



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

CARLOS TRILHA MÜLLER

AVIAÇÃO EXPERIMENTAL BRASILEIRA:

UM OLHAR SOBRE A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES

PALHOÇA

2020

CARLOS TRILHA MÜLLER

**AVIAÇÃO EXPERIMENTAL BRASILEIRA:
UM OLHAR SOBRE A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para elaboração da monografia.

Orientador: Prof. Angelo Damigo Tavares, MSc

PALHOÇA

2020

CARLOS TRILHA MÜLLER

**AVIAÇÃO EXPERIMENTAL BRASILEIRA:
UM OLHAR SOBRE A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES**

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 25 de junho de 2020

Orientador: Prof. Angelo Damigo Tavares, M.Sc.

Avaliador: Prof. Jairo Afonso Henkes, M.Sc.

Dedico este trabalho à minha esposa Alessandra
pelo seu apoio incondicional
na realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao nosso coordenador Prof. Paulo Roberto dos Santos por seu incentivo, ao meu orientador Prof. M.Sc. Angelo Damigo Tavares por sua dedicação nas correções e dicas imprescindíveis, à Unisul por sua excelência no ensino e pronto atendimento a todas as necessidades dos alunos, ao amigo Gian Fabra pelas valiosas dicas gramaticais e à minha querida esposa Profa. Dra. Alessandra Marfisa Cansian pelo incentivo à pesquisa científica.

Inebriado pela beleza do voo, Ícaro deixou de cumprir a única recomendação do fabricante – seu pai – que até por isso não deveria ser esquecida: havia um teto máximo a ser observado, pois caso contrário, a cera que colava as penas poderia derreter, um dano irreversível que poderia levar a um evento catastrófico (RODEGUERO, Angelo Miguel. BRANCO, Humberto, 2013)

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo compreender a dinâmica da incidência de acidentes na aviação experimental brasileira e identificar quais são os principais fatores contribuintes para essas ocorrências. Caracterizou-se como uma pesquisa exploratória com procedimento bibliográfico e documental por meio de livros, artigos, reportagens, regulamentos, leis e relatórios finais publicados pelo Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (CENIPA). No site dessa instituição, colheram-se resultados relevantes sobre as ocorrências na aviação experimental por meio da aplicação de filtros adequados disponíveis. Estudaram-se detalhadamente dezenas de relatórios finais de acidentes neste segmento da aviação, publicados pelo referido órgão nos últimos cinco anos. As abordagens utilizadas foram a quantitativa e a qualitativa. Analisaram-se os dados por meio de gráficos e tabelas, com objetivo de concluir qual foi o principal fator contribuinte para o aumento da incidência de acidentes aéreos na aviação experimental na última década. Os gráficos resultantes do número de acidentes aeronáuticos anuais foram correlacionados à evolução normativa da aviação experimental brasileira, nos quais se observaram tendências de queda de ocorrências logo após as mudanças mais relevantes nas regulamentações; porém, em todos os casos, os números dos acidentes voltaram a subir depois de algum tempo, mesmo quando analisados em proporção à frota do segmento. Ao finalizar-se a pesquisa, concluiu-se que o desconhecimento e a não observância dos limites de segurança de voo, ou seja, a imprudência e a imperícia de pilotos, inexperientes na sua maioria, foram os principais fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes aeronáuticos na aviação experimental no Brasil na última década.

Palavras-chave: Acidentes Aeronáuticos, Aviação Experimental, Segurança de Voo, Fatores Contribuintes.

ABSTRACT

This research aimed to understand the dynamics of the incidence of accidents in Brazilian experimental aviation and what are the main contributing factors for these occurrences. It is characterized as an exploratory research with bibliographic and documentary procedure through books, articles, reports, regulations, laws and Final Reports published by the National Center for Investigation and Accident Prevention (CENIPA). On this institution's website, relevant results were collected on the occurrences in experimental aviation through the application of suitable filters available. Dozens of final accident reports have been studied in detail in this segment of aviation published by the agency in the last five years. The approaches used were quantitative and qualitative. Data analysis was performed using graphs and tables, analyzed in order to conclude which is the main contributing factor to the increase in the incidence of air accidents in experimental aviation in the last decade. The graphs resulting from the number of annual aeronautical accidents were correlated to the normative evolution of Brazilian experimental aviation, where there were trends of falling occurrences soon after the most relevant changes in regulations, however, in all cases, the numbers of accidents increased again after some time, even when analyzed in proportion to the continuous increase of the experimental fleet. At the end of the research, it is concluded that the ignorance and non-observance of aircraft safety limits, that is, the recklessness and inability of pilots, mostly inexperienced, were the main contributing factors for the occurrence of aviation accidents in experimental aviation in Brazil in the last decade.

Key words: Aeronautical Accidents, Experimental Aviation, Aircraft Security. Contributing Factors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Distribuição de números de matrículas agrupada por regiões do Brasil	32
Figura 2. Distribuição de números de matrículas experimentais por estados brasileiros	33
Figura 3. Número de registros anuais por categoria	36
Figura 4. Taxa de crescimento anual de registros de aeronaves experimentais e privadas	39
Figura 5. Número de acidentes da frota total e frota de aeronaves experimentais	42
Figura 6. Porcentagem de acidentes em relação à frota de aviões experimentais	44
Figura 7. Número de acidentes organizados por tipo de ocorrência entre 2009 e 2019	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Evolução dos requisitos para operação de aeronaves experimentais	30
Tabela 2. Frota brasileira anual distribuída por categorias de matrículas	34
Tabela 3. Taxa de crescimento anual de registros de aeronaves experimentais e privadas	37
Tabela 4. Crescimento proporcional da frota em relação ao ano anterior	38
Tabela 5. Número de acidentes anuais no Brasil	41
Tabela 6. Percentual de acidentes anuais em relação à frota por tipo de matrícula	43

LISTA DE ABREVIATURAS

As abreviaturas listadas abaixo são utilizadas em Tabelas e Figuras.

Acid. Acidentes

Cat. Categorias

Com. Comerciais

Cresc. Crescimento

Exp. Experimentais

Kg Quilograma

Kt Nós

Pub. Público

Reg. Regular

Regist. Registro

Transp. Transporte

LISTA DE SIGLAS

ABAG Associação Brasileira de Aviação Geral

ABRAFAL Associação Brasileira dos Fabricantes de Aeronaves Leves

ABUL Associação Brasileira de Ultraleves

ABRAEX Associação Brasileira da Aviação Experimental

ABRAVAGEX Associação Brasileira das Vítimas da Aviação Geral e Experimental

ALE Aeronave Leve Esportiva

ANAC Agência Nacional da Aviação Civil

ASTM *American Society for Testing and Materials*

CA Certificado de Aeronavegabilidade

CAVE Certificado de Autorização de Voo Experimental

CBA Código Brasileiro de Aeronáutica

CENIPA Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes

CPL Certificado de Piloto de Aeronave Leve

CPR Certificado de Piloto de Recreio

CTA Centro de Tecnologia Aeronáutica

E-LSA *Experimental Light Sport Aircraft*

LSA *Light Sport Aircraft*

MFD *Multi Functional Display*

NSCA Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica

OACI Organização da Aviação Civil Internacional

PA Profissional Credenciado em Aeronavegabilidade

PBV Peso Básico Vazio

PC Piloto Comercial

PCA Piloto Comercial de Avião

PDF Formato Portátil de Documento da empresa Adobe Systems

PP Piloto Privado

RBAC Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

RBHA Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica

SIPAER Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáutico

S-LSA *Special Light Sport Aircraft*

TPR Transporte Privado Regular

TPX Transporte Privado Não Regular

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. PROBLEMA DA PESQUISA.....	16
1.2. OBJETIVOS	16
1.2.1. Objetivo geral	16
1.2.2. Objetivos específicos.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4. METODOLOGIA.....	17
1.4.1 Estrutura do trabalho	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 A AVIAÇÃO EXPERIMENTAL BRASILEIRA.....	19
2.1 REGULAMENTAÇÃO DA AVIAÇÃO EXPERIMENTAL NO BRASIL	22
2.2 MODELOS E CLASSIFICAÇÕES	25
2.3 O AERODESPORTO	28
2.4 LICENÇAS E HABILITAÇÕES	28
2.5 CRESCIMENTO DA FROTA DE AERONAVES EXPERIMENTAIS NO BRASIL.....	31
2.5.1. Apresentação e análise de dados	34
2.6 A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES NA AVIAÇÃO EXPERIMENTAL BRASILEIRA	39
2.7. O ACIDENTE COM O EXPERIMENTAL PR-ZRA, O CASO AGNELLI.....	46
2.8 AS INVESTIGAÇÕES DE ACIDENTES DA AVIAÇÃO EXPERIMENTAL	48
3. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

O sonho de voar acompanha o homem desde os primórdios da civilização. Ao longo da história, notaram-se diversos ensaios que manifestavam este desejo, dentre os quais o de maior repercussão científica ocorreu ainda no século XV, com os feitos realizados pelo pintor renascentista Leonardo Da Vinci. Muitas pessoas achavam que voar seria impossível, um poder além da capacidade humana (SANTOS, 2009). Além de Da Vinci, outros inventores também objetivaram alcançar o sonho de voar; cada vez mais, caminhava-se ao entendimento de que voar não exigia muita força nem materiais pesados, mas sim técnica e aerodinâmica. Muitos tentaram a proeza e tiveram um resultado final funesto; outros, com melhor sorte, apenas não obtiveram o resultado esperado. "Muitos continuaram a tentar das mais diferentes maneiras, porém, nenhum desses indivíduos conseguiu permanecer no ar e depois retornar ao solo, escopo de Santos Dumont" (PALHARES, 2006, p.100).

No final do século XVIII, voar já não era mais um sonho impossível. Em junho de 1783, os irmãos Montgolfier, proprietários de uma fábrica de papel, lançaram aos céus da França um balão esférico. Em outubro daquele mesmo ano, foi realizado o primeiro voo de balão tripulado da história, pelos franceses François Pilatre de Rozier e Marquês d'Arlandes. O balonismo seguiu evoluindo durante o século seguinte possibilitando a realização de voos cada vez mais altos e distantes. O voo com o uso de máquinas mais pesadas que o ar, batizado de *aviation* por Gabriel por Landelle em 1863, só se concretizou com voos planados nos anos 1890 pelo alemão Otto Lilienthal e, finalmente, o voo motorizado no começo do século XX por pioneiros como o brasileiro Santos Dumont, os irmãos Wright dos EUA e o francês Berliot (LE MOS, 2012).

No início do século XX, atividades aéreas eram realidade para pouquíssimas pessoas muito ricas e corajosas; porém, desde 1907, com os "*Demoiselles*" de Dumont - as menores e mais baratas aeronaves de sua época - a ideia de tornar a aviação acessível a todos esteve presente na mente dos entusiastas e construtores destas máquinas encantadoras. O inventor brasileiro não patenteou o feito e disponibilizou seus desenhos para que qualquer pessoa realmente interessada em voar pudesse construí-lo. "*Demoiselles*" foram fabricados por diferentes oficinas, cerca de quarenta unidades foram construídas (FIORAVANTI, 2019). Não obstante, mesmo valendo a pena o risco inerente à façanha, o próprio Santos Dumont se envolveu em um incidente grave com esta aeronave, considerada o primeiro "ultraleve" moderno. Era equipado com o mesmo tipo de comandos e superfícies de controle usados até os dias de hoje, um grande legado do inventor (SANTOS, 2009).

A aviação mundial durante todo o século XX seguiu evoluindo e teve um grande impulso tecnológico ao participar das duas grandes guerras, com um papel decisivo na segunda. Após a Segunda Guerra Mundial, a aviação comercial explodiu, e a indústria aeronáutica cresceu exponencialmente, criando condições econômicas para construir aeronaves cada vez mais rápidas, maiores e eficientes (LEMOS, 2012). Por outro lado, aqueles inventores e construtores "de fundo de garagem" nunca deixaram de existir, e a intenção de tornar a aviação acessível a todos continuou habitando a mente destes entusiastas. Esse tipo de aviação de construção amadora, a partir dos anos 1960, passou a ser conhecida no mundo como aviação experimental e, no Brasil, esta denominação foi adotada a partir do final dos anos 1980 (MENDONÇA, 2016).

Com os avanços das tecnologias de materiais e evolução dos conceitos aerodinâmicos, os quais viabilizaram a diminuição dos custos de construção de aeronaves leves, observou-se nos últimos vinte anos um crescimento na frota de aviação experimental no Brasil. Os novos projetos de aeronaves de construção amadora, vendidos em conjuntos pré-montados com relativo baixo custo, tornaram o sonho de voar cada vez mais acessível (SILVA, 2017).

Em 2009, iniciou-se um grande número de vendas de ultraleves avançados no Brasil. Tais aeronaves atingiam grande altitude, velocidade e longo alcance, mas podiam ser operadas por pilotos amadores detentores de licenças criadas ainda na época da "aviação de cano e pano" (OSCAR, 2016).

Entre os anos 2009 e 2015, houve um hiato entre o desenvolvimento técnico das aeronaves de construção amadora e o surgimento de uma nova regulamentação para a aviação experimental que assimilasse as rápidas mudanças no segmento. O atraso na resposta da legislação criou condições para que pessoas e empresas passassem a montar e fabricar profissionalmente estas aeronaves ultraleves avançadas, que são aeronaves experimentais muito leves e tripuladas, usadas exclusivamente em transporte próprio, desporto e recreio. Tais aeronaves eram montadas em conformidade com a legislação da aviação experimental de construção amadora, beneficiando-se das facilidades burocráticas e financeiras da legislação do segmento, multiplicando a frota existente no país (BRASIL, 2016). Nesse processo, o cenário de crescimento trouxe desenvolvimento econômico para o setor e com ele o aumento do número de acidentes e incidentes graves, o que chamou a atenção da grande mídia e da sociedade, obrigando uma revisão da regulamentação vigente pelas autoridades aeronáuticas (BRASIL, 2020).

1.1. PROBLEMA DA PESQUISA

Qual é a incidência de acidentes na aviação experimental brasileira nas duas últimas décadas?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Analisar a incidência de ocorrências de acidentes na aviação experimental brasileira entre os anos de 1999 e 2019.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Contextualizar historicamente o desenvolvimento da aviação experimental no Brasil.
- b) Conhecer aspectos referentes à evolução da normatização aplicável e das ocorrências na aviação experimental no Brasil.
- c) Contextualizar o acidente que vitimou o presidente da Vale S.A., Roger Agnelli, em março de 2016, ao processo evolutivo da aviação experimental no Brasil.
- d) Analisar a incidência de fatores contribuintes dos acidentes ao processo evolutivo da aviação experimental brasileira.

1.3 JUSTIFICATIVA

O crescimento da frota de aviões experimentais trouxe desenvolvimento econômico para o setor da aviação experimental; porém, o aumento do número de acidentes e incidentes graves acompanhou o crescimento. Estes fatos chamaram a atenção da mídia de massa e da sociedade, levando a diversas revisões na regulamentação deste segmento na última década.

Ao observar a lacuna que existe entre a cultura de segurança da aviação experimental e da aviação homologada, o presente estudo tem como intuito atrair atenção para o tema e contribuir para a segurança operacional de forma abrangente, demonstrando a evolução da aviação experimental brasileira e os fatores contribuintes de maior incidência nos

acidentes ocorridos nessa modalidade nas duas últimas décadas. O presente trabalho clarifica o processo evolutivo da aviação experimental no Brasil nos últimos vinte anos, por ser um segmento que evoluiu em meios materiais e perspectivas de uso, o que chama a atenção da comunidade aeronáutica em função das normas peculiares e das regras que criaram o subgrupo de aviões experimentais ALE (Aeronaves Leves Esportivas). Cabe avaliar se as novas legislações assimilaram as mudanças dos perfis dos usuários do sistema resultando em uma incidência menor de acidentes na aviação experimental brasileira.

1.4. METODOLOGIA

Este trabalho caracterizou-se como uma pesquisa exploratória com procedimento bibliográfico e documental por meio de livros, artigos, reportagens, regulamentos, leis e regulamentos do setor vigentes em diferentes períodos e dezenas de relatórios finais publicados pelo Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes - CENIPA. As abordagens utilizadas foram a quantitativa e a qualitativa.

Para a obtenção dos dados necessários à pesquisa, aplicaram-se buscas avançadas na plataforma Google sobre aviação experimental brasileira, além de acessos aos sites da Agência Nacional da Aviação Civil - ANAC e do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes - CENIPA. Fez-se ampla coleta de dados em relatórios publicados pelos referidos órgãos nas duas últimas décadas.

Dentro do site do CENIPA, na ferramenta Painel SIPAER, colheram-se diversos resultados relevantes sobre as ocorrências na aviação experimental brasileira por meio da aplicação de filtros adequados disponíveis. Extraíram-se dados em diversos formatos de arquivo, os quais foram exportados, padronizados e justapostos para análise. Estudaram-se detalhadamente dezenas de relatórios finais de acidentes na aviação experimental publicados pelo referido órgão nos últimos 5 anos.

No âmbito do site da ANAC, além da legislação vigente sobre o setor estudado, observaram-se textos e publicações diversas da instituição, assim como variados arquivos do Registro Aeronáutico Brasileiro - RAB e do Anuário Brasileiro da Aviação Geral - ABAG.

Para a contextualização, fez-se um levantamento histórico da aviação experimental no Brasil desde o seu surgimento e a evolução da sua regulamentação nos últimos 35 anos por meio de livros, artigos e publicações dos órgãos oficiais de diferentes períodos, como o Código Brasileiro de Aeronáutica - CAB, e o Regulamento da Aviação Civil - RBAC.

Como forma de compreender o olhar da sociedade sobre o tema, buscaram-se matérias, artigos e notícias sobre a aviação experimental brasileira. Analisaram-se publicações de revistas especializadas como *Aeromagazine*; *Frequência Livre* e *High*, além de, notícias publicadas por órgãos oficiais ligados à aviação e agências de notícias renomadas nos últimos 20 anos.

A fim de descrever o cenário da aviação experimental antes do impacto das últimas regulamentações do setor, fez-se um estudo de caso do acidente ocorrido em março de 2016 que envolveu a aeronave PR-ZRA, operada pelo presidente da Vale S.A., Roger Agnelli.

Para desenvolver a análise das informações colhidas na pesquisa, utilizou-se o método de procedimento estatístico, que se fundamenta na utilização da teoria estatística das probabilidades para a interpretação de dados analisados. A análise dos dados foi feita por meio de gráficos e tabelas, analisados com objetivo de concluir qual o principal fator contribuinte para o aumento da incidência de acidentes aéreos na aviação experimental na última década.

1.4.1 Estrutura do trabalho

O presente trabalho dividiu-se em 5 capítulos. No primeiro deles, contextualizou-se a evolução da aviação experimental no Brasil. No segundo, comentaram-se as normas e regulamentações e seu desenvolvimento no período estudado. No terceiro capítulo, foram abordados os acidentes aéreos na aviação experimental, a mudança de perfil dos usuários do segmento e a atitude dos órgãos reguladores e investigadores em resposta ao desenvolvimento das aeronaves operadas por pilotos amadores. O quarto capítulo detalhou o acidente que envolveu o presidente da empresa Vale S.A., Roger Agnelli, evento que expôs problemas da regulamentação da aviação experimental à grande mídia. No quinto capítulo, elaborou-se um parecer analítico apontando a incidência de acidentes na aviação experimental, o principal tipo de ocorrência e os principais fatores contribuintes para estes eventos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A AVIAÇÃO EXPERIMENTAL BRASILEIRA

A história da aviação e do experimentalismo aeronáutico no Brasil se misturam. Inspirados pelos feitos do brasileiro Alberto Santos-Dumont no início do século XX em Paris, surgiram experimentos isolados e independentes de entusiastas, inventores e corajosos pilotos brasileiros que investiram seu tempo, dinheiro e suas vidas no sonho de voar. A seu modo, cada um levou adiante a pesquisa de materiais e a fabricação em escala dos primeiros aviões (VELHO, 2010).

A primeira experiência de voo bem-sucedida foi registrada em 1910 em Osasco, na época, um bairro da capital paulista. O "*São Paulo*", como foi batizado o avião, foi projetado e construído pelo industrial espanhol naturalizado brasileiro Dimitri Sensaud de Lavaud e pelo mecânico italiano Lourenço de Pellegatti, com base no aeroplano francês Blériot.

A próxima iniciativa foi do carioca J. d'Alvear. Ele construiu um monoplane de asa média, com motor e hélice franceses, batizado de "*Alvear*". O monoplane voou pela primeira vez em novembro de 1914, no Campo dos Afonsos, pilotado pelo argentino Ambrósio Caragiola. Em fevereiro de 1915, este piloto caiu com o "*Alvear*" no campo do *Derby Club* e faleceu (MENDONÇA, 2016).

Em 1912, o alagoano Villela Júnior apresentou um projeto de seu próprio avião ao então ministro da Guerra, Vespasiano Gonçalves de Albuquerque e Silva, em busca de apoio financeiro, mas não conseguiu tal apoio, tampouco desistiu da ideia de construir sua aeronave. Hipotecou a própria casa e começou a testar madeiras nacionais para fazer hélices em um terreno em Realengo, Rio de Janeiro. Em uma fábrica de Sapopemba, atual bairro de Deodoro, na mesma cidade, desenvolveu um tecido de algodão resistente para cobrir a fuselagem; o verniz que cobria o avião também foi uma fórmula dele. O primeiro protótipo ganhou o nome de "*Aribu*" e voou a primeira vez em 1917 no campo de Santa Cruz. Com seu feito, Villela conseguiu apoio do novo Ministro da Guerra, José Caetano de Faria, e ganhou acesso ao espaço e equipamentos do Exército. Com este apoio, construiu o "*Alagoas*", o primeiro avião biplano construído no país, que alçou voo em 1918. Apesar do auxílio, o projeto não teve continuidade, e o Exército optou por comprar aviões franceses e ingleses usados na primeira guerra em vez de investir em um projeto nacional (FIORAVANTI, 2019).

Em 1939, Joaquim da Costa Fonseca Filho construiu seu primeiro avião em Pelotas, Rio Grande do Sul, o "*F.1*". Em 1942, construiu o "*F.2*", o qual levou ao Rio de Janeiro com planos de criar a Sociedade Industrial de Aviões Pelotense, porém não obteve a homologação do modelo, nem financiamento para construir a fábrica (PERES, 2009). Naquele momento, o governo brasileiro estava no meio de uma negociação com engenheiros franceses para montar uma fábrica no Brasil, o que acabou não se concretizando. O Brasil iniciou a fabricação de aviões somente em 1947 com criação do Centro de Tecnologia Aeronáutica (CTA) em São José dos Campos, São Paulo (MENDONÇA, 2016).

A história mostra que as iniciativas da construção aeronáutica independente até os anos 1980 foram isoladas e sem apoio direto do Estado brasileiro; mesmo assim, oficinas de construtores amadores continuaram a desenvolver clandestinamente aviões para o próprio lazer ou para provar a viabilidade das suas ideias. A grande maioria dos experimentos ficou pelo caminho diante das dificuldades de se conseguir materiais, além dos entraves na importação de equipamentos. A atividade não era bem vista pelas autoridades; portanto, não há muitos registros das atividades destes pioneiros e muitos projetos se perderam na história (FIORAVANTI, 2019).

A partir dos anos 1980, a aviação experimental começou a se desenvolver no Brasil. Ao buscarem materiais usados na indústria náutica para construir pequenas embarcações esportivas à vela, construtores independentes desenvolveram os primeiros modelos de aeronaves ultraleves utilizando tubos de alumínio e lonas para a construção das asas. Com a popularização destas aeronaves, o sonho de voar já não era tão caro e muitos brasileiros puderam participar da chamada "aviação de pano e cano". Atendendo a essa demanda, em 1983, surgiu a primeira fabricante de aeronaves ultraleves no Brasil (LANZA, 2014).

Em 1986, a aviação experimental de construção amadora foi regularizada com a criação do Código Brasileiro de Aeronáutica, mas somente em 1996, o Ministério da Aeronáutica incluiu as aeronaves ultraleves na categoria. Até então, os ultraleves voavam na clandestinidade (LANZA, 2014).

A partir do final década de 1990, com o desenvolvimento tecnológico e surgimento dos materiais compostos de fibras de carbono, novos projetos aeronáuticos surgiram. Os ultraleves já eram verdadeiros aviões, muitos modelos já utilizavam asas de material aeronáutico e tinham cabines fechadas. Com relativo baixo custo e ótima performance, muitos passaram a ser vendidos em conjuntos pré-montados.

A partir dos anos 2000, a construção de aeronaves experimentais se massificou, seja pela montagem final profissionalizada destes conjuntos amadores, conhecidos como "*kits*", ou pela montagem de projetos dos próprios operadores. Tais aeronaves foram originalmente concebidas para serem montadas de forma caseira por seus próprios operadores: porém, com o passar do tempo, o processo no qual a pessoa recreativamente constrói sua própria aeronave foi sendo substituído pelo modelo no qual o proprietário adquire um avião desmontado e contrata um profissional ou empresa, para construir sua aeronave (BRASIL, 2016).

Esse efeito é comum em qualquer país, incluindo o Brasil, e tem o seu papel no sentido de popularizar a cultura aeronáutica. Diante desse quadro, a montagem "profissional" foi permitida pelo órgão regulador da época (o antigo DAC – Departamento de Aviação Civil), desde que o operador/proprietário demonstrasse que construiu a maior parte da aeronave (BRASIL, 2016, p.1).

Os aviões ultraleves foram avançando em complexidade, especialmente aqueles modelos que estavam sendo, na realidade, montados profissionalmente em série, mas que conseguiam se enquadrar e serem registrados na Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC) como aviões experimentais de construção amadora (LANZA, 2014).

Ao longo das duas últimas décadas, as lentas aeronaves de "pano e cano" foram dando lugar a aviões cada vez mais rápidos, de construção avançada e operação mais complexa, alguns atingindo grande velocidade e autonomia (BARBOSA, 2016); contudo, as exigências das autoridades aeronáuticas para construção e operação destas pequenas aeronaves modernas, naturalmente, levaram algum tempo para acompanhar este avanço (BRASIL, 2016). Apesar do avanço tecnológico e grande incremento da performance e o profissionalismo em sua construção, tais aeronaves eram montadas em conformidade com a legislação da aviação experimental de construção amadora, beneficiando-se das facilidades burocráticas e financeiras da legislação para esta modalidade.

A partir de 2011, para regularizar tal situação, em que pilotos amadores inexperientes poderiam legalmente voar aeronaves rápidas e complexas, e empresas estavam montando aviões experimentais profissionalmente, a agência reguladora iniciou estudos para a implantação da categoria das aeronaves leves esportivas - ALE (nos Estados Unidos da América, *Light-Sport Aircraft* – LSA) para as aeronaves mais leves (BRASIL, 2016).

Com o aumento da frota da aviação experimental, houve crescimento no número de acidentes no segmento, chamando a atenção da sociedade para as falhas na segurança da "aviação amadora". Em resposta a esses fatos, a regulamentação do setor tentou a seu tempo acompanhar os avanços e os problemas relacionados à segurança, assim como, da mudança no perfil dos novos usuários que surgiam no país.

2.1 REGULAMENTAÇÃO DA AVIAÇÃO EXPERIMENTAL NO BRASIL

Todo avião já foi experimental um dia. O experimentalismo é essencial ao desenvolvimento de novos conceitos e a atividade necessita de uma regulamentação especial para que seja realizada com a maior segurança possível, ao mesmo tempo em que mantém as liberdades individuais que permitam o seu livre desenvolvimento (BRASIL, 2016).

Em um cenário caracterizado pela inovação, a construção amadora, desenvolvida por engenheiros aeronáuticos independentes ou entusiastas em suas oficinas particulares, tem um papel fundamental no desenvolvimento aeronáutico. Em termos de custos, para conseguir uma certificação, é natural que a legislação seja diferenciada em relação à aviação comercial ou particular homologada, de forma que a torne economicamente viável, além de mantê-la em níveis de segurança aceitáveis (BARROS, 2013).

Manter o equilíbrio entre garantir as liberdades individuais e promover o desenvolvimento aeronáutico seguro passou a ser um desafio para as agências reguladoras, pois a evolução técnica das aeronaves ultraleves tornou mais confuso e polêmico o conceito entre o que pode ser considerado experimentalismo, esporte aeronáutico, e o que deve ser considerado como aviação certificada.

Em junho de 2011, a ANAC oficialmente iniciou a implantação do programa da categoria ALE no Brasil. Foram revogados o RBHA 38 - Procedimentos para Fabricação de Conjuntos de Montagem de Aeronaves Experimentais (em dezembro de 2011) e o RBHA 37 - Procedimentos para a Construção de Aeronaves por Amadores em maio de 2012, cujos conteúdos foram em parte absorvidos pelo novo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC 21.

Em janeiro de 2016, foram normatizadas as regras que impõem os requisitos para que aeronaves sejam registradas como experimentais. Para que tenham a homologação especial para aeronaves experimentais de construção amadora, tais aeronaves devem ser montadas, na prática, com provas documentais, pelo menos 51% pelo construtor amador, que deverá ser o próprio operador da aeronave (BRASIL, 2016).

O Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA) e o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) dão importância à aviação experimental. Em conformidade com o Capítulo IV, do Sistema de Segurança de Voo, na sua Seção I, dos Regulamentos e Requisitos da Segurança de Voo do CBA, nos artigos 67 e 68, toda aeronave ainda não homologada deve apresentar segurança ao voo, ressalvadas as possuidoras de característica experimental.

De acordo com o art. 67, toda aeronave homologada especial, deve apresentar seu projeto de construção pelo construtor amador, sendo competência da autoridade aeronáutica regulamentar a construção (BRASIL, 2019).

A ANAC por meio do RBAC 21 na Subparte H - Certificados de Aeronavegabilidade - item 21.191, define que aeronaves experimentais são aquelas que seguem os propósitos de:

- (a) pesquisa e desenvolvimento. [...]
- (b) demonstração de cumprimento com requisitos. Condução de ensaios em voo ou outras operações visando demonstrar cumprimento com os regulamentos de aeronavegabilidade. [...]
- (c) treinamento de tripulações. [...]
- (d) exibição. [...]
- (e) competição aérea. [...]
- (f) pesquisa de mercado. [...]
- (g) operação de aeronave de construção amadora. [...]
- (h) operação de aeronave categoria primária montada a partir de conjuntos. [...]
- (i) operação de aeronave leve esportiva [...] (BRASIL, 2019).

A partir de 2016, os ultraleves avançados montados profissionalmente finalmente obtiveram sua categoria própria; porém, para se enquadrarem na nova categoria de aeronaves, tais aviões deveriam ter o peso máximo de decolagem entre 600kg e 750k; velocidade nunca excedida de 120 KT; velocidade de estol máxima de 45 KT, além de cumprirem uma série de exigências de ensaio em voo e outros testes, provando a segurança da sua operação consoante as normas ASTM (*American Society for Testing and Materials*) (BRASIL, 2016).

Para garantir a aeronavegabilidade continuada, as regras para a manutenção das aeronaves ALE/LSA também mudam em relação ao definido pela legislação dos ultraleves. Basicamente, para as aeronaves ALE Especiais (S-LSA), as grandes inspeções, inspeções anuais e reparos devem ser executados por mecânicos aeronáuticos autônomos com habilitação em célula e motores, ou oficinas homologadas, ou, ainda, mecânicos treinados pelo fabricante da aeronave ou seu representante no Brasil (BRASIL, 2020).

No caso dos ALE Experimentais (E-LSA), o proprietário ou construtor pode realizar essas tarefas, mesmo não possuindo habilitação específica, mas recomenda-se que as

inspeções anuais e reparos sejam feitos por pessoal especializado. Para a ANAC, ninguém conhece melhor o avião que seu construtor, por isso a agência permite que nestes casos o próprio construtor possa fazer a manutenção da aeronave (BRASIL, 2020). Nos Estados Unidos da América, de acordo com o *Federal Aviation Administration* - FAA (2013), existe uma nova categoria de pessoal de manutenção, o *LSA Repairmen*.

2.1.1 Certificado de Autorização de Voo Experimental

Para que aeronaves experimentais possam operar em território nacional devem obter um CAVE (Certificado de Autorização de Voo Experimental).

Conforme o item 21.193 do RBAC 21, qualquer pessoa que deseje solicitar a homologação para o voo experimental deve se certificar de algumas informações que deverão, sem exceção, ser entregues juntamente com o requerimento de autorização do voo experimental, sendo elas:

- a) Uma declaração, na maneira estabelecida pela ANAC, definindo os propósitos para os quais a aeronave será usada.
- b) Dados suficientes (como fotografias) para identificar a aeronave.
- c) Qualquer informação pertinente que, após inspecionar a aeronave, a ANAC tenha julgado necessária para salvaguardar o interesse público.
- d) No caso de utilização da aeronave para realização de experiências:
 - 1) Os objetivos da experiência;
 - 2) o tempo estimado ou número de voos requeridos pela experiência;
 - 3) as áreas sobre as quais os voos de experiência serão conduzidos; e
 - 4) Um desenho das três vistas ou fotografias do avião, com escala dimensional, nas três vistas, exceto para aeronaves convertidas a partir de um tipo previamente certificado e que não tenha sofrido apreciável modificação na configuração externa.
- e) No caso de aeronave leve esportiva montada a partir de conjuntos a ser certificado de acordo com o RBAC 21.191(i)(2), um requerente deve apresentar o seguinte:
 - 1) evidências de que uma aeronave de mesma marca e modelo foi fabricada e montada pelo fabricante dos conjuntos da aeronave e que a mesma tenha tido um certificado de aeronavegabilidade especial na categoria leve esportiva;
 - 2) as instruções de operação da aeronave;
 - 3) os procedimentos de manutenção e inspeção da aeronave;
 - 4) uma declaração de cumprimento de que os conjuntos da aeronave usados na montagem da aeronave cumprem com o RBAC 21.190(c), exceto que, ao invés de cumprir o RBAC 21.190(c)(7), a declaração deve indicar as instruções de montagem para a aeronave, as quais devem satisfazer aos padrões de consenso aplicáveis;
 - 5) o suplemento de treinamento de voo da aeronave. (BRASIL, 2019. p.27).

Seguindo os conceitos de aeronaves experimentais, constantes no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC 21 (BRASIL, 2019), para que as aeronaves consigam o CAVE, devem seguir padrões de desempenho e normas na sua construção para que haja a homologação.

Em 2015, muitos modelos de ultraleves avançados que já estavam voando no Brasil não se enquadrariam na nova categoria ALE. Como forma de atenuar os impactos negativos no mercado aeronáutico, a ANAC determinou que as empresas fabricantes ou montadoras de aeronaves "experimentais de construção em série" teriam um ano para adequarem seus produtos à nova regulamentação para conseguirem seus certificados de aeronavegabilidade.

2.2 MODELOS E CLASSIFICAÇÕES

Em janeiro de 2016, a ANAC passou a classificar como "aviação experimental" cinco categorias de aeronaves (BRASIL, 2016):

- a) Aeronaves de Construção Amadora;
- b) Aeronaves de Competição;
- c) Aeronaves Históricas;
- d) Aeronaves de Exibição e;
- e) Aeronaves ALE (LSA).

Dentro da categoria de aeronaves LSA, há ainda duas divisões/grupos: o ALE Especial (*Special* LSA S-LSA) e o ALE Experimental (E-LSA).

O ALE Especial é o avião entregue ao operador totalmente pronto, já configurado, e que poderá ser utilizado em atividades como reboque de planadores, instrução de voo em escolas de aviação, (a ANAC definirá quais atividades poderão ser executadas, quando da emissão do novo RBAC N° 91).

Já o ALE Experimental é uma aeronave experimental construída por amador (ou por um especialista contratado, ou pela própria empresa fabricante) a partir de um conjunto pré-montado oriundo do projeto do ALE Especial com a vantagem de não se aplicar a regra dos 51% (maior porção construída pelo proprietário). Este por sua vez, poderá decidir a forma como serão feitos os acabamentos e a instalação de equipamentos, desde que essas tarefas estejam previstas no manual de construção da aeronave. Para que exista a aprovação de

comercialização do "kit" (conjunto pré-montado), o fabricante deve ter pelo menos uma aeronave do mesmo modelo, declarada como ALE especial (BRASIL, 2016).

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 21 determina que o fabricante da aeronave ALE deve apresentar declaração de que sua aeronave e seu sistema de controle de qualidade atendem às normas consensuais da *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Embora não sejam elaboradas especificamente por uma autoridade aeronáutica, as normas ASTM são aceitas em praticamente todo o mundo, fornecendo uma base legal para a produção e comercialização seriada desse tipo de aeronave.

Sua manutenção deve ser executada sempre por empresas certificadas ou mecânicos habilitados e não pode ser modificada sem aprovação do fabricante ou da autoridade de aviação civil.

O RBAC 21, no parágrafo 190, trata da emissão de Certificado de Aeronavegabilidade Especial para aeronaves categoria leve esportiva:

(a) Propósito. A ANAC emite um certificado de aeronavegabilidade especial na categoria leve esportiva para operação de uma aeronave leve esportiva, exceto para girocôptero.

(b) Elegibilidade. Para ser elegível a um certificado de aeronavegabilidade especial na categoria leve esportiva:

(1) um requerente deve fornecer à ANAC:

- (i) as instruções de operação da aeronave;
- (ii) os procedimentos de inspeção e manutenção da aeronave;
- (iii) a declaração de conformidade do fabricante, como descrito no parágrafo (c) desta seção;
- (iv) o suplemento de treinamento de voo da aeronave; e
- (v) qualquer outro documento, manual ou relatório que a ANAC julgar necessário;

(2) A aeronave deve:

- (i) por suas características, atender a definição de aeronave leve esportiva, segundo o RBAC 01;
- (ii) ser nova, tendo sido de propriedade apenas do seu fabricante, distribuidor ou revendedor; ou
- (iii) ter tido, previamente, um certificado emitido de acordo com o previsto no parágrafo 21.191(i)(3).

(3) a aeronave deve ter sido inspecionada pela ANAC e ter sido verificado que está em condições de operação segura.

(c) Declaração de conformidade do fabricante, para aeronave leve esportiva. A declaração de conformidade do fabricante requerida no parágrafo (b)(1)(iii) desta seção deve:

- (1) identificar a aeronave por marca, modelo, número de série, classe, data de fabricação e normas consensuais utilizadas;
- (2) declarar que a aeronave cumpre com as normas consensuais utilizadas;
- (3) declarar que a aeronave está conforme com os dados de projeto do fabricante e, ao usar o sistema de garantia da qualidade deste fabricante, que a aeronave cumpre com as normas consensuais utilizadas;

- (4) declarar que o fabricante tornará disponível, a qualquer pessoa interessada, os documentos a seguir, os quais deverão estar em conformidade com as normas consensuais utilizadas:
 - (i) as instruções de operação da aeronave;
 - (ii) os procedimentos de manutenção e inspeção da aeronave; e
 - (iii) o suplemento de treinamento de voo da aeronave;
 - (5) declarar que o fabricante irá monitorar e corrigir deficiências relativas à segurança operacional através da emissão de diretrizes de segurança e de um sistema de aeronavegabilidade continuada que atenda as normas consensuais utilizadas;
 - (6) declarar que, a pedido da ANAC, o fabricante providenciará acesso irrestrito às suas instalações; e
 - (7) declarar que o fabricante, através de um procedimento de ensaio de aceitação de produção que atenda as normas consensuais aplicáveis:
 - (i) ensaiou a aeronave em solo e em voo;
 - (ii) constatou que o desempenho da aeronave é aceitável; e
 - (iii) constatou que a aeronave está em condições de operação segura.
- (d) Aeronave leve esportiva fabricada fora do Brasil. Para uma aeronave fabricada fora do Brasil ser elegível a um certificado de aeronavegabilidade especial na categoria leve esportiva, o requerente deve cumprir os requisitos do parágrafo (b) desta seção e fornecer à ANAC evidências de que:
- (1) [reservado]; e
 - (2) a aeronave é elegível a um certificado de aeronavegabilidade, uma autorização de voo ou certificação similar no seu país de fabricação (BRASIL, 2020. p. 56).

Os aviões ALE (LSA) tornaram-se uma ótima opção para o operador que não objetiva a exploração comercial da aeronave e não tem qualificação suficiente para construí-la. Muitos dos construtores amadores no Brasil, por dificuldades em obter informações e restrições na importação de peças, acabam abandonando seus projetos no meio do caminho.

Nos Estados Unidos da América, como já não existem aeronaves homologadas novas, projetadas para instrução básica de pilotos, as escolas de aviação estão adquirindo aeronaves ALE Especial (LSA) para este fim, reduzindo seus custos e tornando a formação de novos pilotos mais acessível. Além disso, muitos aviões ALE Especial agregam recursos importantíssimos como telas *Multi Functional Display* (MFD), Piloto Automático (PA) e outras inovações na instrução básica, que hoje raramente estão disponíveis nas antigas aeronaves de instrução como "*Paulistinhas*", "*J3*" e Cessna 152 (BARROS, 2013).

De acordo com a entrevista concedida pela Associação Brasileira de Fabricantes de Aeronaves Leves - ABRAFAL à Jorge Filipe Almeida Barros, da Revista Aeromagazine, as empresas que constroem e comercializam aeronaves ALE (LSA) devem ser certificadas e possuir um sistema de qualidade, assegurando que sejam produzidas em conformidade com o projeto e que materiais, procedimentos, ferramentas, registros, tenham rastreabilidade e

controle, além de empregar mão de obra qualificada para a atividade de construção (BARROS, 2013).

A ABRAFAL estuda meios para que seus associados treinem mecânicos e inspetores especificamente para as aeronaves comercializadas no Brasil, e orientem seus clientes a usufruir dessa facilidade.

2.3 O AERODESPORTO

Outra atividade que envolve a categoria de experimentais é a prática do aerodesporto, que existe desde os primórdios da aviação. Considerando o caráter recreativo dessas atividades, as liberdades individuais e as leis de incentivo ao desporto observam-se limitações técnicas para a regulamentação das atividades aerodesportivas e os aspectos relativos às consequências externas dessas práticas desportivas. O foco da ANAC, que está em alinhamento com os padrões internacionais, é a proteção de terceiros não envolvidos e a segurança de todo o sistema de aviação civil. As práticas aerodesportivas são consideradas de alto risco por sua natureza e características. Assim como em outros esportes radicais de caráter lúdico e esportivo, as habilidades e os conhecimentos dos praticantes são diversas, cabendo aos desportistas a responsabilidade pela segurança da operação. Aos órgãos de aviação civil cabe garantir a segurança das pessoas não envolvidas, estabelecendo locais e critérios mínimos que devem ser seguidos pelos praticantes das atividades aerodesportivas (BRASIL, 2020).

Em contrapartida, a aviação certificada sempre foi e é altamente regulada, mas é recompensada pela obrigação das autoridades aeronáuticas em garantir a segurança de todos os usuários e de pessoas não envolvidas. Além disso, a ANAC deve fiscalizar o cumprimento de normas estabelecidas, tornando o sistema o mais seguro possível. Deste modo, a aviação experimental conecta dois universos distintos da aviação, abarcando características da liberdade do aerodesporto e parte das obrigações burocráticas das certificações da aviação homologada.

2.4 LICENÇAS E HABILITAÇÕES

A ANAC não emite ou exige habilitação para a operação de veículos ultraleves regidos pelo RBAC 103, que são equipamentos com peso vazio de até 200kg e velocidade máxima de até 100Kt. A agência recomenda que qualquer interessado na prática dessas

atividades busque se habilitar por meio de associações aerodesportivas reconhecidas no mercado (BRASIL, 2019). As licenças e habilitações necessárias para operação de aeronaves experimentais, assim como as demais categorias, são regulamentadas pelo RBAC 61; contudo, em relação aos requisitos para a operação de aeronaves esportivas, o RBAC 61 vem sofrendo modificações ao longo dos últimos anos com muito mais frequência do que os outros tipos de licença.

Até 2013, para pilotar ultraleves acima de 200kg e menos de 600kg, as licenças específicas eram o CPD – Certificado de Piloto Desportivo e o CPR – Certificado de Piloto Recreativo. O certificado CPD permitia apenas voos locais. O piloto detentor desta licença não poderia voar em espaço aéreo controlado nem comunicar-se com órgão ATC – *Air Traffic Control* (controle de tráfego aéreo). Já o CPR podia exercer praticamente todas as prerrogativas do portador da licença de piloto privado (PP), que incluía além dos voos locais, comunicações com os órgãos ATC e navegações em todo o território nacional. Para a obtenção desta licença eram necessárias apenas 15 horas de instrução em associação homologada (BRASIL, 2013).

Em 2016, foi instituído pela ANAC o certificado de Piloto de Avião Esportivo Leve (CPL) a partir da aprovação da Emenda 8 do RBAC 61. Tal certificação, que era muito semelhante à licença *Sport Pilot* da FAA, substituiu os certificados CPD e CPR, aumentando em 5 horas o tempo de instrução necessária para a certificação dos pilotos (BRASIL, 2016).

Com a regulamentação Emenda nº12 do RBAC 61 em dezembro de 2018, foi criada a certificação CPA (Certificado de Piloto Aerodesportista). Desde então passou-se a exigir 30 horas de voo e um maior conhecimento técnico-teórico em relação ao voo, além das regras de segurança em vigor, com nível de exigência teórica semelhante à habilitação de Piloto Privado, que inclui noções de navegação e regras de voo VFR em área controlada (BRASIL, 2018). A evolução destes requisitos pode ser melhor compreendida na tabela 1, logo abaixo:

Tabela 1. Evolução dos requisitos para operação de aeronaves experimentais.

	Até 2013	Entre 2013 e 2016	Entre 2016 e 2018	A partir de 2018
Até 200kg	Filiação à associação reconhecida pela ANAC			
Entre 200kg e 600kg	CPD ou CPR 15h de instrução	CPD ou CPR 15h de instrução	CPL 20h de instrução	CPA 30h de instrução
Entre 600kg e 750kg	CPD ou CPR 15h de instrução	CPL 15h de instrução	CPL 20h de instrução	CPA 30h de instrução
Acima de 750 kg	Licença PP 35h de instrução	Licença PP 35h de instrução	Licença PP 45h de instrução	Licença PP 45h de instrução

Fonte: O autor com adaptações (2020)¹. CPD = Certificado de Piloto Desportista; CPR = Certificado de Piloto de Recreio; CPL = Certificado de Piloto de Aeronave Leve Esportiva; CPA = Certificado de Piloto Aerodesportista; PP = Piloto Privado.

De acordo com o RBAC 61, em seu parágrafo 291 que trata dos requisitos de proficiência para a concessão do CPA, o candidato deve demonstrar sua capacidade para executar os procedimentos e manobras especificados no parágrafo relativo à instrução de voo pertinente, com um grau de competência apropriado às prerrogativas que o CPA confere ao seu titular, e para:

- (1) reconhecer e gerenciar ameaças e erros;
- (2) operar a aeronave dentro de suas limitações de emprego;
- (3) executar todas as manobras com suavidade e precisão;
- (4) revelar bom julgamento e aptidão de pilotagem;
- (5) aplicar os conhecimentos aeronáuticos; e
- (6) manter controle da aeronave durante todo o tempo do voo, de modo que não ocorram dúvidas quanto ao êxito de algum procedimento ou manobra (BRASIL, 2018. p. 71).

¹ Dados obtidos nas publicações do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil RBAC 61 - Resolução nº 276 (BRASIL, 2013), Resolução nº 378 (BRASIL, 2016) e Resolução nº 475 (BRASIL, 2018).

No mesmo regulamento, foram estabelecidas regras para que os detentores de CPD, CPR ou CPL pudessem se adaptar à nova certificação, complementando sua instrução, fazendo uma nova avaliação e demonstrando sua proficiência e conhecimentos teóricos a fim de obterem a certificação CPA.

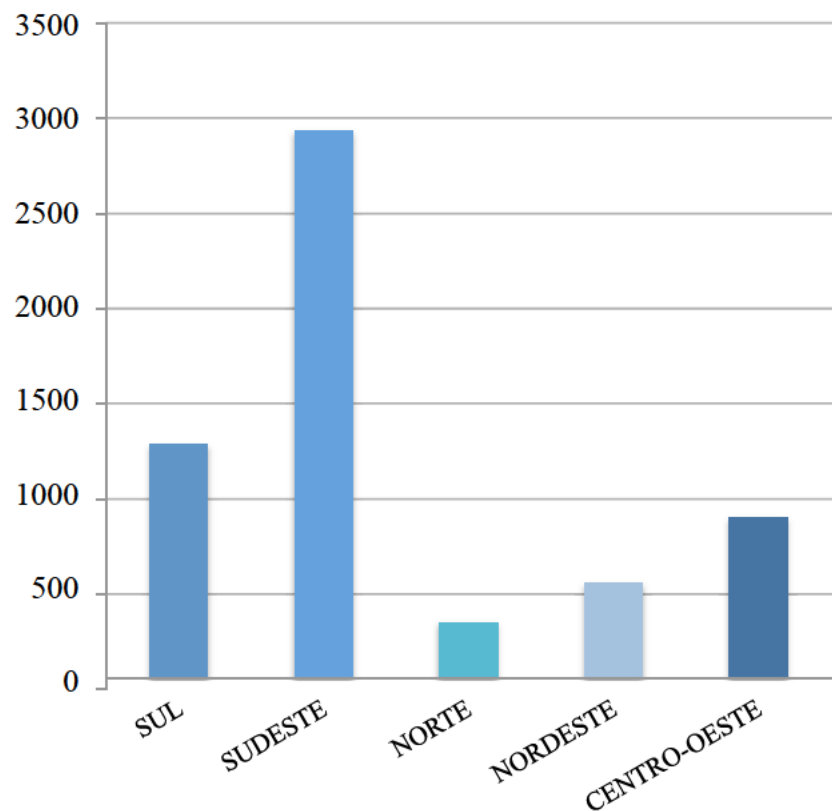
2.5 CRESCIMENTO DA FROTA DE AERONAVES EXPERIMENTAIS NO BRASIL

A partir dos anos 2000, quando fabricantes nacionais, respaldados por uma flexibilidade dada pelo então DAC (Departamento de Aviação Civil), colocaram no mercado modelos maiores, mais velozes, com menores preços de aquisição, operação e manutenção conquistando muitos brasileiros, deu-se início a um repentino crescimento da aviação leve nacional, com aeronaves modernas e bem construídas por mão de obra especializada (SILVA, 2017).

Segundo a ANAC, até dezembro de 2019, existiam 6101 aeronaves registradas na aviação experimental, representando 25% da frota da aviação geral, e 14 empresas que fabricavam aeronaves ALE (LSA) no Brasil (BRASIL, 2019). Esses números mostram que o mercado amador se estabelece com uma significativa relevância econômica para o setor aeronáutico. Tal crescimento aproxima cada vez mais interessados nesse tipo de aviação, principalmente voltado para o lazer, beneficiando diretamente os profissionais da área, movimentando, as escolas de aviação, aeroclubes, instrutores, seguradoras, despachantes, entre outros. Assim, torna-se cada vez mais necessária uma visão sobre todo o ambiente deste segmento que perceba seus pontos positivos e tente identificar seus problemas.

O número de registros de matrículas experimentais cresceu significativamente nas regiões com maior atividade econômica e densidade populacional; como pode ser observado na figura 1, na próxima página.

Figura 1. Distribuição de números de matrículas agrupada por regiões do Brasil.

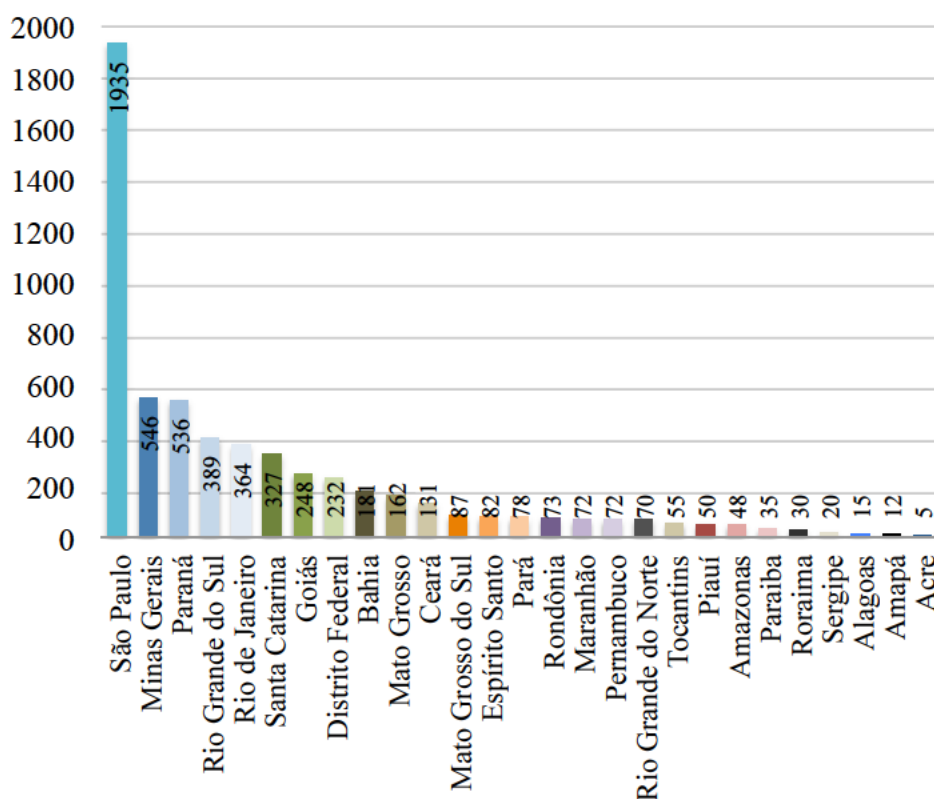


Fonte: O autor manipulando dados da ANAC (BRASIL, 2019).

De acordo com o Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB), o Sudeste é a região com o maior número de matrículas experimentais, seguido pelas regiões Sul e Centro-Oeste. São Paulo é o estado com o maior número de aeronaves ALE (LSA), totalizando 1935 unidades, sucedido por Minas Gerais (546), Paraná (536) e Rio Grande do Sul (BRASIL, 2020).

Os aviadores amadores estão ocupando um espaço cada vez maior no sistema aeronáutico. Eles já voam pelos céus de quatorze Estados brasileiros, como pode ser observado na figura 2 a seguir.

Figura 2. Distribuição de números de matrículas experimentais por estados brasileiros.



Fonte: O autor manipulando dados do RAB (BRASIL, 2020).

É natural que as novas pequenas empresas com vocação aeronáutica tendam a investir mais no mercado de aeronaves ALE (LSA), pois os custos para a homologação de uma aeronave, no Brasil, são proibitivos. Atualmente, somente a taxa de certificação da ANAC custa R\$ 891.310,61 para cada produto, enquanto a de uma aeronave estrangeira de mesma natureza custa R\$ 31.402,18 (BRASIL, 2019). Neste momento, há um projeto de lei tramitando no Senado Federal para equiparar estas tarifas, alterando o valor da certificação de tipo de aeronaves construídas no Brasil para o mesmo valor aplicado às estrangeiras (BRASIL, 2020).

Para a Associação Brasileira de Fabricantes de Aeronaves Leves - ABRAFAL, uma das grandes vantagens do ALE (LSA) no Brasil é a legalização de uma verdadeira nova categoria, que permite aos fabricantes pleitear investimentos na área, com recursos privados ou públicos (BARROS, 2013).

2.5.1. Apresentação e análise de dados

Para melhor compreender e visualizar o crescimento da frota da aviação experimental no Brasil foram obtidos dados de registros por tipo de matrícula, provenientes do site do CENIPA (BRASIL, 2019) e do Anuário Brasileiro da Aviação Geral (ABAG, 2015). Com estas informações foi montada a Tabela 2, que representa o aumento da frota separadas por tipo de matrícula no decorrer dos anos.

Tabela 2. Frota brasileira anual distribuída por categorias de matrículas. (continua)

DISTRIBUIÇÃO POR CATEGORIA DE REGISTRO							
	Frota Total	Frota Aviões Experimentais (PET/PEX)	Privado (TPP)	Transp. Público Não-Regular (TPX)	Transp. Aéreo Pub. Regular (TPR)	Instrução Privada (PRI)	Outras
ANO							
1999	13426	3152	5800	1432	435	1213	1394
2000	13843	3348	5862	1535	419	1247	1432
2001	14040	3513	5803	1514	443	1341	1426
2002	14325	3684	5921	1464	440	1338	1478
2003	14581	3882	6026	1399	408	1351	1515
2004	14900	4069	6166	1366	397	1338	1564
2005	15281	4286	6257	1357	416	1343	1622
2006	14114	3001	6337	1356	432	1369	1619
2007	14427	3076	6472	1410	464	1364	1641
2008	15382	3525	6787	1477	524	1366	1703
2009	16269	3764	7228	1515	571	1386	1805
2010	17335	4051	7835	1536	621	1406	1886
2011	18710	4474	8491	1566	666	1494	2019
2012	19769	4750	8989	1578	679	1667	2106

Fonte: O autor baseado em dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros (RAB) publicados pela ANAC (BRASIL, 2019). Abreviações: Transp.= Transporte; Pub.= Público.

Tabela 2. Frota brasileira anual distribuída por categorias de matrículas. (conclusão)

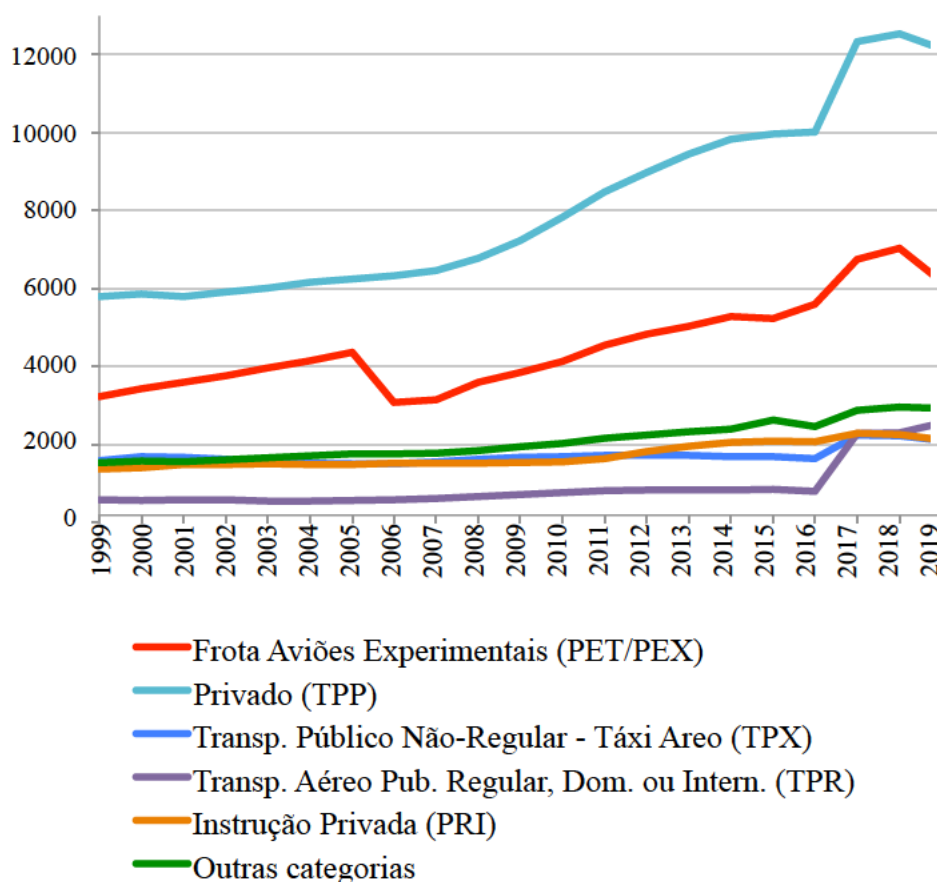
		DISTRIBUIÇÃO POR CATEGORIA DE REGISTRO					
	Frota Total	Frota de Experimentais (PET/PEX)	Privado (TPP)	Não-Regular (TPX)	Regular (TPR)	Instrução Privada (PRI)	Outros
ANO							
2013	20662	4958	9453	1574	685	1805	2187
2014	21438	5209	9839	1539	694	1899	2248
2015	21789	5158	9971	1543	700	1934	2483
2016	21905	5516	10019	1479	650	1915	2326
2017	29063	6676	12328	2089	2135	2141	2742
2018	29462	6949	12543	2064	2155	2105	2825
2019	28224	6101	12159	1951	2406	1966	2795

Fonte: O autor baseado em dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros (RAB) publicados pela ANAC (BRASIL, 2019). Abreviações: Transp.= Transporte; Pub.= Público.

A partir de 2006, o crescimento anual do número de registros de aeronaves de matrículas experimentais subiu, acompanhando paralelamente o crescimento da aviação privada, com um aumento acentuado a partir de 2016, após a regulamentação da categoria ALE (LSA). Depois do pico de registros anuais, em 2018, houve uma acomodação do mercado de um modo geral, refletindo no mercado da aviação experimental brasileira.

Para melhor visualização desta dinâmica de crescimento da aviação experimental no Brasil foi elaborado o gráfico que compõe a figura 3, apresentada na próxima página.

Figura 3. Número de registros anuais por categoria.



Fonte: O autor manipulando dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros (RAB) publicados pela ANAC (BRASIL, 2019).

Em seguida, a tabela 3, apresentada na próxima página, exhibe os dados que foram compilados a partir da base de dados dos RAB publicados pelo DAC (Departamento da Aviação Civil) e pela ANAC ao longo dos últimos 20 anos. Nesta tabela, que mostra o crescimento anual de registros de aeronaves experimentais e privadas, foi calculada a porcentagem que cada tipo de registro representa em relação à frota total, computada de 1999 até 2019.

Tabela 3. Taxa de crescimento anual de registros de aeronaves experimentais e privadas.

% REGISROS EM RELAÇÃO À FROTA TOTAL				
	% Experimentais (PET/PEX)	% (TPX + TPR + Outras)	% Instrução Privada (PRI)	% Privados (TPP) por Frota Total
ANO				
1999	23,477	24,289	9,035	43,200
2000	24,186	24,460	9,008	42,346
2001	25,021	24,095	9,551	41,332
2002	25,717	23,609	9,340	41,333
2003	26,624	22,783	9,265	41,328
2004	27,309	22,329	8,980	41,383
2005	28,048	22,217	8,789	40,946
2006	21,263	24,139	9,700	44,899
2007	21,321	24,364	9,454	44,860
2008	22,916	24,080	8,881	44,123
2009	23,136	23,917	8,519	44,428
2010	23,369	23,323	8,111	45,198
2011	23,912	22,720	7,985	45,382
2012	24,028	22,070	8,432	45,470
2013	23,996	21,518	8,736	45,751
2014	24,298	20,902	8,858	45,895
2015	23,672	21,690	8,876	45,762
2016	25,181	20,338	8,742	45,738
2017	22,971	23,969	7,367	42,418
2018	23,586	23,909	7,145	42,573
2019	21,616	25,340	6,966	43,080

Fonte: O autor manipulando dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros (RAB) publicados pela ANAC (BRASIL, 2019).

Neste sentido, a tabela 4 a seguir, indica o cálculo percentual do crescimento dos registros da frota de cada categoria relativo ao ano anterior, com o intuito de averiguar a razão de crescimento de cada tipo. O cálculo foi efetuado em cada célula da tabela, por meio do uso de uma fórmula que simula uma regra de três, onde: Porcentagem de Crescimento a ser Descoberta = $[(\text{Valor Ano Atual} \times 100) / \text{Valor Ano Anterior}] - 100$.

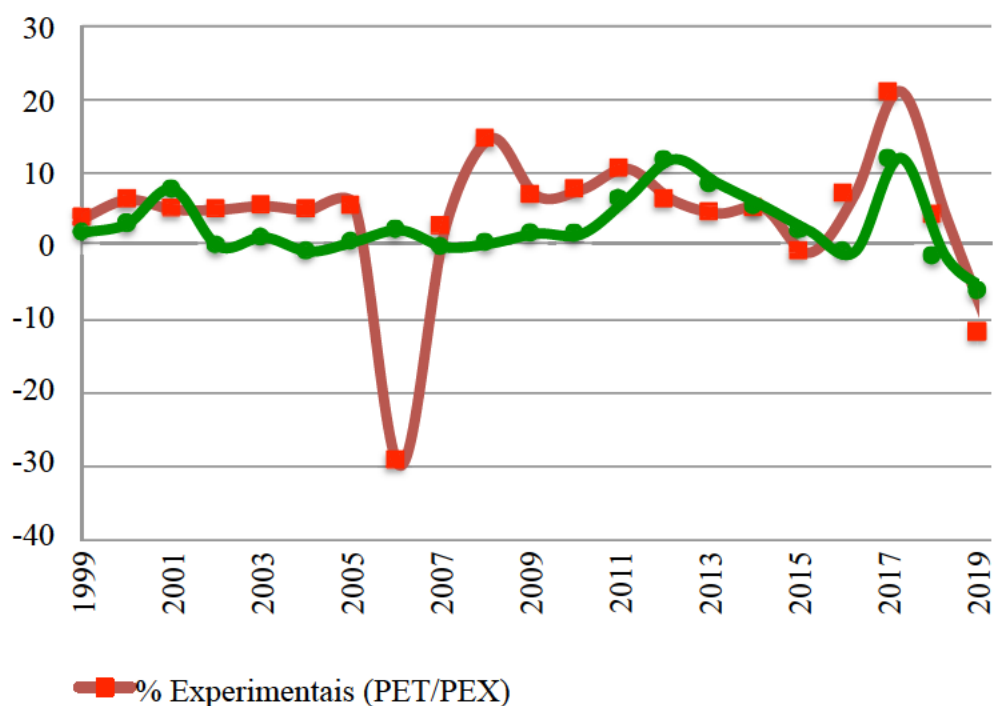
Tabela 4. Crescimento proporcional da frota em relação ao ano anterior.

PORCENTAGEM DE CRESCIMENTO EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR						
ANO	% Cresc. exclui (PET/PEX)	% Exp. (PET/PEX)	% Privado (TPP)	% Não-Regular (TPX)	% Regular (TPR)	% Instrução Privada (PRI)
1999	0,943	3,616	-0,498	2,579	6,098	1,591
2000	2,151	6,218	1,069	7,193	-3,678	2,803
2001	0,305	4,928	-1,006	-1,368	5,728	7,538
2002	1,083	4,868	2,033	-3,303	-0,677	-0,224
2003	0,545	5,375	1,773	-4,440	-7,273	0,972
2004	1,234	4,817	2,323	-2,359	-2,696	-0,962
2005	1,514	5,333	1,476	-0,659	4,786	0,374
2006	1,073	-29,981	1,279	-0,074	3,846	1,936
2007	2,142	2,499	2,130	3,982	7,407	-0,365
2008	4,458	14,597	4,867	4,752	12,931	0,147
2009	5,465	6,780	6,498	2,573	8,969	1,464
2010	6,230	7,625	8,398	1,386	8,757	1,443
2011	7,167	10,442	8,373	1,953	7,246	6,259
2012	5,500	6,169	5,865	0,766	1,952	11,580
2013	4,561	4,379	5,162	-0,253	0,884	8,278
2014	3,343	5,063	4,083	-2,224	1,314	5,208
2015	2,477	-0,979	1,342	0,260	0,865	1,843
2016	-1,455	6,941	0,481	-4,148	-7,143	-0,982
2017	36,598	21,030	23,046	41,244	228,462	11,802
2018	0,563	4,089	1,744	-1,197	0,937	-1,681
2019	-1,732	-12,203	-3,061	-5,475	11,647	-6,603

Fonte: O autor manipulando dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros (RAB) publicados pela ANAC (BRASIL, 2019).

Pode-se observar uma queda no registro de aeronaves experimentais em 2006, logo após a criação da ANAC. O motivo da queda e o seguido crescimento se dá por conta do tempo necessário para o mercado se adequar as novas regras de certificação. Em seguida, observa-se o crescimento e uma estabilização do número de registro de matrículas. Logo após a acomodação do mercado, esse crescimento se acentua e depois estabiliza, como pode ser melhor observado na figura 4, logo abaixo.

Figura 4. Taxa de crescimento anual de registros de aeronaves experimentais e privadas.



Fonte: O autor manipulando dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros (RAB) publicados pela ANAC (BRASIL, 2019).

2.6 A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES NA AVIAÇÃO EXPERIMENTAL BRASILEIRA

Nos últimos vinte anos, ocorreram 396 acidentes na aviação experimental brasileira. Chama a atenção o fato que 390 deles se deram nos últimos dez anos. A fim de compreender o motivo de tamanha diferença nos índices de segurança aérea do segmento entre estas duas décadas, realizou-se abrangente levantamento de dados e relatórios oficiais, com a intenção correlacionar seus números ao histórico das mudanças no mercado da aviação esportiva e da evolução da regulamentação do setor.

O CENIPA descreve acidente aeronáutico como toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave sucedida entre o período em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra (BRASIL, 2020):

a) qualquer pessoa sofra lesão grave ou morra como resultado de estar na aeronave, em contato direto com qualquer uma de suas partes, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido, ou submetida à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas consequências. Exceção é feita quando as lesões resultem de causas naturais, forem auto ou por terceiros infligidas, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes;

b) a aeronave sofra dano ou falha estrutural que afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo; exija a substituição de grandes componentes ou a realização de grandes reparos no componente afetado. Exceção é feita para falha ou danos limitados ao motor, suas carenagens ou acessórios; ou para danos limitados a hélices, pontas de asa, antenas, pneus, freios, carenagens do trem, amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave;

c) a aeronave seja considerada desaparecida ou o local onde se encontre seja absolutamente inacessível. Em observância ao Anexo 13 da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), as lesões decorrentes de um acidente aeronáutico que resultem em fatalidade até 30 dias da data da ocorrência são consideradas lesões fatais. Uma aeronave será considerada desaparecida quando as buscas oficiais forem encerradas e os destroços não forem encontrados.

Todo acidente é fruto de uma sequência de eventos e nunca de uma única causa ou falha. Estes fatores observados isoladamente podem até parecer inofensivos, mas quando justapostos em uma cadeia de eventos geram um momento em que a ocorrência de um acidente se torna irreversível (BRASIL, 2020. p. 1).

Para compreender a dinâmica do crescimento do número de acidentes ocorridos com aeronaves experimentais no Brasil, foram obtidos dados oficiais da ANAC e do CENIPA.

Na tabela 5, pode-se observar os dados obtidos no site do CENIPA de acidentes aéreos da aviação experimental brasileira, organizados por ano:

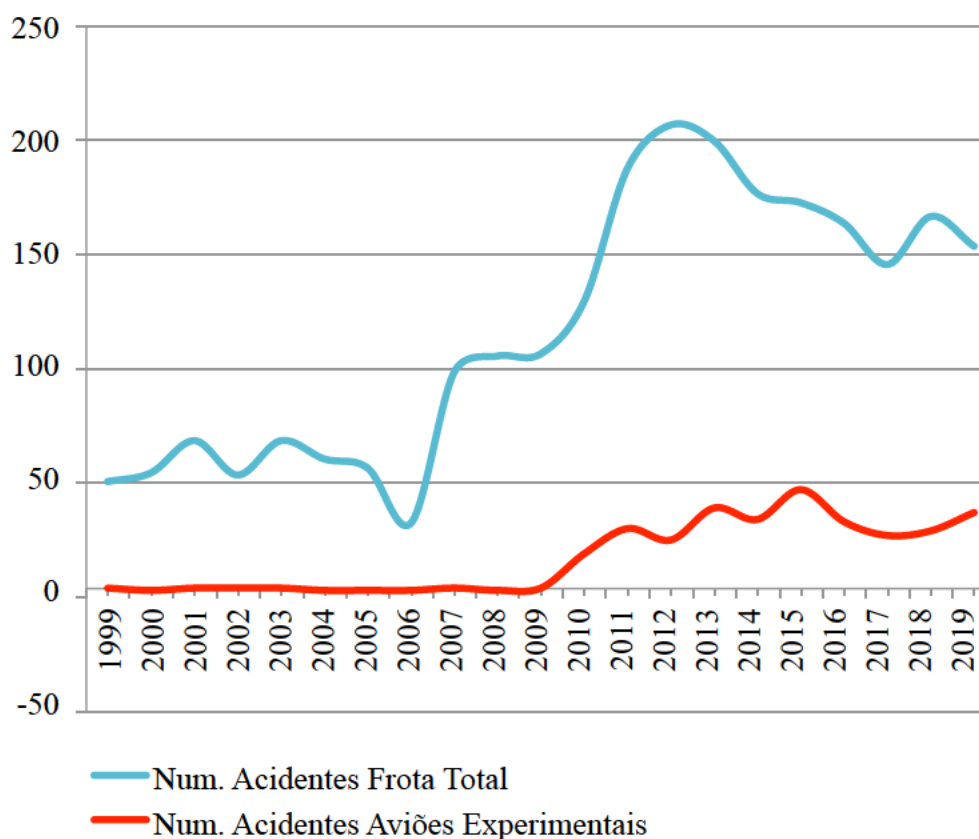
Tabela 5. Número de acidentes anuais no Brasil.

	NÚMERO TOTAL DE ACIDENTES	ACIDENTES COM EXPERIMENTAIS
ANO		
1999	50	1
2000	54	0
2001	68	1
2002	53	1
2003	68	1
2004	60	0
2005	56	0
2006	32	0
2007	98	1
2008	105	0
2009	106	1
2010	129	16
2011	187	27
2012	206	22
2013	199	36
2014	176	31
2015	172	44
2016	163	30
2017	145	24
2018	166	26
2019	153	34

Fonte: O autor baseado em dados do CENIPA (BRASIL, 2019).

Nos últimos 20 anos, ocorreram 396 acidentes com aeronaves de matrícula experimental no Brasil; porém, segundo os dados obtidos no site do CENIPA, em janeiro de 2020, observa-se que 390 acidentes ocorreram nos últimos 10 anos. Este crescimento pode ser melhor observado no gráfico da figura 5.

Figura 5. Número de acidentes da frota total e frota de aeronaves experimentais.



Fonte: O autor manipulando em dados do CENIPA (BRASIL, 2019).

É interessante notar o crescimento expressivo do número de acidentes na aviação experimental entre 2009 e 2019. Acredita-se ser natural o aumento de acidentes nesta categoria pois houve, no mesmo período, aumento também do número de aeronaves deste tipo voando nos céus brasileiros. Portanto, é importante determinar a real proporção do número de acidentes deste tipo de aeronave em relação à frota total deste segmento para compreender o comportamento real do nível de segurança.

Seguindo nessa linha de investigação, montou-se uma tabela de dados (tabela 6 a seguir) para calcular a porcentagem de acidentes por tipo de matrícula, em relação à frota destas aeronaves no Brasil.

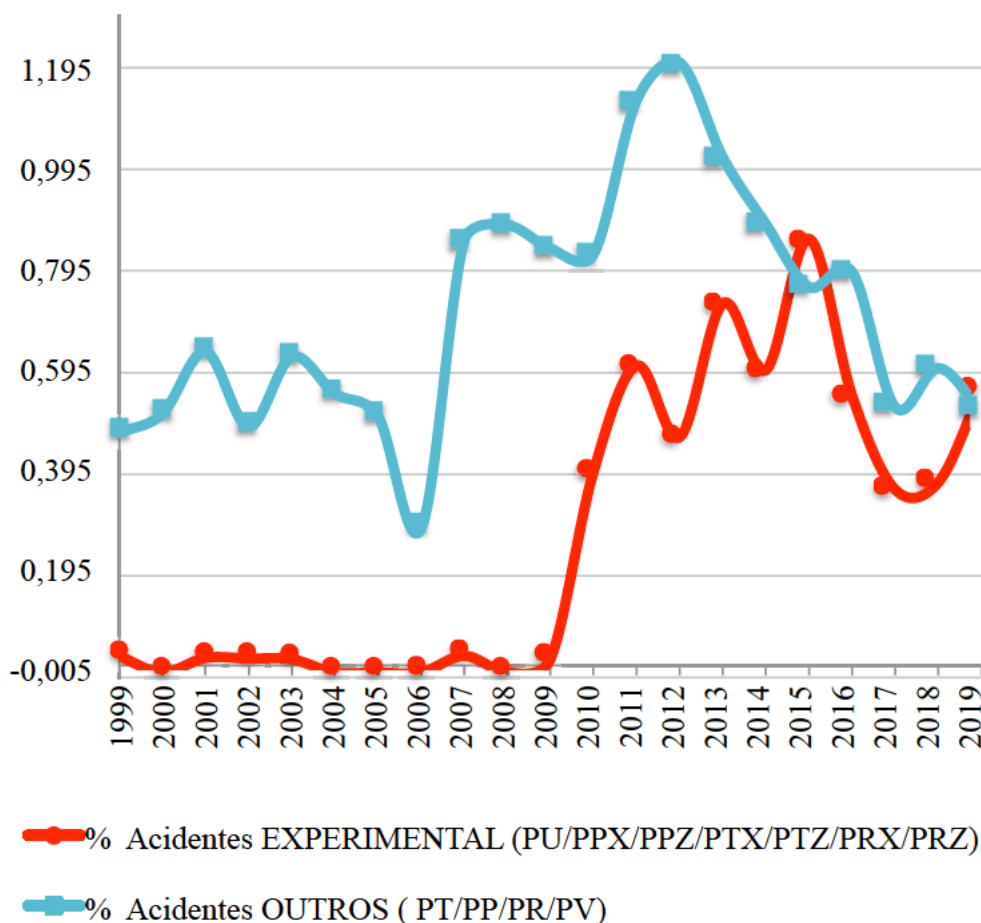
Tabela 6. Percentual de acidentes em relação à frota, organizadas por ano e por tipo de matrícula entre os anos de 1999 a 2019.

FROTA EXPERIMENTAIS		ACIDENTES POR TIPO DE AERONAVE		% ACIDENTES EM RELAÇÃO À FROTA TOTAL	
ANO	Aviões Experimentais	Outros	Aviões Experimentais	% Acidentes Exp./Frota Exp.	% Acidentes Outros
1999	3152	49	1	0,032	0,477
2000	3348	54	0	0,000	0,515
2001	3513	67	1	0,028	0,636
2002	3684	52	1	0,027	0,489
2003	3882	67	1	0,026	0,626
2004	4069	60	0	0,000	0,554
2005	4286	56	0	0,000	0,509
2006	3001	32	0	0,000	0,288
2007	3076	97	1	0,033	0,855
2008	3525	105	0	0,000	0,886
2009	3764	105	1	0,027	0,840
2010	4051	110	16	0,395	0,828
2011	4474	161	27	0,603	1,131
2012	4750	181	22	0,463	1,205
2013	4958	160	36	0,726	1,019
2014	5209	144	31	0,595	0,887
2015	5158	127	44	0,853	0,764
2016	5516	130	30	0,544	0,793
2017	6676	118	24	0,359	0,527
2018	6949	136	26	0,374	0,604
2019	6101	115	34	0,557	0,520

Fonte: O autor manipulando dados do CENIPA (BRASIL, 2019) e os dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros - RAB (BRASIL, 2019).

A análise dos dados extraídos dos Anuários da Aviação e relatórios publicados pela ANAC e pelo CENIPA deixa evidente o aumento acentuado do percentual de acidentes em relação à frota entre 2009 e 2019, como pode ser melhor observado no gráfico da figura 6, a seguir.

Figura 6. Porcentagem de acidentes em relação à frota de aviões experimentais



Fonte: O autor manipulando dados do CENIPA (BRASIL, 2019) e os dados dos Registros Aeronáuticos Brasileiros - RAB (BRASIL, 2019).

Após o início do *boom* da fabricação em série de ultraleves avançados em 2009, nota-se um crescimento no número de acidentes, com um pico destas ocorrências em 2015, ano que registrou o maior número de acidentes na aviação experimental na história do país, totalizando 44 acidentes no segmento.

Nesse mesmo ano, foi criada a Associação Brasileira das Vítimas da Aviação Geral e Experimental (ABRAVAGEX), que elaborou uma ação judicial com a proposta de que fabricantes de aeronaves experimentais sejam punidos criminalmente pela venda de modelos sem segurança de voo, ao mesmo tempo em que entrou com uma representação no Congresso Nacional para reivindicar uma atualização na legislação do setor que protegesse a segurança dos compradores deste tipo de aeronave. A associação também queria a

condenação da ANAC por improbidade administrativa, por falhas na legislação desse tipo de aviação. A ABRAVAGEX não conseguiu as condenações e punições que queria, mas a ANAC admitiu as falhas e implementou as mudanças previstas nas alterações do CBA em 2016, reivindicadas pela associação. A ANAC realizou as mudanças de forma gradativa para evitar causar prejuízos irreversíveis ao setor.

O fundador da ABRAVAGEX é pai de um piloto morto na queda de um avião anfíbio experimental. O acidente ficou bastante conhecido no meio aeronáutico por envolver o maior fabricante de aeronaves deste tipo no Brasil. No relatório final publicado pelo CENIPA sobre o acidente, a ocorrência foi registrada como falha de motor em voo; porém, não foi o único fator contribuinte; a perda de controle que se sucedeu à falha levou o avião a entrar em estol e iniciar um parafuso. Dados extraídos dos equipamentos a bordo mostraram que o piloto, por inexperiência, não soube como tirar o avião da condição anormal de voo, mantendo o parafuso até o impacto com o solo (BRASIL, 2019).

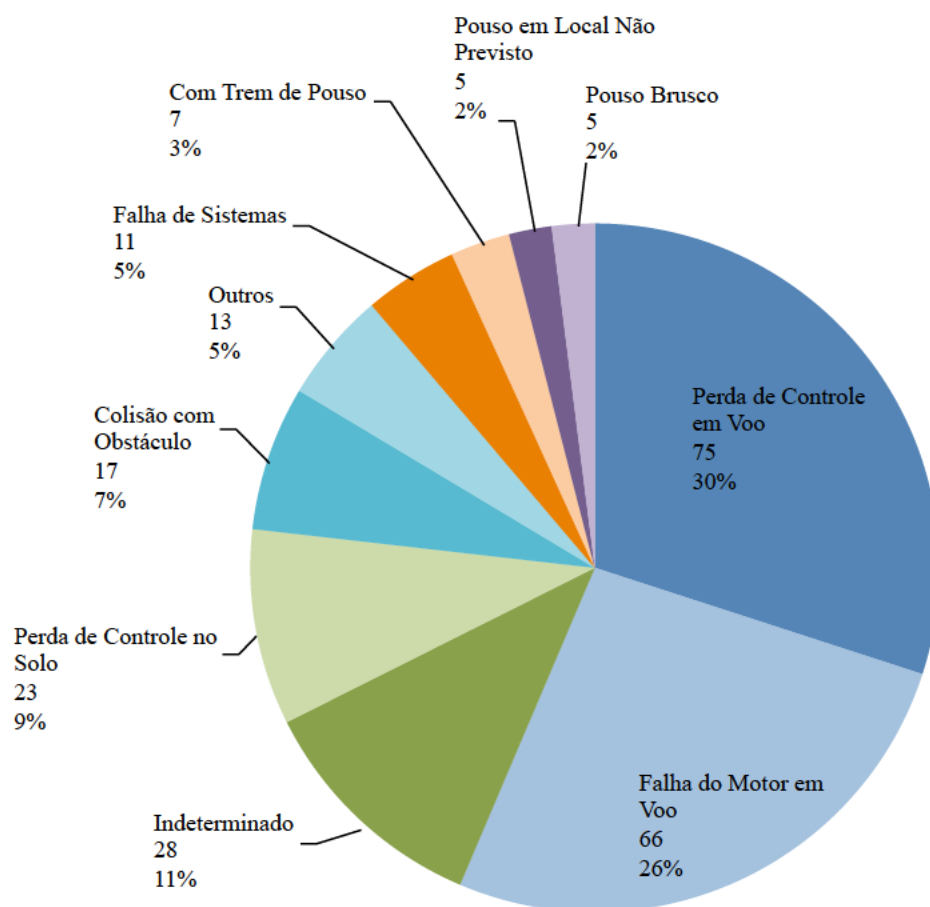
Os pilotos amadores proprietários que são os construtores de sua própria aeronave têm um tipo de perfil diferente daqueles operadores amadores que adquirem a aeronave pronta para voar. A Associação Brasileira da Aviação Experimental - ABRAEX (2019) - afirma que o piloto construtor tem alto conhecimento do próprio avião, tem noção matemática de quais são seus limites estruturais, observa com cuidado a sua manutenção e tem consciência da durabilidade e resistência de cada componente da sua aeronave.

Os dados que compõem o gráfico da figura 6 na página anterior apresentam que, enquanto as aeronaves experimentais, em sua maioria, eram pilotadas por seus próprios construtores - pois não havia o comércio de aeronaves experimentais avançadas prontas - durante os anos 1990 e início dos anos 2000, o número de acidentes anuais na aviação experimental era zero ou próximo de zero. A partir de 2009, momento em que se tornou mais popular a venda de aeronaves experimentais prontas para voar, o perfil dos pilotos deste segmento da aviação mudou e passou a ser de "consumidores" sem conhecimento real das suas máquinas. Os relatórios dos acidentes ocorridos nos mostram que estes usuários de aeronaves experimentais compradas prontas para o voo extrapolam, com muito mais frequência, os limites dos aviões, principalmente cometendo erros ligados ao peso e balanceamento, falhas em cálculos de autonomia e desconhecimento das possíveis variações das velocidades de estol.

Na próxima página, a figura 7 traz dados dos acidentes ocorridos na aviação experimental, organizados por tipo de ocorrência entre os anos de 2009 e 2019. Tais dados, obtidos no Painel SIPAER (BRASIL, 2020), revelam que o tipo de ocorrência com maior

incidência no segmento é a "perda de controle em voo" (30%). Somando-se "perda de controle em solo" (9%); o pouso brusco (2%); a colisão com obstáculo (7%) e o "pouso em local não previsto" (2%) a este resultado, obtêm-se o total de 50% de ocorrências diretamente relacionadas às falhas humanas. Esse resultado demonstra que o maior problema da segurança da aviação experimental não está nos equipamentos, e sim no fator humano, ou seja, na inexperiência ou imperícia dos seus pilotos.

Figura 7. Número de acidentes organizados por tipo de ocorrência entre 2009 e 2019.



Fonte: O autor manipulando dados do CENIPA (BRASIL, 2019).

2.7. O ACIDENTE COM O EXPERIMENTAL PR-ZRA, O CASO AGNELLI

O acidente com a aeronave experimental PR-ZRA, operada pelo presidente da Vale S.A., Roger Agnelli, em março de 2016, é um caso emblemático. O operador declarou

para as autoridades aeronáuticas participar mais de 51% da construção da aeronave; mas, na verdade, como foi comprovado pelos investigadores do CENIPA, o avião foi totalmente construído e montado por uma empresa, a Sitrex Comércio e Representação Comercial Ltda, e entregue pronto ao seu proprietário.

Este evento chamou a atenção da mídia para o crescimento do número de acidentes na aviação experimental, afetando a imagem não só deste segmento, como também da aviação geral (OSCAR, 2016).

Dados levantados pelo CENIPA descrevem que a aeronave decolou do Aeródromo Campo de Marte, São Paulo, com destino ao Aeroporto Santos-Dumont, Rio de Janeiro, por volta das 15h20min, horário local, com um piloto e seis passageiros a bordo. Os controladores do aeródromo afirmaram em depoimento ao CENIPA que, durante a decolagem, a aeronave já deu sinais de dificuldades em atingir a velocidade necessária ao voo pois, o avião desenvolveu uma corrida de decolagem muito mais longa que o de costume. Ao rodar – posicionar o nariz da aeronave em atitude de subida -, o avião iniciou uma trajetória em curva à direita sem ganhar altura. Depois de aproximadamente dez segundos de voo, colidiu com uma casa a 370 metros da cabeceira 12 daquele aeródromo. O avião pegou fogo e ficou totalmente destruído. O piloto e todos os passageiros faleceram no local (CENIPA, 2019.)

A aeronave foi montada a partir de um "kit" comercializado pelo fabricante norte-americano *Comp Air LLC*, em 2012, e estava registrada na categoria Privada Experimental (PET). Ela não possuía um Certificado de Aeronavegabilidade (CA), já que era de "fabricação amadora"; porém, o montador da aeronave de fato foi a Sitrex Comércio e Representação Comercial Ltda, a mesma que importou e comercializou o "kit" (CENIPA, 2019).

Durante as investigações foi constatado que havia cadernetas de célula, motor e hélice com anotações desatualizadas no que concernia às horas voadas após a última inspeção. Não havia obrigação de manter esses registros, já que conforme a legislação aplicável, isto não era necessário (CENIPA, 2019).

Foram encontradas pelos investigadores algumas discrepâncias entre o que foi registrado junto às autoridades aeronáuticas do Brasil e as especificações técnicas da aeronave fornecidas pelo fabricante do "kit". Observam-se duas planilhas de Peso e Balanceamento, elaboradas pelo Profissional Credenciado em Aeronavegabilidade (PCA) - engenheiro aeronáutico responsável pelo projeto -, que continham os valores de 2.410 kg e 2.434 kg, sendo este último o valor informado no processo de avaliação de projeto, construção e operação de aeronave. Assim, o Peso Básico Vazio (PBV) declarado do PR-ZRA era 2.434

kg, enquanto o previsto pelo fabricante seria de 1.950 kg. Além disso, o fabricante do "kit" indicava que a aeronave poderia receber sete assentos, sendo um para o piloto e seis para os passageiros; mas, pelo que foi apurado pelo CENIPA, o PCA responsável modificou tais parâmetros de carregamento. A aeronave foi registrada com oito assentos, sendo um para o piloto e sete para passageiros. O engenheiro responsável também realizou a troca da hélice. A original, especificada pelo fabricante do "kit" era quadripá, e foi substituída por uma pentapá (BRASIL, 2019). Além dos aspectos técnicos mencionados, e segundo a empresa montadora da aeronave, muitas decisões eram tomadas entre o PCA e o piloto.

De acordo com a avaliação do CENIPA, é possível que a natureza experimental da aeronave PR-ZRA tenha levado o piloto a executar a operação com base em parâmetros empíricos e inadequados às suas reais capacidades.

A ausência de um sistema de apoio, na forma de publicações que permitissem obter dados de desempenho do equipamento e efetuar um planejamento de voo adequado, agregava risco às operações e pode ter levado a uma tentativa de decolagem sob condições inseguras (BRASIL, 2019, p.27).

Os pilotos não podem se esquecer de que as aeronaves desta categoria devem ser operadas dentro dos limites regulamentares e demais limitações indicadas no certificado de aeronavegabilidade experimental que acompanha cada aeronave, e de que o acompanhamento dos aspectos técnicos, incluindo a manutenção, é importante medida para que se evitem acidentes (BRASIL, 2016).

2.8 AS INVESTIGAÇÕES DE ACIDENTES DA AVIAÇÃO EXPERIMENTAL

Desde o princípio da aviação, a prevenção e o gerenciamento de riscos tem sido adotados pelos operadores e proprietários com a finalidade de tornar os voos cada vez mais seguros. Uma das maneiras usadas para aprimorar a segurança aérea foi a implementação da investigação dos acidentes aeronáuticos. Com o passar dos anos, as investigações evoluíram, deixaram de ter uma postura inquisitiva e pautada na punição para buscar a identificação de fatores contribuintes, tentar eliminar perigos ou mitigar os riscos da atividade aeronáutica.

Proposta de uma autoridade de investigação de acidentes com base em informações derivadas de uma investigação, feita com a intenção de prevenir ocorrências aeronáuticas e que em nenhum caso tem como objetivo criar uma presunção de culpa ou responsabilidade. Além das recomendações de segurança decorrentes de investigações de ocorrências aeronáuticas, recomendações de segurança podem resultar de diversas fontes, incluindo atividades de prevenção (BRASIL, 2017 p. 18).

As investigações de ocorrências aeronáuticas são realizadas no Brasil pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), que detém a competência legal para realizá-las com único objetivo de reduzir a sua probabilidade de recorrência (BRASIL, 2017).

O Comando da Aeronáutica, por meio da publicação da Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica - NSCA 3-13/2017, que são os novos protocolos de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação civil conduzidas pelo Estado brasileiro, criou novas regras de investigação para ocorrências com aeronaves experimentais. Segundo o documento em seu item 5.1.8:

No caso de acidente de aeronave com certificado de autorização de voo experimental de construção amadora, competição aérea ou leve esportiva, ou aeronave histórica, a organização encarregada da investigação será o SERIPA da região em que ocorreu o acidente aeronáutico. Tal investigação não abará questões relativas à aeronavegabilidade de produtos, partes ou componentes que não sejam certificados por autoridade de aviação (BRASIL, 2017, p.31).

É interessante observar que no site do CENIPA, órgão responsável pela investigação de acidentes aeronáuticos no Brasil, aparecem em seus registros matrículas de aviões experimentais investigados a partir da criação da categoria ALE (LSA) em 2015. Chama a atenção o fato que o início da geração de relatórios preliminares de acidentes na aviação experimental naquele mesmo ano coincide com o início de uma queda no número de ocorrências de acidentes neste segmento, como pode ser observado na figura 7.

Tal fato demonstra que o propósito das investigações de acidentes foi alcançado e o quanto são importantes para o contínuo desenvolvimento seguro da aviação experimental.

3. CONCLUSÃO

Com este estudo, buscou-se analisar a incidência de ocorrências de acidentes na aviação experimental brasileira entre os anos de 1999 e 2019.

O trabalho demonstrou que, na história da aviação no Brasil, as iniciativas da construção aeronáutica independente, até os anos 1980, foram isoladas e usualmente sem apoio do Estado brasileiro. Todavia, ao longo de todo o século vinte, as oficinas de construtores amadores continuaram a desenvolver, muitas vezes clandestinamente, aviões para o próprio lazer ou para provar a viabilidade das suas ideias.

A partir dos anos 1980, iniciou-se a fabricação de aeronaves ultraleves no Brasil. Os primeiros modelos eram de construção simples, utilizando canos de alumínio e lona na estrutura das asas. Durante os anos 1990, com o surgimento de projetos de aeronaves ultraleves construídas com materiais compostos, a "aviação de pano e cano" foi aos poucos dando lugar a verdadeiros aviões com cabine fechada e desempenho semelhante ou superior aos aviões homologados.

Aproveitando uma brecha na legislação do DAC, a partir de 2003, os aviões experimentais começaram a ser montados profissionalmente e vendidos em série. O relativo baixo custo e a ótima performance dos ultraleves avançados caíram no gosto do comprador brasileiro, multiplicando a frota do segmento.

A partir do momento em que as aeronaves experimentais começaram a ser vendidas prontas, o perfil do principal usuário mudou, deixando de ser do "aviador amador construtor" para ser do "aviador amador consumidor". Esses novos atores possuíam menos conhecimento dos reais limites de seus equipamentos se comparados aos seus colegas construtores. Enquanto a operação dos aviões experimentais, em sua maioria, estava nas mãos dos seus próprios construtores, o número de acidentes anuais era zero ou próximo de zero.

O aumento da frota experimental trouxe desenvolvimento econômico ao setor da aviação "amadora". Contudo, com esse aumento, cresceu também o número de acidentes, observando-se um aumento mais expressivo a partir de 2009, com seu ápice no ano de 2015. Nesse ano, registraram-se 44 acidentes, caracterizando-o como o pior ano na história da segurança da aviação experimental no Brasil.

Os números levantados durante as pesquisas e os dados coletados em dezenas de relatórios publicados pelo CENIPA mostraram que a imperícia e a imprudência dos pilotos foram os principais fatores contribuintes para os acidentes aéreos registrados no segmento da

aviação experimental. Destacou-se a "perda de controle em voo" como o principal tipo de ocorrência nos últimos 10 anos.

Apesar da tendência de queda logo após a regulamentação do RBAC 103, em 2015, e da mudança no RBAC 61, em 2016 (que trouxe a normatização da categoria ALE), houve aumento substancial nos números de acidentes na aviação esportiva nos últimos 3 anos.

No sentido de seguir o aumento da complexidade operacional das aeronaves ultraleves avançadas e tornar mais segura a interação dos pilotos amadores com o restante do sistema aeronáutico, evoluíram-se os requisitos necessários à obtenção de licença para piloto dessas aeronaves. O tempo de instrução necessário para a obtenção da licença referente à categoria subiu de 15 para 30 horas de voo, demonstrando uma preocupação das autoridades aeronáuticas em melhorar a proficiência dos novos pilotos amadores egressos no meio aeronáutico.

Os dados analisados sugeriram que, após cada avanço na regulamentação, houve diminuições no número de acidentes envolvendo pilotos amadores, como pode ser observado em 2011, 2013 e 2016. Convém salientar que, após uma acomodação do ambiente aeronáutico às novas regras, observaram-se um aumento crônico na incidência de acidentes causados pela imperícia dos pilotos amadores.

No mesmo período estudado, verificou-se que, na aviação certificada, a principal ocorrência foi a "falha de motor em voo"; enquanto que, na aviação experimental, foi a "perda de controle em voo" que mais fez vítimas. Identifica-se, pois, que os maiores fatores contribuintes para os acidentes na aviação amadora não foram os problemas e as falhas nos equipamentos experimentais em si; mas, a falta de domínio dos pilotos sobre as aeronaves nos momentos críticos ou anormais de voo.

Padrões básicos de planejamento de voo, planejamento meteorológico e conhecimento dos limites da aeronave a ser voada passaram a fazer parte dos novos requisitos para a formação dos pilotos amadores. Nesse sentido, os requisitos para obtenção das novas licenças para aviadores amadores já abarcam as filosofias mais recentes na área da segurança aérea, tanto na parte teórica quanto na prática de suas formações.

Melhorar a cultura da segurança, além do aprimoramento contínuo da instrução no segmento da aviação esportiva dará aos pilotos iniciantes melhores condições para tomar as decisões em relação ao seus voos. Voos que tornam-se cada vez mais seguros, tanto para os próprios operadores desportistas, aos outros usuários do sistema aeronáutico brasileiro, assim como para as pessoas não envolvidas nas operações aéreas, mas expostas a tal atividade. É importante que os novos pilotos aprendam o valor das verificações e planejamento pré-voo e

tenham noção da responsabilidade da operação de equipamentos com potencial de gerar grandes danos. Afinal, os fatores de risco aumentam exponencialmente caso não sejam respeitadas as normas básicas de segurança.

Conclui-se que, para o aprimoramento da segurança operacional da aviação esportiva, não basta as autoridades acompanharem a sua evolução e atualizarem a legislação. É necessário que todos os usuários do sistema aeronáutico, incluindo os recém-chegados, tenham consciência e participem ativamente da construção contínua de uma cultura de segurança. Sabedoria coletiva que deve ser sempre compartilhada, com ênfase na importância do compromisso com as regras de segurança e do conhecimento da legislação em vigor.

Por razões profissionais ou apenas por lazer, os usuários que utilizam o sistema devem ter os seus espaços e as suas liberdades individuais garantidas. Assim como deve ser criteriosa a observância das normas vigentes, visando a elevar a segurança no âmbito da aviação experimental nacional.

Dessa forma, o presente trabalho atingiu o objetivo, na medida em que identificou o principal fator contribuinte do crescimento expressivo no número de acidentes na aviação experimental na última década, ao abordar a evolução do processo de crescimento dessa modalidade da aviação, à luz das normas e regulamentos a ela associados, à evolução da normatização aplicável e das ocorrências na aviação amadora; assim como, revelou e correlacionou as circunstâncias do acidente que vitimou o presidente da empresa Vale S.A. ao processo evolutivo da aviação experimental no Brasil.

Com os dados levantados e as conclusões produzidas, o presente estudo pode colaborar com futuros trabalhos sobre a segurança aérea da aviação amadora, como ponto de partida para as próximas observações sobre a evolução da segurança operacional de todas as categorias da aviação experimental brasileira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVIAÇÃO EXPERIMENTAL (ABRAEX). **Aviação experimental é segura?** 11 dez. 2019. Disponível em: <http://www.abraex.com.br/showpags.asp?pag=faq>. Acesso em: 20 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVIAÇÃO GERAL (ABAG) **Anuário Brasileiro de Aviação Geral 2013**. Disponível em: <http://www.abag.org.br>. Acesso em: 04 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVIAÇÃO GERAL (ABAG) **Anuário Brasileiro de Aviação Geral 2015**. Disponível em: <http://www.abag.org.br>. Acesso em: 02 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro, 2018.

BARBOSA, Mariana. Aviação 'sem certificado' é a que mais cresce em todo o país. **Folha Uol**, 29 mar. 2016. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/03/1754991-aviacao-sem-certificadBo-e-a-que-mais-cresce-em-todo-o-pais.shtml>. Acesso em 06 mar. 2020.

BARROS, Jorge Filipe Almeida. Experimentais em evidência. **Aero Magazine**, 11 jun. 2013. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/experimentais-em-evidencia_1008.html. Acesso em: 13 mar. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Painel SIPAER, Panorama de Ocorrências**. 2020. Disponível em: http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SIGAER%2Fgia%2Fqvw%2Fpainel_sipaer.qvw&host=QVS%40cirros31-37. Acesso em: 22 fev. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Relatório Final A-003/CENIPA/2015**. Disponível em: http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/RF_A-003CENIPA2015_PU-PEK_1.pdf. Acesso em: 10 fev. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Relatório Final A-049/CENIPA/2016**. Disponível em <http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/relatorios?&?&pag=2>. Acesso em: 12 fev. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Relatórios Finais**. 2019. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/relatorios-finais>. Acesso em 13 dez. 2019.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Comissão de Investigação de Acidente Aeronáutico.** 2019. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa>. Acesso em: 20 ago. 2019.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. **RBHA 103A: veículos ultraleves. Veículos ultraleves.** Disponível em: <http://pergamum.anac.gov.br/arquivos/RBHA103A-CONSOLIDADO.PDF>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **NSCA 3-13 Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil Conduzidas pelo Estado brasileiro /2017.** Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/nsca-norma-do-sistema-do-comando-da-aeronautica>. Acesso em 13 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Certificação de Produtos Aeronáuticos.** 23 abr. 2020. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aeronaves/certificacao-e-fabricacao/certificacao-de-produtos-aeronauticos/certificacao-de-tipo>. Acesso em 20 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Estatísticas de Aeronaves em 2013.** Disponível em: http://www.anac.gov.br/Conteudo.aspx?slCD_ORIGEM=26&ttCD_CHAVE=179. Acesso em 20 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Gerenciamento de Segurança. Banco de Ocorrências.** Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/banco_de_ocorrencias. Acesso em: 28 ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Mapa Aeronaves 2012.** Disponível em: http://www.anac.gov.br/Conteudo.aspx?slCD_ORIGEM=26&ttCD_CHAVE=179. Acesso em 20 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB).** Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aeronaves/rab/relatorios-estatisticos> Acesso em 10 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Registro Brasileiro de Homologação Aeronáutica – RBHA 47 – Funcionamento e atividades do sistema de registro aeronáutico brasileiro.** Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha047.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 103, EMENDA 00 – Operação Aerodesportiva em Aeronaves sem Certificado de Aeronavegabilidade.** Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-103>. Acesso em 15 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 61 – Operação Aerodesportiva em Aeronaves sem o certificado de aeronavegabilidade.** Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/rbac161.pdf>. Acesso em 15 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Resolução N° 293, de 19 de novembro de 2013. Dispõe sobre o Registro Aeronáutico Brasileiro e dá outras providências.** Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/resolucao/2013/RA2013-0293.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional da Aviação Civil. **Você Conhece a Aviação Experimental?** Disponível em: <https://www.anac.gov.br/noticias/2016/voce-conhece-a-aviacao-experimental>. Acesso em 20 jan. 2020.

FIORAVANTI, Carlos. **Os Primeiros Voos.** REVISTA PESQUISA FAPESP: Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/10/07/primeiros-voos/>. Acesso em: 08 abr. 2020

LANZA, Maurício. O futuro dos ultraleves pesados. **Aero Magazine**, 14 Jul. 2014. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-futuro-dos-ultraleves-pesados_1627.html. Acesso em 10 mar. 2020.

LEMOS, Valmir. **História da Aviação.** UNISUL Virtual, Palhoça, 2012.

MENDONÇA, Tiago Starling. **Construção Aeronáutica no Brasil.** Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica. INCAER, Rio de Janeiro, 2016.

OSCAR, JS. Aviação Experimental: Insegura ou Mal Compreendida? **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ULTRALEVES (ABUL)**, 09 abr. 2016. Disponível em: <http://www.abul.com.br/abul/getntc2.asp?id=429>. Acesso em 16 mar. 2020.

PALHARES, Guilherme Lohmann. **Transporte aéreo desenvolvimento socioeconômico.** São Paulo, Aleph, 2006.

PERES, Sérgio Luiz Peres de. **Uma História de Invenções – Memória Narrativa e biografia em Joaquim Fonseca.** UFPEL Pelotas, 2009.

RODEGUERO, Miguel Angelo. BRANCO, Humberto. **Gerenciando o Risco na Aviação Geral.** Bianchi, 2013.

SANTOS, Rosiane Cristina dos; SILVA, Odair Vieira da. **Trajetória histórica da aviação mundial.** Faef, São Paulo, ano VI, n. 11, 11 jun. 2009. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/WydybjUDpYtjIL4_2013-5-23-10-51-57.pdf. Acesso em: 20 jan. 2020.

SILVA, Jorge de Souza. **Ultraleves Avançados na Instrução Prática de Pilotos: Um estudo de Caso.** Unisul, Palhoça 2017.

UNITED STATES OF AMERICA. Federal Aviation Administration. Department Advisory of Transportation. **Certification of Repairmen (Light-Sport Aircraft) AC No: 65-32A.** 14 Jul. 2013 Disponível em: https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac%2065-32a.pdf. Acesso em 10 jan. 2020.

VELHO, Léa. À sombra do herói: **Os pioneiros na Aviação no Brasil Contemporâneos à Santos-Dumont.** Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.