gestão militar com foco em atender os programas subsidiados pelo governo, deixou a organização e o contexto míope à visão da iniciativa privada e dos pequenos projetos.

#### 5.4.2 Certificação: um fardo pesado para as pequenas indústrias.

A visão do participante IPP1 inicialmente remonta a questão relacionada ao custo financeiro para realização da Certificação de um produto aeronáutico para a indústria de pequeno porte é uma barreira natural que desestimula empreendedores do setor.

Para exemplificar esta questão, o participante IPP1 apresenta um estudo de caso realizado por sua empresa para tentar lançar no mercado uma aeronave de 2 (dois) assentos para treinamento básico de pilotos devidamente certificada para atendimento dos requisitos de formação de pilotos, preparada para realizar viagens de até 500 quilômetros, com foco no atendimento das demandas do Brasil e dos países da América do Sul. Uma pesquisa de mercado realizada por uma assessoria contratada indicou que para ser competitivo o valor de mercado da aeronave não deveria exceder R\$ 300 mil, sendo que o lucro médio da indústria gira em torno de 30% da receita.

A primeira grande surpresa foi descoberta durante a realização dos estudos para Certificação. A Figura 22 (mostrada anteriormente) apresenta a relação de valores a

serem recolhidos para análise dos processos de Certificação pela autoridade aeronáutica, de acordo com o tamanho de cada aeronave. Para a aeronave pretendida, verificou-se que em 2015 somente o emolumento cobrado pela autoridade certificadora para realização da análise inicial do projeto chega a quase R\$ 900 mil. Então, considerando o valor comercial da aeronave de R\$300 mil, e margem de lucro de 30%, sugeridos pelo participante IPP1, seria necessário então vender antecipadamente 10 aeronaves antes mesmo de produzi-las, somente para saldar este emolumento.

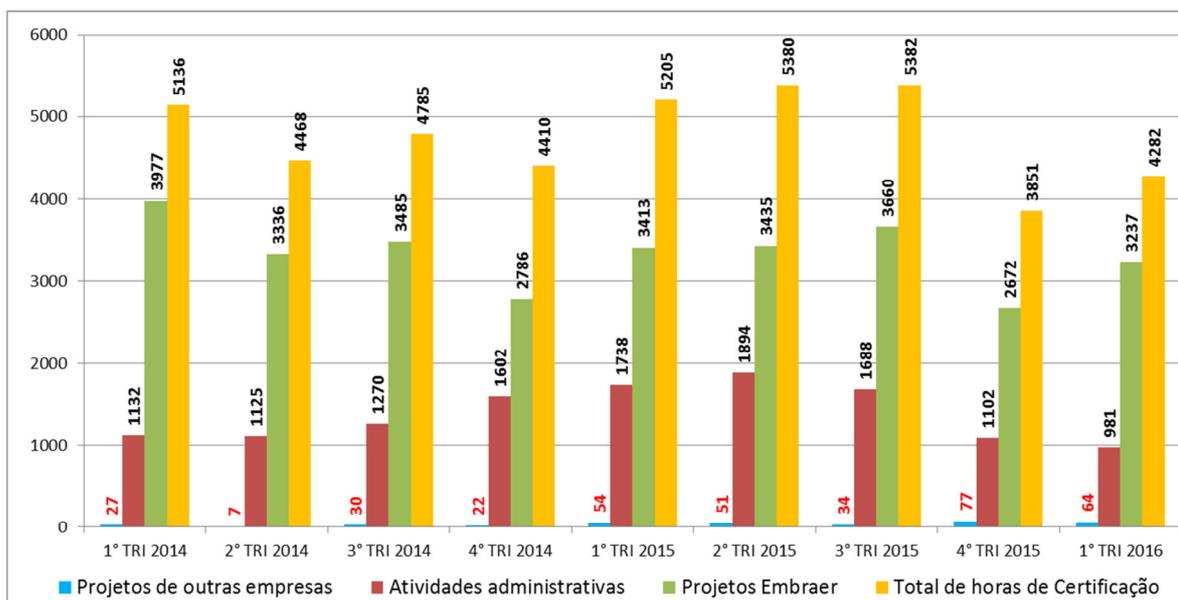
Ainda em relação aos custos com a autoridade certificadora seriam necessários outros emolumentos para auditorias, análises, vistorias, certificação da produção, entre outros (processo detalhado no Anexo 3), que uma indústria de pequeno porte sem subsídios e sem parceiros de risco, não teria condições de financiar. A conclusão obtida através dos participantes da categoria IPP é de que Certificar uma aeronave de pequeno porte no cenário atual brasileiro é praticamente inviável.

#### 5.4.3 Pequenas indústrias, grandes dificuldades

No período em que foram realizadas as pesquisas de campo, foi constatado que de todos os projetos de Certificação de aeronave em avaliação pela GGCP, apenas um deles se tratava de projeto de aeronave oriundo de uma indústria de pequeno porte que coincidentemente é representada na pesquisa pelo participante IPP3. Todos os demais projetos em andamento eram da indústria de grande porte.

O participante IPP3 alerta que o fato de haver neste período somente um processo de Certificação de Tipo para uma indústria de pequeno porte, por si só é um indicador de existe uma dificuldade ou um desestímulo para certificar novos produtos. Ainda assim, mesmo que houvesse outros processos de empresas pequenas, estes provavelmente seriam colocados em ordem de prioridade. Esta percepção do participante IPP3 é corroborada pelos dados da Figura 24, que indica a distribuição das horas de trabalho da autoridade por demandante, sendo que os projetos da empresa Embraer consomem praticamente todas as horas disponíveis.

Figura 24 - Principais demandantes de horas de trabalho na GGCP



Fonte: Pesquisa de campo junto a SAR/ANAC

Apesar do processo de Certificação ser um sistema regulamentado, com procedimentos e metodologia, constatou-se entre todos os entrevistados um consenso sobre a ausência de um suporte mais robusto da autoridade sobre as questões técnicas, pois muitas vezes os entendimentos sobre um mesmo ponto divergem entre a indústria e autoridade, além disso, não existem programas governamentais de incentivo a este segmento em específico que fomente as indústrias de base.

#### 5.4.4 As dificuldades no cumprimento dos requisitos de Certificação

Um dos grandes problemas do processo de Certificação além dos custos financeiros é a questão da dinâmica de comprovação do atendimento dos requisitos, ressalta o participante IPP1. A demonstração de atendimento dos requisitos para pequenas aeronaves, em um ambiente onde a autoridade tem pouca experiência e contato com o produto, requer que praticamente todos os pontos sejam literalmente comprovados, sendo bem pouca coisa aceita por analogias substanciadas ou por simulações. No caso brasileiro, por exemplo, devido ao histórico da empresa Embraer, a autoridade acabou familiarizando-se com projetos de aeronaves maiores, sendo que as análises dos projetos das aeronaves menores demandam uma cautela maior da

autoridade que reflete diretamente na indústria. O resultado é um encarecimento maior do projeto.

O entrevistado IPP2, discorre que mesmo na indústria aeronáutica de pequeno porte a tecnologia tem avançado a passos largos, mas os requisitos mantêm a mesma tônica daqueles formulados na década de 1960. Nos Estados Unidos, apesar do sistema e os requisitos serem muito semelhantes, a política adotada propiciou que as pequenas indústrias se organizassem de modo que a questão da comprovação dos requisitos a autoridade fosse facilitada por uma gama de laboratórios e acessórias especializadas, que permitiram uma grande diversificação dos materiais certificados e por consequência uma maior experiência e credibilidade da autoridade aeronáutica neste sistema propiciando uma importante facilidade e competitividade as indústrias daquele país.

No Brasil, a grande parte dos laboratórios onde os modelos podem ser testados e verificados fica no Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e foram criados no intuito de desenvolver a empresa Embraer e projetos militares. Esta configuração de certa forma se mantém atualmente, sendo difícil o acesso para projetos menores, que sem dispositivos alcançáveis para realizar suas comprovações, ficam inviabilizados.

#### 5.4.5 A Certificação Light Sport Aircraft: apenas uma solução paliativa

O participante IPP2 discorre que em 2014 as indústrias que fabricavam pequenas aeronaves experimentais no Brasil tiveram que se reinventar para sobreviver. Nesta ocasião, a autoridade aeronáutica lançou o programa chamado IBR 2020, que concedia um prazo de 2 (dois) anos para que as indústrias se adequassem para poder produzir em série as suas aeronaves, categorizadas como LSA/ALE (Light Sport Aircraft ou Aeronaves Leves Esportivas). A Certificação LSA é tão somente a regularização da antiga categoria de aeronaves experimentais que eram produzidas em escala e não se equipara aos padrões da Certificação normal regidas pelo RBAC 21. Para atender esta categoria, a aeronave deve ser projetada atendendo os padrões da American Society for Testing and Materials (ASTM) e a linha de produção deve atender um sistema de qualidade nos moldes da ISO9001.

De certa forma, esta implantação beneficia a pequena indústria ao passo que produzir uma aeronave com a Certificação LSA significa que esta pode ser aceita em

mercados internacionais que sejam signatários da ICAO, assim permitindo as indústrias nacionais a expandir mercados.

O problema da categoria LSA, é que as aeronaves construídas neste padrão são limitadas ao peso de 1225 kg, ser monomotora, capacidade de no máximo 5 (cinco) ocupantes, entre outras restrições. Assim, o participante IPP2 conclui que normalmente as empresas que nascem nesta categoria e pretendem crescer normalmente as empresas que nascem nesta categoria e pretendem crescer, almejam projetos de aeronaves maiores, porém para que isto ocorra, os mesmos desafios mencionados anteriormente sobre a Certificação, devem ser enfrentados.

## **5.5 A Certificação sob a ótica da organização de Certificação Aeronáutica**

### **5.5.1 Uma pequena estrutura para um grande desafio**

A Superintendência de Aeronavegabilidade (SAR) da ANAC, órgão responsável por atividades relacionadas à segurança de equipamentos de voo, contempla em sua estrutura a Gerencia Geral de Certificação do Produto Aeronáutico (GGCP) que trata em específico da Certificação de projetos e produção de aeronaves. O único escritório desta Organização de Certificação Aeronáutica fica localizado na cidade de São José dos Campos, estado de São Paulo.

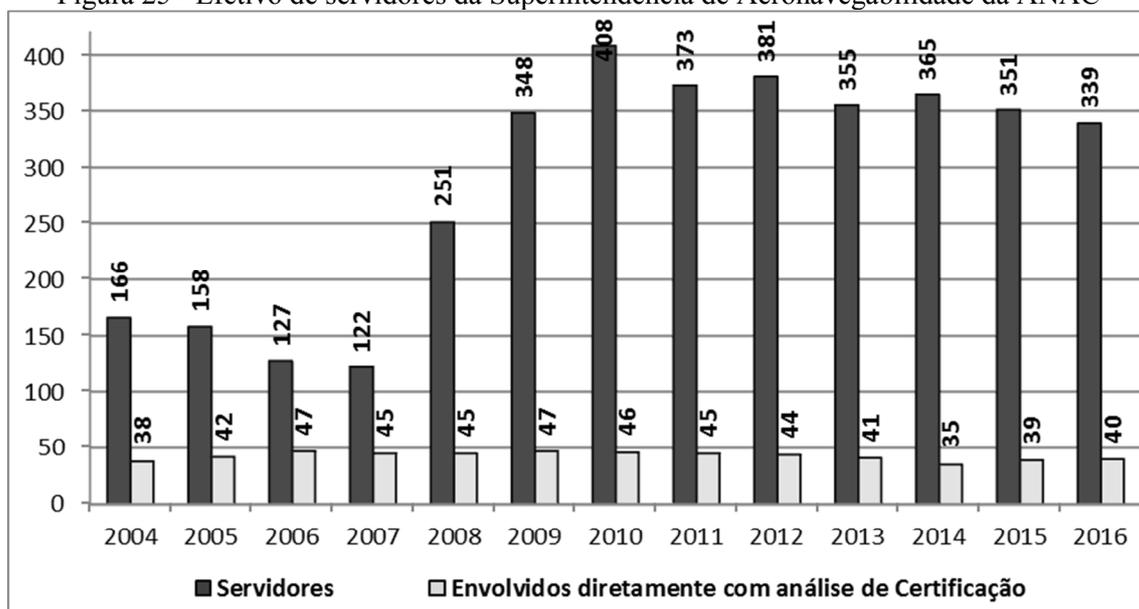
Segundo o participante OCA, a atividade da Certificação no Brasil nasceu em ambiente militar, e foi desenvolvida pelos especialistas em projetos de aeronaves oriundos do ITA. Com a transferência da atividade de Certificação civil para a ANAC em 2006, após um período de transição, a GGCP inicia com a missão de manter os mesmos níveis desenvolvidos no regime anterior e com um desafio maior de atender grandes demandas da indústria nacional.

A fase de transição da atividade de Certificação da gestão militar para a gestão civil da ANAC levou um tempo até que fosse possível sua autonomia. Somente após o ano de 2008, com a realização de concurso público foi possível consolidar um quadro mínimo de servidores. A instalação da ANAC não trouxe a princípio, grandes impactos nas operações do sistema aeronáutico nacional, mas as mudanças mais perceptíveis começaram a partir da entrada de servidores civis, com outra cultura de trabalho.

Em relação às questões impactantes ao processo de Certificação, o participante OCA discorre que as demandas geram picos de trabalho de acordo com as fases dos projetos submetidos. Por ser uma atividade sazonal e cíclica, são percebidos momentos de pico onde as demandas necessitam ser priorizadas, e neste ponto acabam estendendo tarefas com possíveis consequências.

Apesar de nos últimos 10 anos o número de servidores da SAR ter dobrado, conforme se constata na Figura 25, o quadro ainda se mostra tímido frente ao crescimento constante de demandas do segmento aeronáutico nacional. Além disso, existe uma dificuldade no aumento da quantidade de pessoas engajadas diretamente em análise técnica de Certificação de Projeto que se mantém estável na última década, com apenas 40 especialistas no ano de 2016, podendo ser considerada uma ameaça.

Figura 25 - Efetivo de servidores da Superintendência de Aeronavegabilidade da ANAC



Fonte: Pesquisa de campo junto a ANAC/SAR

Conforme a política adotada pelo Governo Federal Brasileiro, a ampliação de quadro de servidores públicos depende de legalidades e tramitações que por vezes não acompanha o crescimento da sociedade, principalmente as demandas da indústria, sendo esta uma realidade que afeta também a Gerencia Geral de Certificação do Produto Aeronáutico da SAR/ANAC, que não recebeu nos últimos anos aportes de recurso humano significativo, para incrementar a disponibilidade de horas de análises para Certificação, possibilitando um cenário mais positivo.

### 5.5.2 Relações entre a Organização de Certificação Aeronáutica e as indústrias de pequeno e grande porte

Se por um lado os segmentos industriais levantam suas percepções sobre o processo de Certificação, de outro a autoridade aeronáutica também percebe deficiências nas indústrias em relação ao processo, que de certa forma também são refletidas de forma negativa.

O participante OCA exemplifica alguns casos típicos relativos à indústria de pequeno e grande porte.

Notadamente os maiores demandantes dos serviços da GGCP é a indústria de grande porte, consumindo quase que a totalidade da disponibilidade de horas de trabalho. Geralmente uma grande indústria do segmento aeronáutico está bastante habituada com o processo de Certificação e normalmente desenvolve vários projetos em paralelo que podem ao mesmo tempo ser submetidos para avaliação da autoridade. Dentro da Organização de Certificação Aeronáutica, estes processos são devidamente distribuídos entre as equipes e dimensionados para atender as expectativas. Ocorre que devido a mudanças de mercado, as prioridades destes projetos podem ser constantemente alteradas, tornando-se necessário todo um replanejamento interno para atendimento, sendo que em casos são necessárias alterações significativas da equipe de trabalho envolvida na análise. Todo esse movimento consome um tempo precioso, obviamente transferindo impactos.

Outro exemplo, uma grande indústria normalmente trabalha com várias equipes distintas para os diferentes projetos de suas aeronaves. No entanto é percebido que assuntos técnicos já discutidos e resolvidos em projetos anteriores ou projetos paralelos acabam repetidamente sendo colocados em pauta, consumindo um tempo precioso. Isso demonstra uma deficiência nos processos de gestão deste tipo de conhecimento industrial, pois normalmente os projetos novos são evoluções de anteriores e muitos quesitos são similares. Uma percepção do participante OCA é de que a grande rotatividade de pessoas dentro da indústria e consequente perda de experiências pode ser um fator contribuinte a essa deficiência.

Em relação à indústria de pequeno porte, o participante OCA expõe que a grande maioria das indústrias deste segmento foram originalmente criadas para desenvolver ou produzir aeronaves “experimentais”. Assim, conceitualmente suas aeronaves são sim

projetadas pensando em segurança, mas seus projetos não são desenvolvidos com preocupação de atendimento aos requisitos de Certificação. Desta forma, a carência de uma cultura de Certificação dentro da indústria, acaba deixando cada vez mais distante de atingir este objetivo.

Outro fator identificado é a carência de um corpo técnico especializado que viabilize projetos certificáveis. Devido ao alto custo, normalmente as pequenas indústrias tem pouquíssimos profissionais de engenharia contratados para o desenvolvimento de projetos. Geralmente são dois ou três engenheiros que se desdobram em problemas de projeto, produção e suporte técnico, impossibilitando o foco na Certificação, também deixando este segmento mais distante do objetivo.

No entanto, o contato próximo com as pequenas indústrias permite perceber que cada uma delas acaba desenvolvendo capacitações e conhecimentos em pontos específicos. Por exemplo, existem indústrias que tem conhecimento avançado em materiais compósitos, outras em estruturas, algumas dominam projetos de alta eficiência e outras dominam técnicas mais avançadas do processo de produção. De certa forma esse potencial pode ser muito bem aproveitado, porém seria um desafio que foge as atribuições de regulação.

Ainda em relação às pequenas empresas, é reconhecida a dificuldade de acesso a laboratórios e consultorias especializadas que viabilizem certificar seus produtos. A maioria dos laboratórios dedicados para análises e testes dos produtos aeronáuticos está concentrada no Centro Técnico Aeroespacial, sendo muito ocupada por desenvolvimentos militares e testes da empresa Embraer. Exceto estes, no Brasil existem pouquíssimos laboratórios que tenham alguma especialização para estudar os produtos aeronáuticos, sendo que a alternativa seria utilizar laboratórios americanos e europeus, que elevariam os custos a patamares inviáveis.

Em relação a programas de suporte e incentivo a Certificação de produtos da indústria aeronáutica de pequeno porte, a organização de Certificação na função de reguladora, nada pode fazer. Infere que estas ações deveriam ser realizadas através de políticas governamentais geridas por instancias distintas.

Conclui o participante OCA inferindo que a solução dos maiores problemas internos da organização dependem de ações que envolvem planejamento orçamentário e formulação de diretrizes estratégicas que são difíceis de mudar em curto prazo, mesmo

com a magnitude da contrapartida social que o segmento aeronáutico proporciona ao país.

### 5.5.3 Autoanálise da Organização de Certificação Aeronáutica

Considerando que a pesquisa objetiva avaliar os impactos de uma atividade reguladora estatal sobre a iniciativa privada, torna-se então relevante entender não só das questões técnicas regimentais, mas também compreender o cenário na qual a organização está envolvida. Neste sentido, o participante OCA disponibiliza informações importantes que permite fazer situacional e compreender sua dinâmica.

Uma prospecção de ambiente indica que apesar do cenário atual de crise econômica vivida atualmente, a década de 2010 apresenta um quadro estimado de crescimento da atividade aérea podendo variar entre 5 a 10% ao ano, oscilando entre as categorias de transporte de passageiros e cargas, aviação geral e aviação agrícola. Neste contexto é esperado um crescimento de 5% na atividade da indústria aeronáutica brasileira.

Situando neste ambiente a Organização de Certificação Aeronáutica, os participantes desta instituição expuseram a seguinte análise:

- Ambiente interno – pontos fortes:
  - i) Manutenção de especialistas mais experientes em cada grupo funcional, para realização de “*coaching*” ativo.
  - ii) Bom potencial da nova equipe de trabalho admitida nos dois últimos concursos.
  - iii) Maturidade para transformações de processos atuais e assimilação de novas atividades/processos.
  - iv) Imagem de excelência frente a outras autoridades.
- Ambiente interno – pontos fracos:
  - i) Baixa velocidade nos meios de informação gerencial e de interface com o público demandante.
  - ii) Morosidade na atualização dos regulamentos, principalmente os que dão base para as ações de fiscalização.
  - iii) Baixa velocidade na qualificação de profissionais especialistas.
  - iv) Morosidade e restrições orçamentárias para capacitação.

v) Velocidade de reação interna é inferior à necessidade do mercado, dada a previsão de crescimento da aviação brasileira nos próximos 10 anos.

- Ambiente externo – oportunidades:

i) Parcerias para desenvolvimento e investimentos em sistemas e processos para melhoria de planejamento, inteligência, segurança operacional e ações de fiscalização.

ii) Delegação de atividades de Certificação através do uso de força de trabalho credenciada para aeronavegabilidade – RCA.

iii) Incentivo à aproximação com a indústria aeronáutica em processos de previsão/desenvolvimento tecnológico. Discussão de tendências e melhores práticas com outras agências reguladoras aeronáuticas.

v) Aplicação de técnicas e projetos de Gestão do Conhecimento – projeto com IPEA.

- Ambiente externo – ameaças:

i) Incapacidade de atendimento à demanda caso haja morosidade em contratações/capacitação.

ii) Risco de extrema dificuldade de cumprimento dos resultados finais dos processos devido à falta de sistemas de inteligência (eficácia) e de sistemas de interface com requerentes de serviços (eficiência).

iii) Risco da não aderência entre a prática e os regulamentos.

iv) Riscos a fiscalização e segurança operacional devido à falta de capacidade e capacitação.

## **5.6 Uma breve comparação entre as estruturas das Organizações de Certificação do Brasil e dos Estados Unidos.**

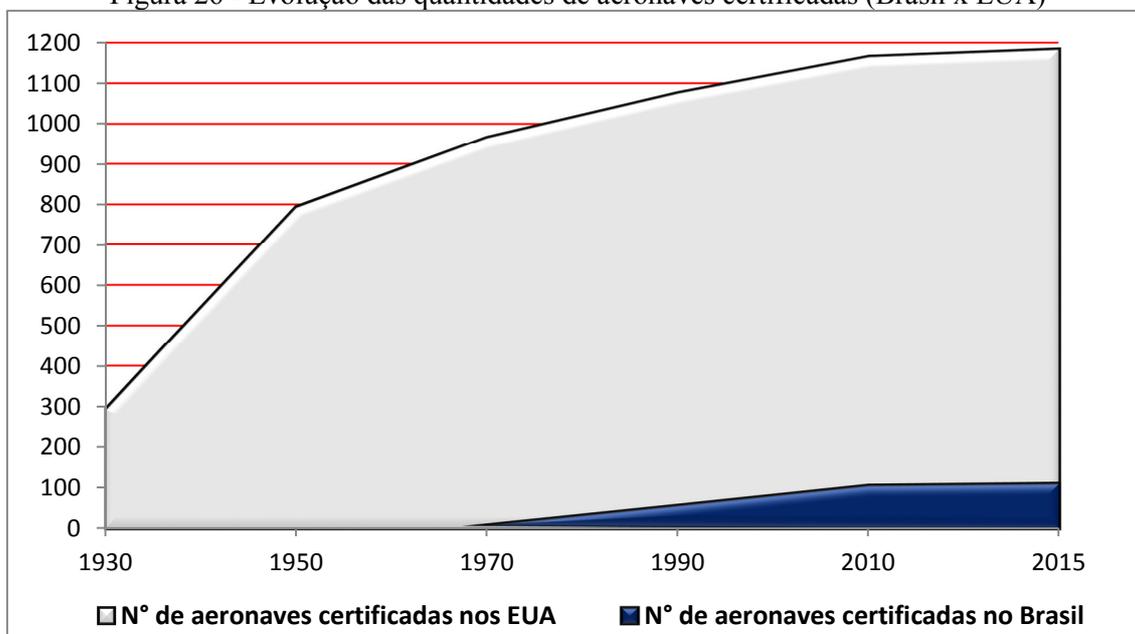
No sentido de situar a organização de Certificação Aeronáutica brasileira em relação a outras organizações, apresenta-se aqui uma breve comparação de números das autoridades do Brasil e Estados Unidos da América, cujas conclusões, possam talvez indicar fatores que propiciam uma maior competitividade da indústria norte-americana. Resguardando-se as proporções e abrangências de mercado, foca-se na questão dos números procurando entender a questão da eficiência entre os dois atores.

A primeira aeronave certificada pela autoridade americana FAA, foi o modelo denominado Buhl Airster CA-3 no ano de 1927 e no Brasil a atividade de Certificação

de Tipo começa seus primeiros registros em 1957, porém só é realmente consolidada com a Certificação da aeronave modelo EMB110 Bandeirante em 1976 - portanto, são quase 50 anos de experiência e acúmulo de conhecimento técnico separam as duas organizações. A Figura 26 que ilustra a evolução das quantidades de aeronaves certificadas pelas duas organizações em questão indica uma grande disparidade, pois nos Estados Unidos, existem quase 1200 modelos de aeronaves certificadas no padrão normal, enquanto no Brasil não chega a 10% desta grandeza. A disparidade aumenta quando se trata de certificação de componentes e outras categorias.

Considerando que uma aeronave normalmente é certificada primeiramente no país de origem, a questão estrutural das organizações torna-se sem dúvida um fator de influência na competitividade industrial.

Figura 26 - Evolução das quantidades de aeronaves certificadas (Brasil x EUA)



Fonte: Pesquisa de campo junto a SAR/ANAC e FAA

Para ilustrar empiricamente a questão da influência estrutural, toma-se um exemplo citado pela empresa norte-americana Boeing, sobre o desenvolvimento de seu mais moderno modelo o B-787. A empresa Boeing declarou que até o ano 2013, demandou da autoridade certificadora dos EUA um total de 200 mil horas de trabalho para certificar esta aeronave realizadas em um período de 2 anos (BOEING, 2013). Analisando esta afirmativa, é possível concluir que durante o processo de Certificação da referida aeronave a organização de Certificação americana aplicou uma média

mensal de 8333 horas de trabalho. Lembrando que esta organização desenvolve vários outros projetos de certificação em paralelo, também consumindo horas de trabalho.

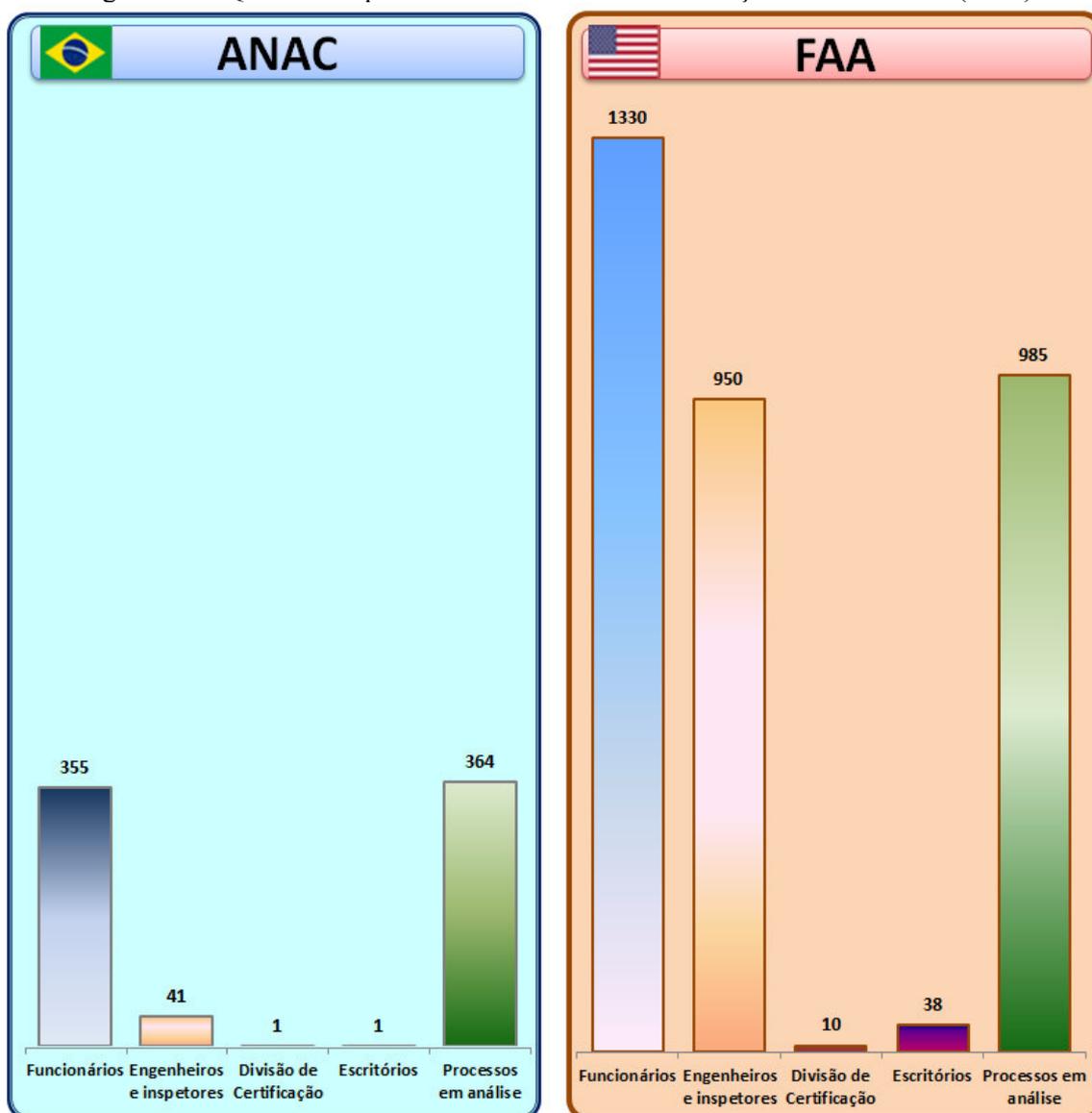
Caso este mesmo projeto do Boeing modelo B-787 fosse submetido inicialmente à Certificação pela autoridade brasileira, baseado em sua capacidade mensal de 4955 horas de trabalho em 2015(verificado através da Figura 23), o prazo para conclusão da Certificação seria prorrogado para 3 (três) anos. Este tempo é no mínimo 50% maior do que levou a autoridade dos EUA, além disso, não haveria possibilidade de atender nenhum outro projeto em paralelo. Neste contexto, por analogia observa-se que devido às estruturas diferentes, a competitividade da indústria nacional seria menor.

Ainda tratando da comparação das estruturas organizacionais, dados fornecidos pela GGCP durante pesquisa de campo (ilustrados na Figura 25), demonstram que no ano de 2013 a Superintendência de Aeronavegabilidade dispunha de um quadro funcional de 355 pessoas, dos quais somente 41, estavam diretamente focados em análises técnicas de Certificação.

A Figura 27 demonstra que a organização de Certificação dos Estados Unidos dispõe de uma estrutura bem mais confortável com um total de 1330 funcionários alocados em 10 divisões de Certificação, sendo que do total de funcionários, 950 eram engenheiros e inspetores aplicados diretamente em análises técnicas de Certificação (BOEING, 2013). Além disso, dispunha de 38 escritórios de campo para trabalhos avançados espalhados pelos Estados Unidos e outros países, propiciando maior amplitude de serviços a seus demandantes.

O Cenário construído ao longo de anos pelo governo dos Estados Unidos propicia o desenvolvimento de pequenas empresas, pois segundo a metodologia utilizada, quanto mais se incentiva a indústria ou comércio, maior é a receita em impostos e taxas, ou seja, existe um modelo cíclico onde se pensa em ganhos mútuos. Por exemplo, enquanto no Brasil apenas o emolumento para realizar a análise inicial do projeto de Certificação de uma aeronave chega quase R\$ 900 mil, para a autoridade de Certificação dos Estados Unidos esta taxa inicial é simbólica, resumindo-se a mero rateio de custos de escritório. Obviamente os demais custos de testes e cumprimentos de requisitos têm valores similares ao Brasil, porém a estratégia é ganhar depois na operação destas aeronaves, com taxas aeroportuárias, taxas de serviços de suporte ao voo, seguros, assim por diante.

Figura 27 – Quadro comparativo de estrutura de Certificação ANAC x FAA (2013)



Fonte: Pesquisa de campo junto a SAR/ANAC e Boeing (2013)

Além dos incentivos governamentais, a autoridade de Certificação norte-americana desenvolve programas consistentes de suporte às indústrias, além de parcerias com renomadas instituições de pesquisa e desenvolvimento, com propósito de fomento e capacitação do setor. Recentemente e em escala bem menor, a organização de Certificação brasileira também começa a adotar as mesmas estratégias, porém os resultados só são percebidos pela indústria em longo prazo.

## **5.7 Possíveis melhorias e oportunidades para a gestão do processo de Certificação Aeronáutica**

Segundo Godoy (2001) a técnica do *brainstorming* é uma das melhores técnicas para explorar o potencial criativo dos indivíduos sendo que ultimamente as melhores soluções corporativas têm sido geradas através deste dispositivo. Assim além de buscar percepções dos atores envolvidos na Certificação, esta pesquisa teve a preocupação de tentar explorar o maior número de sugestões de cada participante para traduzi-las em uma proposta de contribuição ao processo.

O tratamento, por exemplo, das questões estruturais das organizações são as que mais possibilitam viabilidade. A carência de recursos humanos da Organização de Certificação Aeronáutica pode ser minimizada com a ampliação do programa de representantes credenciados. O Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica 183 estabelece os requisitos para delegar autoridade a pessoas físicas a fim de que as mesmas atuem como Representantes Credenciados de Órgão Homologador. Esta atribuição permite que sejam executadas certas atividades técnicas em nome da Organização de Certificação Aeronáutica, tanto nas questões de validação do projeto de aeronaves quanto validar sua fabricação.

No entanto, é percebido que esta possibilidade é ainda muito restrita, sendo que a grande maioria são funcionários da empresa Embraer e são contados nos dedos os Representantes Credenciados dedicados a aeronaves experimentais e leves. A autoridade norte-americana, por exemplo, tem milhares de representantes credenciados no mundo todo, além disso, promove um programa de incentivo e capacitação para o credenciamento. Assim uma primeira oportunidade de melhoria para a Organização de Certificação Aeronáutica é a ampliar os programas de credenciamento de representantes, além de proporcionar maior autonomia a seus participantes, a exemplo do realizado pela autoridade dos Estados Unidos.

Como já exposto, a questão da Certificação Aeronáutica advém do acúmulo de conhecimentos e experiências adquiridas durante anos, e mesmo que possam ter desenvolvimentos técnicos específicos e separados, em determinado momento se integram de forma multidisciplinar. Nesta síntese é possível deduzir então, que principal ativo da Certificação Aeronáutica é o conhecimento, que merece um tratamento dedicado.

Recentemente, foi iniciado um programa de gestão do conhecimento dentro da Superintendência de Aeronavegabilidade da ANAC, cujos primeiros frutos demonstraram-se bastante positivos. O caso “Gestão do Conhecimento para a Melhoria de Processos de Negócio” desenvolvido pela ANAC em conjunto com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) se tornou um importante exemplo de reconhecimento internacional sendo escolhido como finalista do “*Knowledge Management and Intellectual Excellence Awards 2016*” na cidade de Belfast, Irlanda do Norte.

Assim uma grande oportunidade observada, é o desenvolvimento de um sistema de gestão deste conhecimento específico, não somente pela Organização de Certificação Aeronáutica, ou pela indústria de grande porte, mas sim sistema global que consiga permear pelas organizações de forma a integrar e facilitar a atividade.

A questão do acompanhamento da evolução tecnológica é um ponto que pode ser bastante melhorado. Dentre as funções da ANAC, compreendendo sua Organização de Certificação Aeronáutica, está estabelecida a missão de fazer regulação e controle da atividade aérea no país. Não é entendido que a questão do desenvolvimento técnico de requisitos dos requisitos para a Certificação Aeronáutica seja um “*core business*” desta organização, pois depende de um corpo de engenharia dedicado e infraestrutura. No entanto, ultimamente tem-se consolidado várias instituições de pesquisa e ensino voltadas ao segmento aeronáutico que possuem um notável potencial para contribuição. Além do CTA, que é um antigo colaborador, existem Universidades e Institutos Federais e Estaduais que desenvolvem tecnologia de ponta nas mais variadas especialidades da aeronáutica. Esta competência precisa ser aproveitada de forma expressiva pelo sistema através de convênios para desenvolvimento tecnológico e científico, não só para auxiliar nas questões técnicas, mas também para capacitar os sujeitos envolvidos no processo.

As instituições de pesquisa mencionadas acima e a indústria nacional precisam ser cada vez mais aproximadas. De acordo a política minimalista de desenvolvimento científico e tecnológico no país, o cenário observado é de que o financiamento para os desenvolvimentos científicos futuros irão depender em muito de parcerias com o setor privado para financiamento. Esta aproximação seria uma grande oportunidade, por exemplo, para alavancar a questão da escassez de laboratórios especializados para

ensaios aeronáuticos. Hoje além dos laboratórios do CTA, o site institucional da ANAC indica que são reconhecidos apenas 6 (seis) laboratórios especializados para determinado ensaio e todos eles situados dentro de empresas que limitam sua utilização, ao passo que a viabilização do reconhecimento dos laboratórios das instituições de ensino e pesquisa proporcionariam uma abrangência maior de participantes, e o que é mais importante, fomentaria o desenvolvimento científico e tecnológico do segmento.

O diagnóstico exposto pela Organização de Certificação Aeronáutica referente aos “*expertises*” específicos que são desenvolvidos pela indústria de pequeno porte, permite a vislumbrar uma oportunidade. Se existe a escassez de recursos financeiros e subsídios governamentais, mas havendo capacidades complementares, uma possível alternativa para a questão da Certificação nas pequenas indústrias poderia ser possibilidade de criar um modelo de colaboração autônoma organizada entre estas pequenas empresas, onde seriam aproveitados os seus melhores conhecimentos para compartilhamento e desenvolvimento de seus produtos em particular, sendo um modelo distinto de cooperativa ou redes de colaboração.

Ainda existe a possibilidade que trataria o problema de forma holística. A sociedade precisa se organizar para fazer valer os conteúdos da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, que em relação ao setor aeronáutico, objetiva promover sua capacidade para utilizar os recursos e técnicas aeroespaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira, bem como fomentar a pesquisa e o desenvolvimento de produtos e sistemas militares e civis que compatibilizem as prioridades científico-tecnológicas (BRASIL, 2016). Neste ponto faz-se a necessidade de organizar o segmento aeronáutico para demonstrar sua relevância socioeconômica e pressionar as instituições governamentais a desenvolver políticas públicas de auxílio ao setor.

## 6 CONCLUSÕES

O aprofundamento nos estudos para verificar as relações desenvolvidas na Certificação dos produtos da indústria aeronáutica nacional e os possíveis impactos exercidos por este processo em sua competitividade permite algumas deduções que podem contribuir para evolução deste segmento.

Quanto ao modelo do sistema de garantia de segurança do produto aeronáutico, é observado um consenso considerando o atual processo de Certificação como modelo consolidado e aceito internacionalmente, não sendo o caso de se propor uma alternativa a este sistema. Porém, quando este sistema não se atualiza na mesma velocidade que a tecnologia evolui dentro das indústrias e instituições de pesquisa, pode sim se tornar um fator de restrição à competitividade industrial, se tornando mais grave quando autoridades de Certificação de países comercialmente concorrentes têm níveis de conhecimento tecnológico diferentes, gerando disparidades.

Em relação à indústria aeronáutica de grande porte, o grande impacto em relação ao processo de Certificação, é o tempo necessário para atestar seus produtos. A análise das organizações e dos agentes envolvidos no processo indica que devido à reduzida estrutura da autoridade brasileira de Certificação, existe uma limitação que impacta na velocidade da aprovação dos projetos desenvolvidos nacionalmente. Este impacto pode ser mais bem percebido quando são comparadas, por exemplo, as estruturas das organizações de Certificação do Brasil e Estados Unidos, cujas disparidades justificam um dos fatores que infere a maior competitividade à indústria norte-americana.

No tocante as indústrias aeronáuticas de pequeno porte, o grande obstáculo é a impossibilidade de transpor a questão dos altos custos financeiros envolvidos em emolumentos, engenharia, laboratórios e testes para poder realizar a Certificação de seus produtos. Apesar da alta tecnologia e “expertise” desenvolvidas pela indústria nacional de pequeno porte, a falta de interesse no desenvolvimento deste segmento industrial, considerando a ausência de fomento estatal e subsídios são fatores que limitam seu desenvolvimento, restringindo a competitividade de seu produto, principalmente em mercados internacionais.

São observadas também boas oportunidades de melhoria do processo, cuja viabilidade depende de pouco esforço e investimento, porém são etapas a serem seguidas para em longo prazo estabilizar a questão. Neste contexto, a curto e médio

prazo não é possível vislumbrar a possibilidade de significativo crescimento do segmento aeronáutico brasileiro, onde outras indústrias de grande porte alcancem a liderança de mercados internacionais e principalmente um cenário onde as pequenas indústrias consigam desenvolver e trilhar maiores patamares.

Por fim, conclui-se que a solução das influências de um processo de regulação estatal, no caso a Certificação, sobre o segmento da indústria aeronáutica, não se limitam basicamente a seus atores, mas dependem de ações em instâncias maiores. Existe a necessidade de uma visão estratégica do Estado para melhor preparar e equipar suas organizações que em princípio não desempenham funções vitais, mas cujo impacto econômico e social é extremamente importante. Outra ação necessária é o desenvolvimento de políticas de incentivo a base industrial de alta tecnologia. Se o modelo de Estado mínimo não suporta o subsídio, é necessário então que sejam desenvolvidas alternativas de fomento, pois os pilares da sustentabilidade da sociedade atual estão basicamente apoiados no desenvolvimento tecnológico.

## 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O contato com os atores envolvidos e as entrevistas realizadas durante a fase de pesquisa de campo e a análise dos resultados obtidos, proporcionaram horizontes para outros desenvolvimentos a partir dos pontos identificados nesta pesquisa.

A primeira sugestão surge através da observação das dificuldades de consolidação e desenvolvimento indústria de pequeno porte frente aos grandes desafios concorrenciais e ausência de fomento. Assim, vislumbra-se a possibilidade de desenvolver o conhecimento de um modelo de colaboração autônoma organizada entre estas pequenas empresas, que apoiados em sua característica específica de produto, tecnologia e mercado, consigam produzir os padrões tecnológicos necessários para garantir os mercados almejados, sem aportes financeiros volumosos e suportado por políticas de incentivo, não se tratando de cooperativa ou redes de colaboração.

Outra sugestão é baseada em uma das deficiências identificadas no processo de Certificação que está relacionada à retenção do conhecimento. Assim seria interessante o desenvolvimento de um estudo sobre a implantação de um sistema de gestão de conhecimento aplicado a um ambiente com característica extremamente técnica e em um ambiente onde existe a possibilidade de rotatividade de pessoas. Este estudo seria de grande valia, por exemplo, para aplicação na organização de Certificação Aeronáutica, que já indica estar trabalhando neste sentido.

A questão da velocidade do desenvolvimento tecnológico e a necessidade de atualização dos requisitos de segurança para acompanhar tal evolução é um ponto que gera fascínio. Atualmente os VANTs estão cada vez mais ocupando funcionalidades na sociedade, desta forma seria bastante relevante um estudo para o aprofundamento das questões de definições de requisitos de Certificação destes dispositivos, tanto quanto o estudo de regras para convívio com dispositivos tripulados.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil**: RBAC nº 21, Emenda nº 01. 2011. Disponível em:

<<http://www.anac.gov.br/transparencia/pdf/RBAC%2021%20Emenda%2000.pdf>>

Acesso em: 20. Ago. 2014.

\_\_\_\_\_. **Proposição de um Programa para Fomentar a Atividade de Certificação de Projetos de Aeronaves de Pequeno Porte no Brasil**. 2014. Disponível em:

<<http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/2014/aud14/justificativa.pdf>>.

Acesso em : 20. Dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **Relatório Anual de Segurança Operacional (RASO 2015)**. 2015a.

Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/raso\\_2015.pdf](http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/raso_2015.pdf)>. Acesso em 21. Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. **Taxa de Fiscalização da Aviação Civil (TFAC)**. 2015b. Disponível em:

<[http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/gru/TFAC\\_unidades.pdf](http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/gru/TFAC_unidades.pdf)>. Acesso em: 10. Mai. 2016.

AGMONT, G.; UBIRATAN E. Os desafios da indústria nacional. **Aeromagazine**, ed. 249, Fev. 2015. Disponível em: <[http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/os-desafios-da-industria-nacional\\_1960.html#ixzz4Jo1rNIP2](http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/os-desafios-da-industria-nacional_1960.html#ixzz4Jo1rNIP2)>. Acesso em: 20. Ago. 2015.

ALMEIDA, J. A. Normas de Segurança para Implantação dos VANT CIVIS no Espaço Aéreo Brasileiro: Uma Nova Abordagem. **Conexão SIPAER**, v. 2, n 1, nov. 2010.

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

\_\_\_\_\_. **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. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1999.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL (AIAB).

**Números da AIAB**. 2016. Disponível em: <<http://www.aiab.org.br/numeros-da-aiab.asp>>. Acesso em 22. Set. 2016.

BARBOSA FILHO, R. Labace 2014: Helibras. **Defesa Aérea & Naval**, 20 Ago. 2014. Disponível em: <<http://www.defesaaereanaval.com.br/labace-2014-helibras/>>. Acesso em: 20. Ago. 2015.

BARBOSA, M. Aviação 'sem certificado' é a que mais cresce em todo o país. **Folha de São Paulo**, 29 Mar. 2016. Disponível em:

<<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/03/1754991-aviacao-sem-certificado-e-a-que-mais-cresce-em-todo-o-pais.shtml>>. Acesso em: 20. Jul. 2016.

BARROS, J. F. A. Aeronaves Homologadas e Experimentais: Entenda a evolução do processo de certificação e a expansão dos ultraleves nas últimas décadas.

**Aeromagazine**, Ed. 221, Out. 2012. Disponível

em: <[http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/aeronaves-homologadas-e-experimentais\\_730.html#ixzz3kVGbefpi](http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/aeronaves-homologadas-e-experimentais_730.html#ixzz3kVGbefpi)>. Acesso em: 20. Ago. 2015.

BARTELS, W. A Estratégia de Defesa Nacional e os desafios da absorção e desenvolvimento de novas tecnologias: A Questão da Tecnologia Aeronáutica no Brasil.

In: SEMINÁRIO ESTRATÉGIA DE DEFESA NACIONAL E A INDÚSTRIA DE DEFESA, 2009, Brasília. **Painéis...** Brasília: AIAB, 2009. Disponível

em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/credn/eventos/seminarios-1/anteriores/2009-1/estrategia-de-defesa-nacional-e-a-industria-1/AIAB%20A%20questao%20da%20tecnologia%20aeronautica%20no%20Brasil.ppt>>. Acesso em 28. Dez. 2015.

BERNARDES, R; PINHO, M. Aglomeração e aprendizado na rede de fornecedores locais da Embraer. Rio de Janeiro: IE-UFRJ, 2002. Disponível em:

<<http://www.ie.ufrj.br/redesist/NTF2/NT%20Bernardes-Pinho.PDF>>. Acesso em 17. Nov. 2015.

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

BOEING. **Certificação da FAA: um profundo compromisso com a segurança**.

Seattle: Boeing, 2013. Disponível em:

<[http://www.boeing.com.br/resources/po\\_BR/Home/Certificacao-da-FAA-Um-Profundo-Compromisso-com-a-Seguranca.pdf](http://www.boeing.com.br/resources/po_BR/Home/Certificacao-da-FAA-Um-Profundo-Compromisso-com-a-Seguranca.pdf)>. Acesso em 13. Ago. 2015.

\_\_\_\_\_. **The age of aerospace**. 2016a. Disponível em:

<<http://theageofaerospace.com.br/>>. Acesso em 30. Set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959-2015**. Seattle: Boeing, 2016b. Disponível em:

<[http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about\\_bca/pdf/statsum.pdf](http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf)> Acesso em 30. Set. 2016.

BONALUME NETO, M. Brasil poderá ter em 2020 helicóptero de projeto nacional.

**Folha de São Paulo**, 31 ago. 2011. Disponível em:

<<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2011/08/967913-brasil-podera-ter-em-2020-helicoptero-de-projeto-nacional.shtml>>. Acesso em: 20. Fev. 2016.

BRANDÃO, M. P. Fatores Críticos para Consolidação da Indústria Aeronáutica

Brasileira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA AVIAÇÃO

BRASILEIRA, 1., 2012, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UNIFA,

2012. Disponível em:

<<https://www.unifa.aer.mil.br/seminariohistoriadaaviacao/resumos/Mauricio%20Pazini.doc>>. Acesso em 30. Ago. 2015.

BRASIL. Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 1, 28 de Agosto de 2005. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: 2016-2019**. Brasília:MCTI, 2016. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/1712401/Estrat%C3%A9gia+Nacional+de+Ci%C3%Aancia,%20Tecnologia+e+Inova%C3%A7%C3%A3o+2016-2019/0cfb61e1-1b84-4323-b136-8c3a5f2a4bb7>>. Acesso em 02 Ago 2016.

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

CARNEIRO, A. **Inovação: estratégia e competitividade**. Lisboa: Texto, 1995.

CARVALHO, C. Mais do que uma exigência, a certificação aeronáutica é segurança na aviação. **LinkedIn**, 27 Nov. 2015. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/mais-do-que-uma-exig%C3%Aancia-certifica%C3%A7%C3%A3o-aeron%C3%A1utica-%C3%A9-na-carvalho>> Acesso em 30. Ago. 2016.

CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL. **Seminário para candidatos a RCE/RCF**. São José dos Campos:CTA, 2004. Disponível em: <[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JXDFCAjUAK8J:www2.ana.c.gov.br/certificacao/Cursos/Seminario-RCF\\_2004/03\\_Base%2520Legal%2520Atividade%2520de%2520Homologacao%2520Aeronautica%2520-%2520Jose%2520Luiz.pps+&cd=7&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JXDFCAjUAK8J:www2.ana.c.gov.br/certificacao/Cursos/Seminario-RCF_2004/03_Base%2520Legal%2520Atividade%2520de%2520Homologacao%2520Aeronautica%2520-%2520Jose%2520Luiz.pps+&cd=7&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)> Acesso em 30. Ago. 2015.

CHRISTENSEN, C. M. **O Dilema da Inovação: quando as novas tecnologias levam empresas ao fracasso**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda, 2012.

CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CLAUSING, D. **Total quality development**. New York: ASME Press, 1994.

COMEÇA uma nova era da aviação. **Informativo Bertolini**, ano XIX, ed. 189, mar./abr. 2015. Disponível em: <<http://www.airshipdobrasil.com.br/downloadInformativo?id=71>>. Acesso em 22. Ago. 2015.

CROUCH, T.D. **Asas**. Rio de Janeiro: Record, 2008.

DRUCKER, P. F. **Administrando para o futuro**. São Paulo: Pioneira, 1992.

EMBRAER. **Embraer em Números**. 2015. Disponível em: <<http://www.embraer.com.br/pt-br/conhecaembraer/embraerNumeros/paginas/home.aspx>>. Acesso em 03. Mar. 2016.

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

\_\_\_\_\_. Tentativas e fracassos na implantação da indústria aeronáutica no Brasil entre 1936 e 1969. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA AVIAÇÃO BRASILEIRA, 1., 2012, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UNIFA, 2012. Disponível em: <[www.unifa.aer.mil.br/seminariohistoriadaaviacao/resumos/Marcos%20Jose%20Barbieri%20Ferreira.doc](http://www.unifa.aer.mil.br/seminariohistoriadaaviacao/resumos/Marcos%20Jose%20Barbieri%20Ferreira.doc)>. Acesso em 01. Ago. 2016.

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](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev3702.pdf)>. Acesso em 30. Ago. 2015.

FURTADO, V.H; GIMENES, R.A.V; CAMARGO JÚNIOR, J.B; ALMEIDA JÚNIOR, J.R. Aspectos de Segurança na Integração de Veículos Aéreos Não Tripulados no Espaço Aéreo Brasileiro. **Sintraer**, n. 7, p. 506-517, 2008.

GENERAL AVIATION MANUFACTURERS ASSOCIATION (GAMA). **General Aviation Statistical Databook & 2015 Industry Outlook**. Washington DC:GAMA, 2014. Disponível em: <[https://www.gama.aero/files/GAMA\\_2014\\_Databook\\_LRes%20-%20LowRes.pdf](https://www.gama.aero/files/GAMA_2014_Databook_LRes%20-%20LowRes.pdf)>. Acesso em 03. Mar. 2016.

GAZZONI, M. O desafio das pequenas na aviação. **O Estado de São Paulo**, 05 jan. 2015. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,o-desafio-das-pequenas-na-aviacao,1615404>>. Acesso em 20. Out. 2016.

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

GODOY, M. H. C. **Brainstorming**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

GOMES, S. B. V. A indústria aeronáutica no Brasil: evolução recente e perspectivas. In: SOUZA, F. L. **BNDES 60 anos: perspectivas setoriais**, v. 1. Rio de Janeiro:BNDES, 2012. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro60anos\\_perspectivas\\_setoriais/Setorial60anos\\_VOL1IndustriaAeronautica.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro60anos_perspectivas_setoriais/Setorial60anos_VOL1IndustriaAeronautica.pdf)>. Acesso em 30. Ago. 2015.

GRANT, R.G. **Flight**. The Complete History. New York: DK Publishing; 2002.

HELIBRAS. **Conheça a Helibras – A única fabricante brasileira de helicópteros**. 2016. Disponível em: <[http://www.helibras.com.br/site/po/ref/Miss%C3%A3o-e-Valores\\_69.html](http://www.helibras.com.br/site/po/ref/Miss%C3%A3o-e-Valores_69.html)>. Acesso em: 20. Out. 2016.

HOLDREN, J. P. Science and Technology for Sustainable Well-Being. **Science**, v. 319, n. 5862, p. 424-434, 2008. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/319/5862/424?relatedurls=yes&legid=sci%3b319/5862/424%253E>>. Acesso em: 20. Out. 2016.

HRADECKY, S. Crash: Air France A332 over Atlantic on Jun 1st 2009, aircraft entered high altitude stall and impacted ocean. **The Aviation Herald**, may 27<sup>th</sup> 2011. Disponível em: <<http://avherald.com/h?article=41a81ef1>>. Acesso em 01. Abr. 2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Circular 328**: Unmanned Aircraft Systems (UAS). Montreal, Canadá: ICAO, 2011.

\_\_\_\_\_. **Air Operator Certification and Surveillance Handbook**. [s.l.]: ICAO, 2014. Disponível em: <[http://www.icao.int/safety/implementation/library/air%20operator%20certification%20and%20surveillance%20handbook%20\(22%20may%202014\).pdf](http://www.icao.int/safety/implementation/library/air%20operator%20certification%20and%20surveillance%20handbook%20(22%20may%202014).pdf)>. Acesso em 02 abr. 2016.

MARCUZZO JUNIOR, A. Diretrizes de Aeronavegabilidade. **Aerobyte**: Consultoria Aeronáutica, 2014. Disponível em: <<http://www.aerobyte.com.br/site/index.php/artigos/49-diretrizes-de-aeronavegabilidade>> Acesso em: 25. Mai. 2016.

LARANJEIRA, F. Embraer 40 anos: Um passo ousado, os EJet's. **Contato Radar**, Páginas da História, out. 2013. Disponível em: <<http://www.contatoradar.com.br/paginas-da-historia/707-embraer-40-anos-um-passo-ousado-os-ejets>>. Acesso em: Acesso em: 02. Fev. 2016.

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

LIASCH, J. A trágica carreira dos DeHavilland Comet 1. **Cultura Aeronáutica**, 7 set. 2011. Disponível em: <<http://culturaaeronautica.blogspot.com.br/2011/09/tragica-carreira-dos-de-havilland-comet.html>>. Acesso em 27. Jun. 2016.

MACKENZIE, D. **A history of the International Civil Aviation Organization**. Toronto: University of Toronto Press, 2010.

MARINHO, R. Piloto Comercial Prático – Minha experiência. **Blog do Raul Marinho**, 18 jan. 2011. Disponível em: <<https://raulmarinhog.wordpress.com/2011/01/18/pc-pratico/>> Acesso em 11. Mar. 2016.

MARINHO, R. Dados do CENIPA sobre acidentes com aviação experimental. **Fórum paraserpiloto.aopabrasil.org.br**, 20 mar. 2016. Disponível em: <<http://paraserpiloto.aopabrasil.org.br/2016/03/22/dados-do-cenipa-sobre-acidentes-com-aviacao-experimental/>> Acesso em 11. Out. 2016.

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

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento científico: pesquisa qualitativa em saúde**. 2. ed. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco, 1993.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *The Safety of Experimental Amateur-Built Aircraft*. Washington DC: NTSB, 2012.

NONAMI, K. Prospect and Recent Research & Development for Civil Use Autonomous Unmanned Aircraft as UAV and MAV. **Journal of System Design and Dynamics**, v. 1, n. 2. 2007. Disponível em: <[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsdd/1/2/1\\_2\\_120/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsdd/1/2/1_2_120/_article)>. Acesso em: 13. Out. 2016.

OLIVEIRA, L. G. **A cadeia de produção aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer**. 2005. 226 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

PARIÈS, J. Some inadequacies of current human factors certification process of advanced aircraft technologies. In: WISE, J. A.; HOPKIN, V. D. (Eds.). **Human Factors in Certification**. New Jersey: LEA, 2000.

PEREIRA, R. **Enciclopédia de Aviões Brasileiros**. São Paulo: Globo, 1997.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manuel de recherche en sciences sociales**. Paris: Dunod, 1995.

RAYOL, H. Por que certificar uma aeronave? **Norte Verdadeiro**, 17 out. 2016. Disponível em: <<http://www.norteverdadeiro.com/por-que-certificar-uma-aeronave/>> Acesso em 12. Nov. 2016.

SANTO JUNIOR, R. A. E. **Políticas, Oportunidades e Desafios para o Binômio Transporte Aéreo – Turismo no Brasil**. Trabalho vencedor do I Prêmio Nacional EBAPE-FGV/EMBRATUR de Monografias e Estudos de Caso do Setor de Turismo, 12 de Janeiro de 2004.

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

SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE. **1995 Annual Report**. San Antonio: Southwest Research Institute, 1995. Disponível em: <<http://www.swri.org/3pubs/ar1995/arhome.htm>> Acesso em: 20. Fev. 2016.

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

UVS INTERNATIONAL. **RPAS: The Global Perspective**. 2014-2015 RPAS Yearbook. 12. ed. Paris:[s.n.], 2015.

VARGAS, A. O primeiro voo na América Latina aconteceu em Osasco. **Aeromagazine**, notícias, nov. 2015. Disponível em: <[http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-esquecido-primeiro-voo-na-america-latina\\_2182.html](http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-esquecido-primeiro-voo-na-america-latina_2182.html)>. Acesso em: 10. Jun. 2016.

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

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

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

ZANAZI, A. Competitive intelligence through data mining public sources. **Competitive Intelligence Review**. v. 9, n. 1, 1998.

**APÊNDICE 1 – Apreciação do projeto pelo Comitê de Ética Profissional**

UFSCAR - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SÃO CARLOS

**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA CIVIL BRASILEIRA: ESTUDO DOS IMPACTOS NA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA NACIONAL

**Pesquisador:** GERSON MARCELO CAMARGO

**Versão:** 1

**CAAE:** 56159716.3.0000.5504

**Instituição Proponente:** CECH - Centro de Educação e Ciências Humanas

**DADOS DO COMPROVANTE**

**Número do Comprovante:** 044099/2016

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

Informamos que o projeto PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA CIVIL BRASILEIRA: ESTUDO DOS IMPACTOS NA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA NACIONAL que tem como pesquisador responsável GERSON MARCELO CAMARGO, foi recebido para análise ética no CEP UFSCar - Universidade Federal de São Carlos em 17/05/2016 às 08:39.

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP **Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9683

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO CARLOS/UFSCAR



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA CIVIL BRASILEIRA: ESTUDO DOS IMPACTOS NA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA NACIONAL

**Pesquisador:** GERSON MARCELO CAMARGO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 56159716.3.0000.5504

**Instituição Proponente:** CECH - Centro de Educação e Ciências Humanas

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.573.948

#### **Apresentação do Projeto:**

O projeto atende aos esclarecimentos de sua especificidade.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Os objetivos estão claros e coerentes com a metodologia descrita.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Quanto aos riscos, o pesquisador esclarece que "o preenchimento do questionário não oferece risco imediato ao senhor, porém considera-se a possibilidade de um risco subjetivo, pois algumas perguntas podem remeter a algum desconforto, evocar sentimentos ou lembranças desagradáveis ou levar a um leve cansaço após responder os questionários".

Os benefícios não foram apresentados de forma clara. No entanto, pela leitura do TCLE, entende-se que os benefícios pertinentes à pesquisa foram apresentados pelo pesquisador em "o teor das respostas servirá para enriquecer as linhas de pensamento já desenvolvidas em revisão literária". E ao relatar que "este trabalho poderá contribuir de forma indireta na ampliação do conhecimento sobre os trâmites e gestão de processos que envolvem a indústria aeronáutica nacional".

Os riscos e benefícios foram apresentados no TCLE e estão adequados à pesquisa.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 1.573.948

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa foi bem fundamentada em revisão bibliográfica, ressaltando a importância de seu desenvolvimento, em termos científicos e para a sociedade.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE atende às orientações da Resolução 466/2012

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Os documentos apresentados atendem às orientações da Resolução 466/2012.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_696895.pdf	11/05/2016 18:12:39		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO_GERSONCAMARGO.pdf	11/05/2016 18:11:41	GERSON MARCELO CAMARGO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Pesquisa_GersonCamargo.pdf	17/04/2016 09:08:57	GERSON MARCELO CAMARGO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto_Pesquisa_GersonCamargo.pdf	17/04/2016 09:01:19	GERSON MARCELO CAMARGO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO CARLOS, 03 de Junho de 2016

---

**Assinado por:**  
**Ricardo Carneiro Borra**  
**(Coordenador)**

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

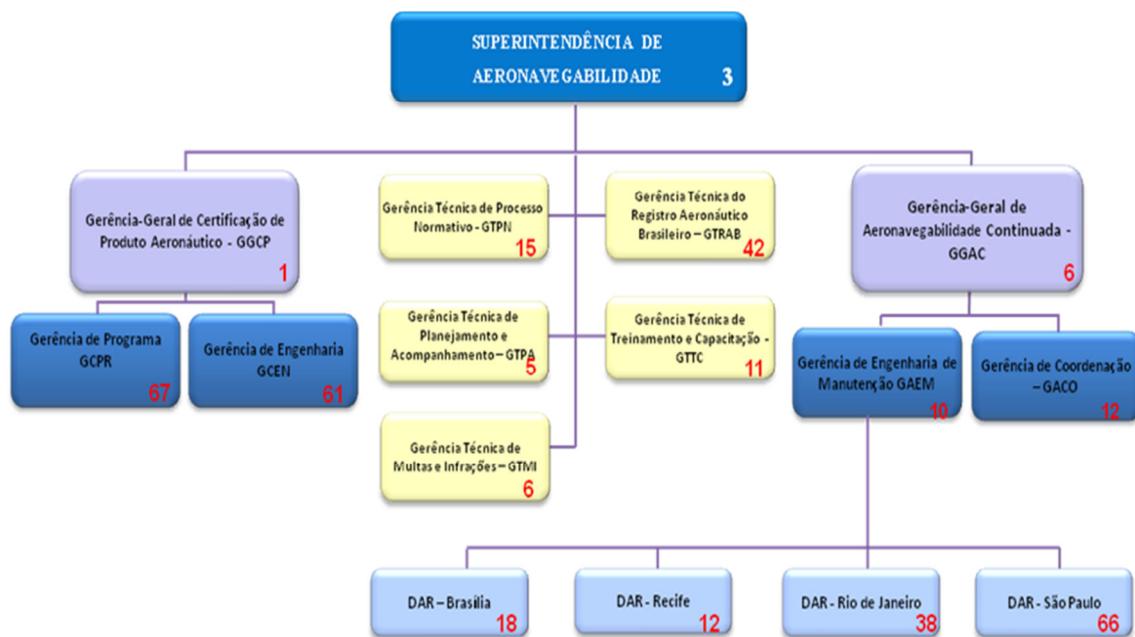
UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO 1 – Estrutura organizacional da Gerencia Geral de Certificação do Produto Aeronáutico SAR/ANAC

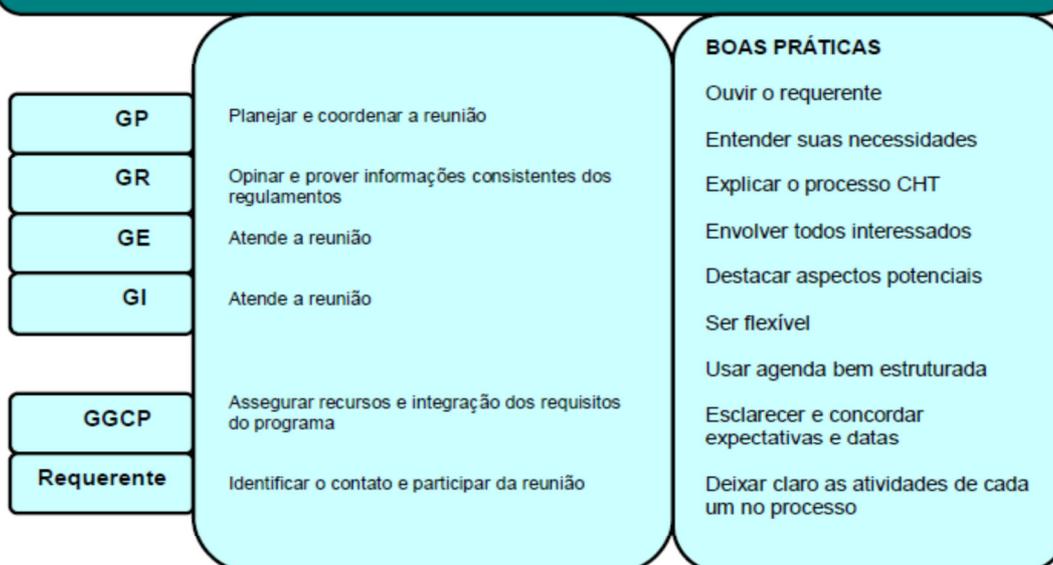


## ANEXO 3 – Etapas detalhadas do processo de Certificação

Processo de Homologação de Tipo — Aeronave, Motor e Hélice  
 GGCP – Certificação Aeronáutica      GP – Gerência de Programas  
 GE – Gerência de Engenharia      GR – Gerência de Regulamentação  
 GI – Gerência de Inspeção e Produção

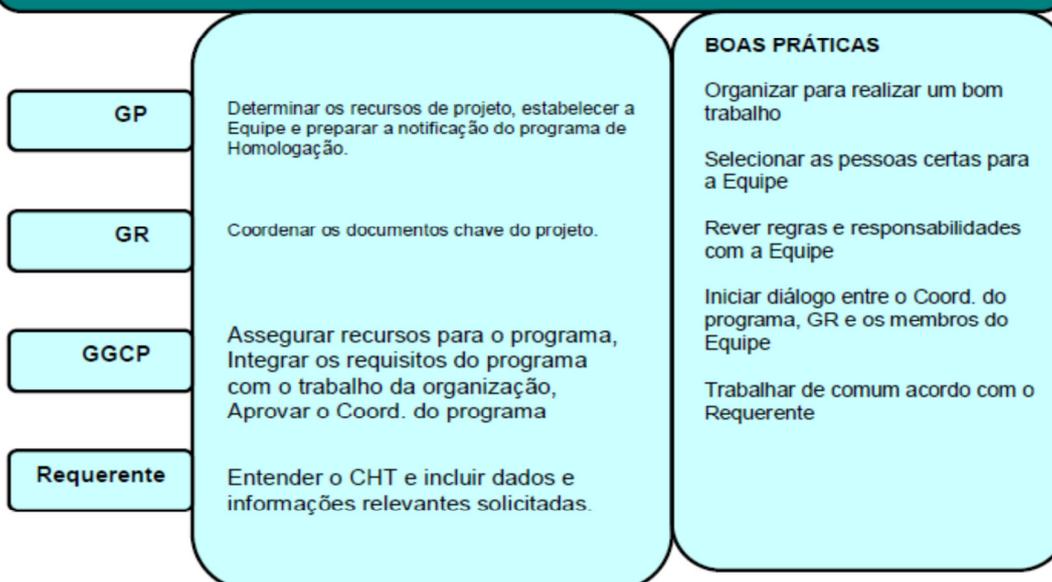
**01 REUNIÃO DE FAMILIARIZAÇÃO**

Reunião para estabelecer parceria com o requerente. É uma oportunidade para desenvolver o entendimento mútuo do processo de Certificação de Tipo e como aplicá-lo no projeto do requerente. Esta reunião é altamente recomendada como ponto de partida para o sucesso do processo.

**02 SOLICITAÇÃO FORMAL**

A solicitação formal para a Homologação de Tipo deve incluir:- Carta de Apresentação, Form. F-300-03. Ref. MPH-200

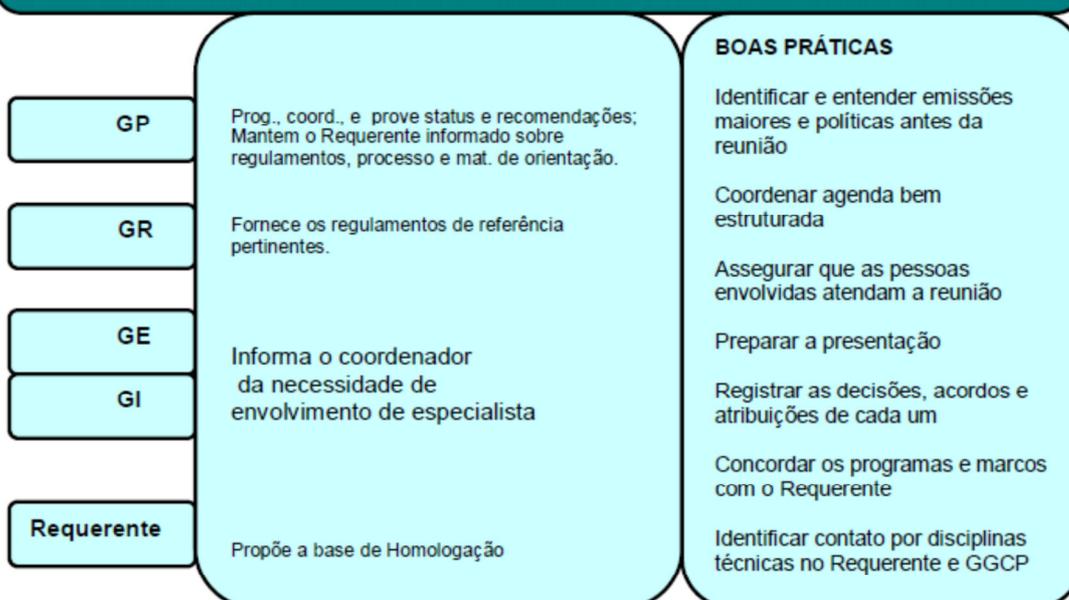
**OBS: AS ETAPAS 01 & 02 PODEM OCORRER SIMULTÂNEAMENTE.**



Processo de Homologação de Tipo — Aeronave, Motor e Hélice  
 GGCP – Certificação Aeronáutica  
 GE – Gerência de Engenharia  
 GI – Gerência de Inspeção e Produção  
 GP – Gerência de Programas  
 GR – Gerência de Regulamentação

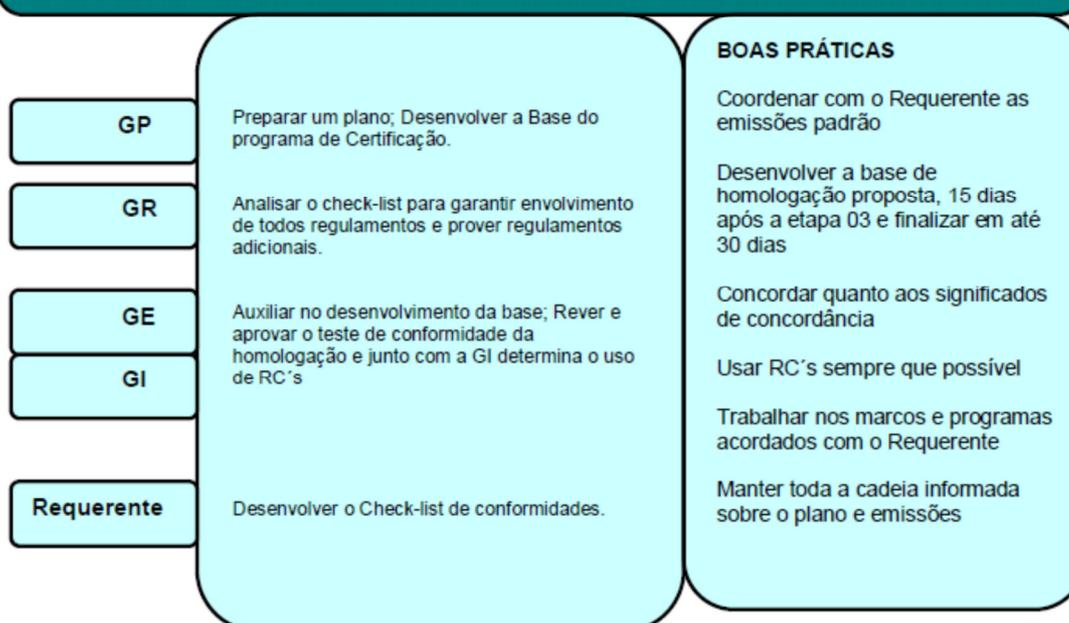
### 03 REUNIÃO PRELIMINAR DE HOMOLOGAÇÃO DE TIPO

Reunião formal inicial, onde a Equipe coleta dados a respeito de aspectos técnicos do projeto, a base de Homologação proposta pelo requerente e identifica outras informações para iniciar o desenvolvimento do plano do programa de Homologação (Ref. MPH-200). Também são identificados itens que requeiram atenção especial (Ref. MPH-200).



### 04 PLANO DO PROGRAMA DE HOMOLOGAÇÃO

Sendo um documento padrão, o plano deve prever:- a base de homologação proposta, a base de homologação incluindo ruído e requisitos de emissões, FCAR, Condições especiais, isenções, e níveis equivalentes de segurança, meios de conformidade, programas e listas de verificação de conformidade, uso de RC's (Ref. MPH 110)



Processo de Homologação de Tipo — Aeronave, Motor e Hélice  
 GGCP – Certificação Aeronáutica  
 GP – Gerência de Programas  
 GE – Gerência de Engenharia  
 GR – Gerência de Regulamentação  
 GI – Gerência de Inspeção e Produção

### 05 REUNIÕES TÉCNICAS

Devem envolver especialistas e abranger uma variedade de assuntos: - Aprovar relatórios e planos de testes, Rever as conformidades de engenharia, Fechar os FCAR, Rever as inspeções de conformidade, Rever minutas de reunião, Revisar o plano de programa de homologação, Emitir novos roteiros e políticas, rever instruções de aeronavegabilidade continuada.

<b>GP</b>	Elemento de contato entre a equipe e o requerente nas reuniões e decisões	<b>BOAS PRÁTICAS</b>  Trabalhar na resolução do FCAR  Usar agenda bem estruturada  Assegurar que os envolvidos atendam a reunião  Mostrar-se preparado  Envolver todos os interessados  Manter todos informados do status através das atas de reuniões  Buscar conselho de especialistas quando necessário  Manter-se compromissado  Deixar claro as atribuições
<b>GR</b>	Verificar o cumprimento dos documentos-chave aprovados pela GGCP	
<b>GE</b>	Executar e comunicar ao coord. do programa a necessidade do envolvimento de especialistas	
<b>GI</b>	Coordenar com a GE a aprovação de dados do projeto	
<b>Requerente</b>	Executar as atividades em acordo com o plano e submeter o Form. F-300-18 p/ aprovação	

### 06 REUNIÃO DE PRÉ-VÔO DA HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (Pré AIT)

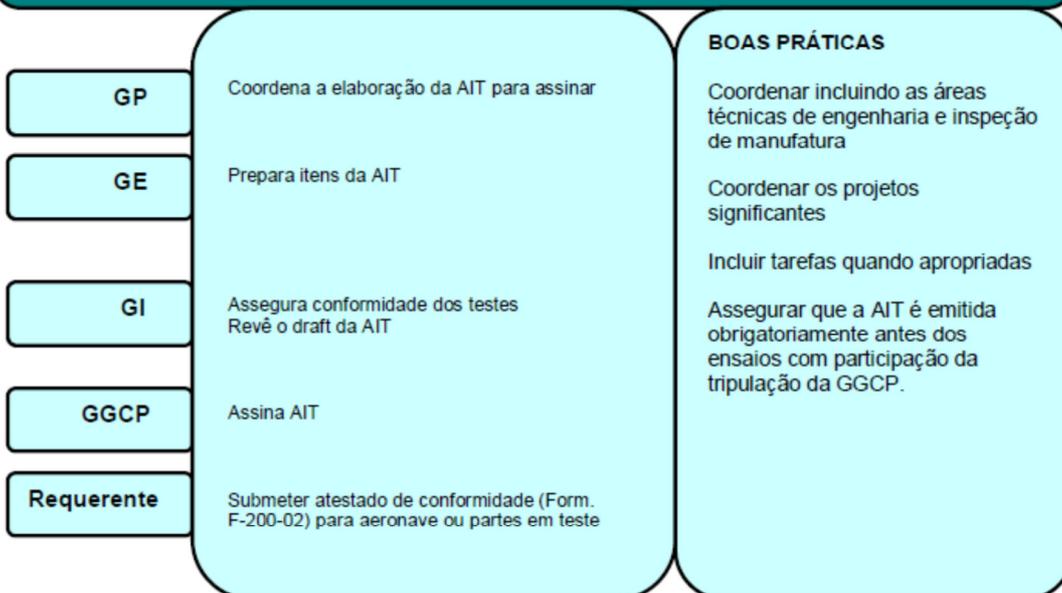
Discussões do programa de vôo do requerente incluindo inspeções de conformidade e determinações de cumprimento da engenharia. Reunião de fechamento de itens técnicos solicitados pela GGCP que permitam concluir que a aeronave deverá atender os requisitos de aeronavegabilidade propostos na base.

<b>GP</b>	Programar e coordenar o Conselho Pré-Vôo TC	<b>BOAS PRÁTICAS</b>  Coordenar junto ao requerente  Usar agenda bem estruturada  Assegurar que os envolvidos atendam a reunião  Mostrar-se preparado  Documentar decisões e acordos  Deixar claro as atribuições
<b>GR</b>	Atender a reunião provendo os regulamentos pertinentes	
<b>GE</b>	Atende a reunião	
<b>GI</b>	Atende a reunião, Participa na decisão para liberar a aeronave para os testes de Vôo da GGCP	
<b>Requerente</b>	Atende a reunião de Pré-Vôo e apresenta material do programa de homologação	

Processo de Homologação de Tipo — Aeronave, Motor e Hélice  
 GGCP – Certificação Aeronáutica GP – Gerência de Programas  
 GE – Gerência de Engenharia GR – Gerência de Regulamentação  
 GI – Gerência de Inspeção e Produção

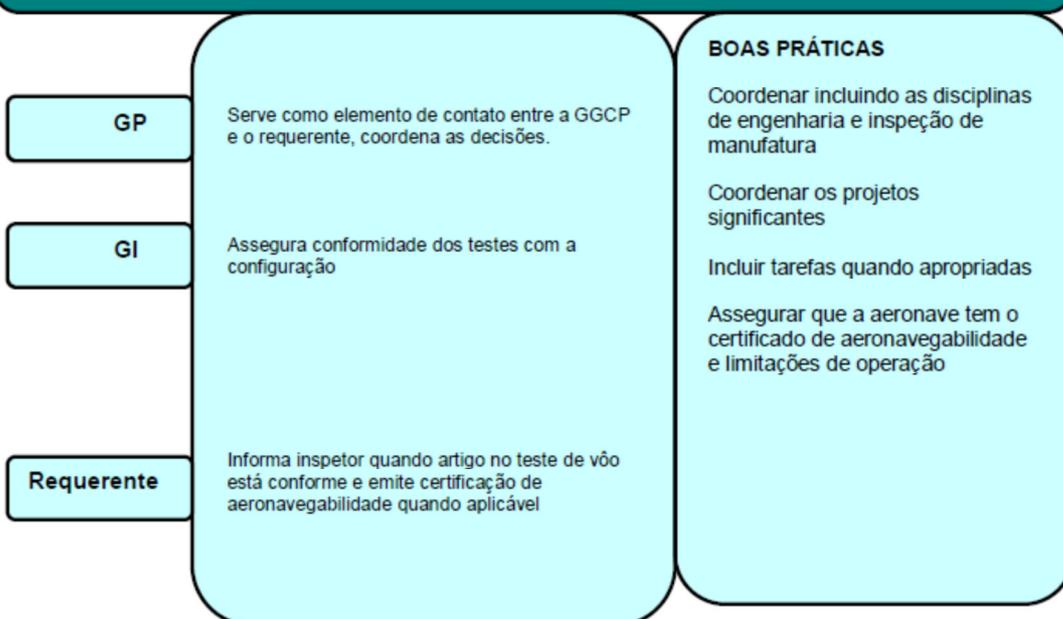
### 07 AUTORIZAÇÃO DA INSPEÇÃO DE TIPO (AIT)

Baseado no Form. F-200-02, a AIT autoriza as inspeções de conformidade e aeronavegabilidade e testes de voo para satisfazer os requisitos de homologação. A AIT é emitida quando a investigação de dados técnicos requeridos pelo CHT está concluída ou atingiu um ponto onde aparecer que o produto satisfará as regulamentações pertinentes (MPH – 200)



### 08 INSPEÇÕES DE CONFORMIDADE E TESTES EM VÔO PARA HOMOLOGAÇÃO

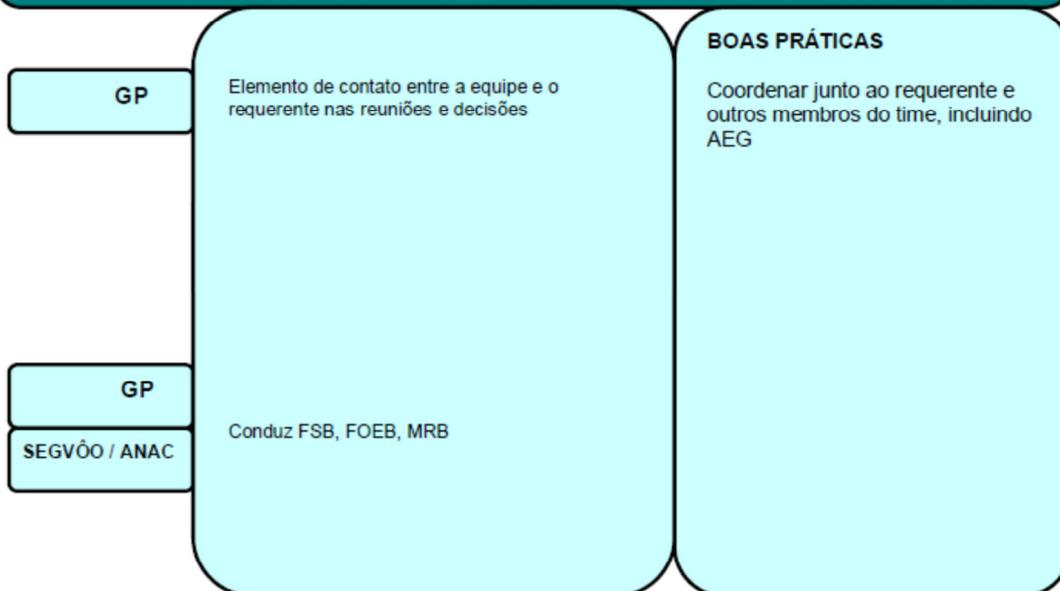
Inspeções de conformidade asseguram a conformidade do produto com o projeto proposto para a homologação de tipo. Testes em voo são conduzidos em concordância com os requisitos da AIT.



Processo de Homologação de Tipo — Aeronave, Motor e Hélice  
 GGCP – Certificação Aeronáutica GP – Gerência de Programas  
 GE – Gerência de Engenharia GR – Gerência de Regulamentação  
 GI – Gerência de Inspeção e Produção

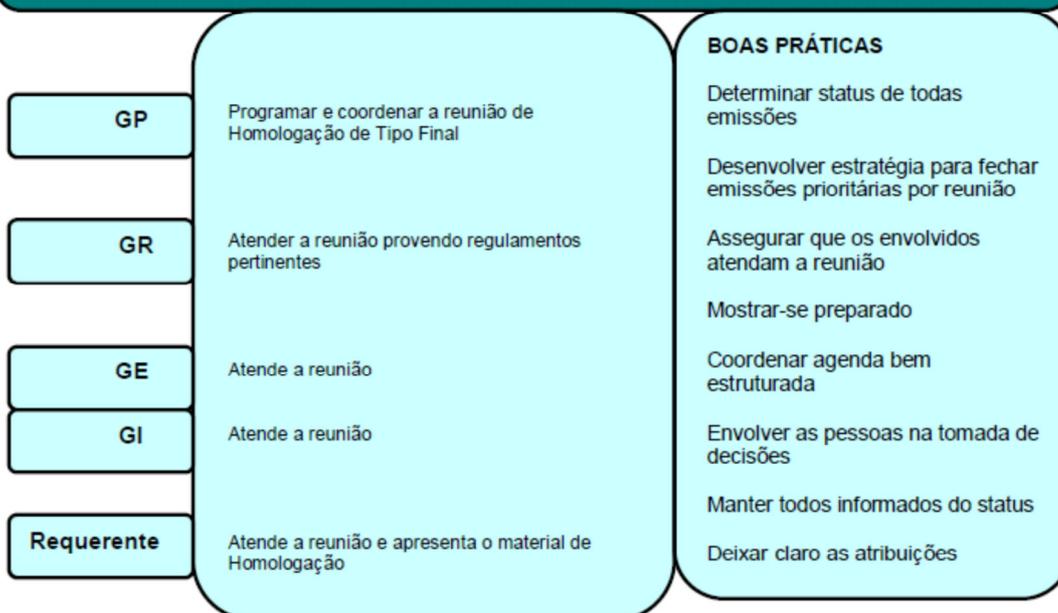
### 09 DETERMINAÇÕES DO GRUPO DE AVALIAÇÃO DE AERONAVES

O AEG trabalha com engenheiros de certificação e pilotos de ensaio em voo para avaliar aspectos operacionais e de manutenção de produtos homologados através das atividades: Board de padrões de voo (FSB), Classificação do tipo de piloto, Lista de verificação de treinamento do piloto, Aceitabilidade operacional, Avaliação de operações de voo (FOEB), MMEL, MRB, Instruções de manutenção para aeronavegabilidade continuada.



### 10 REUNIÃO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO FINAL (PRÉ CHT)

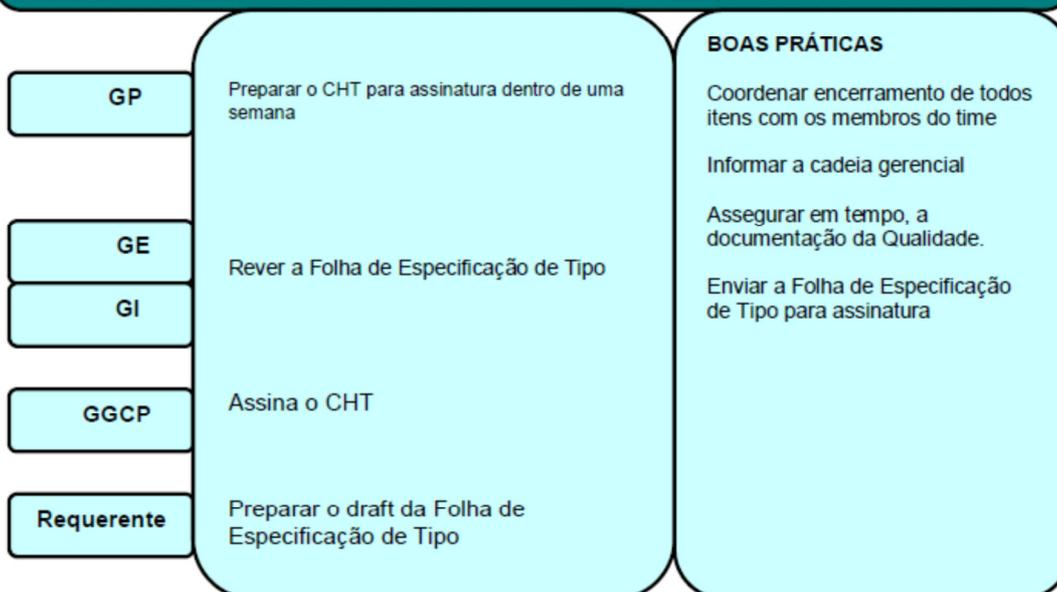
Quando o requerente tiver cumprido todos os requisitos de certificação, a GGCP programa a reunião formal final do CHT para verificar todos e quaisquer itens fora, e decide pela emissão do CHT. Ref. MPH-200.



Processo de Homologação de Tipo — Aeronave, Motor e Hélice  
 GGCP – Certificação Aeronáutica GP – Gerência de Programas  
 GE – Gerência de Engenharia GR – Gerência de Regulamentação  
 GI – Gerência de Inspeção e Produção

### 11 CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (CHT)

A GGCP emite o CHT (Form. F-200-01) quando o requerente demonstrar completa obediência com a base de homologação. A Folha de Especificação de Tipo é parte do CHT e documenta as condições e limitações para satisfazer os requisitos do RBHA (Ref. MPH-200)



### 12 ATIVIDADES PÓS CERTIFICAÇÃO

Inclue os Relatórios de Inspeção de Tipo e Sumário de Homologação, Avaliação Pós Homologação. Deve ser completado dentro de 90 dias após emissão do CHT. No relatório de sumário do projeto deve ter anotado os requisitos técnicos do projeto e lições aprendidas. (Ref. MPH-200) Aprovações de aspectos da aeronave não resolvidos durante a homologação e que não afetam a segurança de voo.

