



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

JORGE DE SOUZA SILVA

**ULTRALEVES AVANÇADOS NA INSTRUÇÃO PRÁTICA DE
PILOTOS: UM ESTUDO DE CASO**

Palhoça

2017

JORGE DE SOUZA SILVA

**ULTRALEVES AVANÇADOS NA INSTRUÇÃO PRÁTICA DE
PILOTOS: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

Palhoça

2017

JORGE DE SOUZA SILVA

**ULTRALEVES AVANÇADOS NA INSTRUÇÃO PRÁTICA DE
PILOTOS: UM ESTUDO DE CASO**

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, 22 de novembro de 2017

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Cleo Marcus Garcia, Esp.

Universidade do Sul de Santa Catarina

RESUMO

As aeronaves experimentais ALE, usadas na instrução aérea para formação de pilotos privados e comerciais pode ser segura e viável. A pesquisa mostra de forma explicativa, com procedimento bibliográfico e documental, regulamentos, leis, livros e artigos que as ALE têm desenvolvimento tecnológico suficiente para também ser opção de instrução aérea em escolas de pilotagem. Com a abordagem qualitativa utilizada analisou-se e tratou-se os dados por meio de figuras, gráficos e quadros, de acordo com a fundamentação teórica, de modo a concluir que há validade da hipótese proposta. Que as Aeronaves Leves Esportivas Especiais (ALE-Especial) estão aptas, tanto técnica quanto qualitativamente, a serem utilizadas na instrução aérea, dependendo apenas de entraves burocráticos no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC 91). A utilização desta categoria de aeronave na instrução aérea no Brasil fomentará uma indústria já montada e capacitada, além de reduzir os custos de aquisição e manutenção de aeronaves para as escolas de voo, facilitando assim o acesso a formação de vários pilotos no país.

Palavras-chave: ALE-Especial. Aviação Civil. Escolas de Voo. Instrução Aérea.

ABSTRACT

This research was to analyze general the use of experimental aircraft in the air instruction for private and commercial pilots is feasible and safe. This research is characterized as exploratory, with bibliographical and documentary procedure through books, articles, reports, regulations and laws. The approach used was qualitative and quantitative. Data analysis was done by means of graphs and tables, analyzed according to the theoretical foundation. When analyzing the results obtained from the research, it is concluded that the Special Light Sports Aircraft (ALE-Special) are able, both technically and qualitatively, to be used in air instruction, awaiting only the changes in the former Brazilian Aeronautical Certification Regulations (RBHA 91) that will become the Brazilian Civil Aviation Regulation (RBAC 91). The possibility of using these aircraft in Brazil will foster an industry already assembled and trained, and reduce the costs of acquisition and maintenance of aircraft for flight schools, thus facilitating the formation of several pilots in the country.

Keywords: ALE-Special. Civil Aviation. Flight Schools. Ar Instruction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Demoiselle foi um popular modelo de avião criado por Dummont. O primeiro modelo voou em 1907, sendo desenvolvido até 1909.....	11
Figura 2 – Ultraleve Básico Experimental.....	13
Figura 3 – Ultraleve Básico Experimental.....	13
Figura 4 – Características do LSA.....	24
Figura 5 – <i>Lancair Evolution</i>	26
Figura 6 – Interior do <i>Lancair Evolution</i>	27
Figura 7 – <i>Impaer Explorer</i>	28
Figura 8 – RV 10 Elite IFR (Montado pela Aero Centro Indústria Aeronáutica).....	28
Figura 9 – <i>Paradise P1 NG LSA</i>	36
Figura 10 – <i>New Conquest</i> INPAER.....	37
Figura 11 – Interior do <i>New Conquest</i>	38
Figura 12 – <i>Dynamic TW9</i>	39
Figura 13 – Interior do <i>Dynamic TW9</i>	39
Figura 14 – Painel do Aerobero 115. Aero Boero AB-115 é um avião de treinamento de fabricação argentina. Com capacidade para dois pilotos, é amplamente utilizado nos aeroclubes e escolas de pilotagem do Brasil.....	42
Figura 15 – Painel do <i>Cessna C172 (Glass Cockpit)</i>	43
Figura 16 – Aerobero 115.....	43
Figura 17 – NE 56 Paulistinha.....	44
Figura 18 – <i>Cessna C150</i>	44

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRAEX	Associação Brasileira de Aeronaves Experimentais
ABRAFAL	Associação Brasileira dos Fabricantes de Aeronaves Leves
ABU	Associação Brasileira dos Ultraleves
ALE	Aeronave Leve Esportiva
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ASTM	Sociedade Americana de Testes e Materiais (<i>American Society for Testing and Materials</i>)
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAS	Velocidade do Ar Calibrada (<i>Calibrated Air Speed</i>)
CASA	Autoridade de Segurança da Aviação Civil (<i>Civil Authority Safety Aviation</i>)
CAVE	Certificado de Autorização de Voo Experimental
CME	Certificado de Matrícula Experimental
CPD	Certificado de Piloto Desportivo
CPL	Certificado de Piloto Esportivo Leve
CPR	Certificado de Piloto de Recreio
DAC	Departamento da Aviação Civil
E – LSA	Aeronave Leve Esportiva Experimental (<i>Experimental Ligh Sport Aircraft</i>)
EAA	Associação de Aeronaves Experimentais (<i>Experimentals Association Aircrafts</i>)
EASA	Agencia Europeia de Segurança da Aviação (<i>European Aviation Safety Agency</i>)
FAA	Autoridade Federal da Aviação (<i>Federal Aviation Authority</i>)
FAR	Regulamentos da Aviação Federal (<i>Federal Aviation Regulations</i>)
GPS	Sistema de Posicionamento Global (<i>Global Positioning System</i>)
HP	Cavalo Vapor ou Força (<i>Horse Power</i>)
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
ICAO	Organização de Aviação Civil Internacional (<i>International Civil Aviation Organization</i>)
IFR	Regra de Voo por Instrumentos (<i>Instrument Flight Rules</i>)
IS	Instrução Suplementar
kgf	Quilograma Força
KT	Milha Náutica (Knot)

LSA	Aeronave Leve Esportiva (<i>Light Sport Aircraft</i>)
PC	Piloto Comercial
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PP	Piloto Privado
RBAC	Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RIAM	Relatório de Inspeção Anual de Manutenção
S – LSA	Aeronave Esportiva Leve Especial (<i>Special Ligh Sport Aircraft</i>)
TCCA	Transporte Canadense da Aviação Civil (<i>Transport Canada Civil Aviation</i>)
TSO	Ordem Técnica Padrão (<i>Technical Standard Order</i>)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA DA PESQUISA	15
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	JUSTIFICATIVA	16
1.4	METODOLOGIA	16
1.4.1	Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa	16
1.4.2	Materiais e métodos	17
1.4.3	Procedimentos de coleta de dados	17
1.4.4	Procedimentos de análise dos dados	17
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	AERONAVES EXPERIMENTAIS	19
2.1.1	Conceito e Regulamentação das Aeronaves Experimentais	20
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS AERONAVES EXPERIMENTAIS	22
2.2.1	Ultraleves e Ultraleves avançados	22
2.2.2	LSA – <i>Light Sport Aircraft</i>/ALE – Aeronave Leve Esportiva	24
2.2.3	Aeronaves experimentais de alta performance	26
2.2.4	Aviões experimentais no Brasil	27
2.3	NORMAS ASTM	29
2.4	IBR 2020	29
2.5	AERONAVES HOMOLOGADAS E EXPERIMENTAIS	31
2.5.1	Processos de certificação	31
2.6	QUALIDADE E SEGURANÇA DE VOO	33
2.6.1	Processo de construção	34
2.6.2	Manutenção	35
2.7	ALGUNS MODELOS DE LSA/ALE	35
2.7.1	<i>Paradise P1 NG</i>	35
2.7.2	<i>New Conquest INPAER</i>	36
2.7.3	<i>Dynamic WT9 EDRA</i>	38
2.8	COMPARATIVO ENTRE LSA E AERONAVES HOMOLOGADAS	40

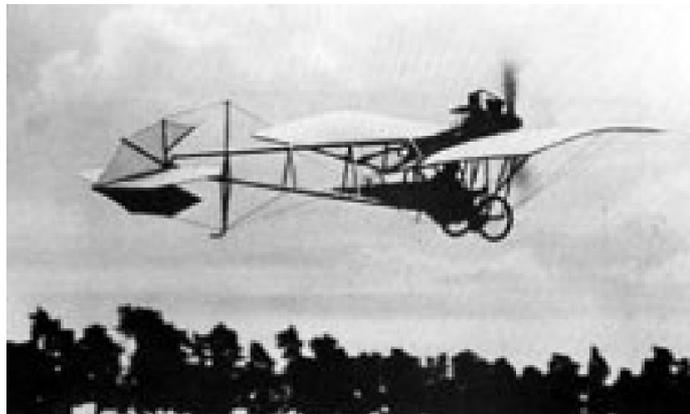
3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS – UM FUTURO PARA AS ESCOLAS DE AVIAÇÃO.....	42
3.1 REDUÇÃO DE CUSTOS.....	43
3.2 UM FOMENTO PARA INDÚSTRIA NACIONAL	45
3.3 LEGISLAÇÃO	46
3.4 SEGURANÇA OPERACIONAL	47
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

O sonho de alçar voo é muito antigo na humanidade. Documentos e fatos históricos mostram exemplos, tais como na mitologia Grega o “sonho de Ícaro”, os desenhos de Leonardo Da Vinci no século XIV, e os modelos no século XX com o brasileiro Alberto Santos Dumont. Todos tentando imitar os pássaros a partir do entendimento das forças aerodinâmicas de sustentação de voo.

Santos Dumont, um entusiasta da aviação, antes de fazer o 14-BIS, se aplicou em construir e desenvolver técnicas de dirigibilidade em balões. Além disso, criou o Demoiselle (Figura 1), o que se pode chamar hoje de o primeiro ultraleve moto propulsado da história, na qual fora a primeira aeronave do mundo a ser construída em série, com mais de 30 unidades montada inclusive nos Estados Unidos.

Figura 1 – O **Demoiselle** foi um popular modelo de avião criado por Dumont. O primeiro modelo voou em 1907, sendo desenvolvido até 1909



Fonte: Rodrigues (p. 2, 2009)

Desde então, a indústria aeromodelista tratou de desenvolver cada vez mais engenhosos projetos. Para se ter uma ideia, apesar dos elevados custos de fabricação e capacitação tecnológica relacionados ao desenvolvimento de produtos e ao suporte pós-venda, empresas como *Boeing*, *Airbus*, *Bombardier* e *Embraer*, movimentam bilhões de dólares em investimentos. Para a família de aeronaves 170/190, da *Embraer*, por exemplo, os custos de desenvolvimento chegam a US\$ 850 milhões. Para os novos projetos da *Boeing* (7E7, com 250 assentos) podem alcançar US\$ 7 bilhões. A *Airbus* (A380, com 550 assentos ou mais), os custos devem superar US\$ 12 bilhões. Tais custos são oriundos da alta complexidade dos produtos. Um *Boeing 747* tem aproximadamente 6 milhões de peças individuais e a fiação

utilizada em jatos comerciais modernos se estende frequentemente por mais de 100 quilômetros (BNDES, 2005).

Mesmo na época de Santos Dumont, não bastava a criação de máquinas voadoras. Era preciso profissionais habilitados para o seu manuseio e que entendessem as regras aerodinâmicas e de sustentação, por exemplo. No Brasil, a educação de pilotagem teve dificuldades para sua implementação, pois a aquisição de uma aeronave própria estava longe das possibilidades da maioria dos entusiastas da aviação no Brasil. Com um custo operacional dispendioso, até meados de 1970 a aviação geral se resumia a pequenos jatos executivos e monomotores que operavam na região do garimpo, e regiões do interior brasileiro de difícil acesso por terra.

Num contexto de dificuldades de acesso a treinamento de pilotagem, os aeroclubes eram a única maneira viável para as escolas de pilotagem, pois dentro desta instituição, o custo operacional poderia ser menor. Nos mais diversos aeroclubes e escolas de aviação civil pelos quatro cantos do Brasil, ainda são utilizadas aeronaves como CAP-4 Paulistinha, Cessnas 150, 152 e 172 e Piper PA28. A maioria destas aeronaves ainda estão em operação devido aos elevados custos de se adquirir aeronaves novas. Assim sendo, milhares de aspirantes a pilotos são obrigados a realizarem instrução em aeronaves antigas, com tecnologia defasada e que não foram modernizadas ao passar do tempo. Com o custo operacional alto, inacessível para grande parte dos interessados, os aeroclubes procuravam outras opções que pudessem oferecer treinamento adequado, com preço acessível. Assim surgiu a opção do ultraleve experimental (AERO MAGAZINE, 2014a).

Diante disso, mesmo com os avanços e muitas dificuldades, a arte de voar se estendeu desde as práticas desportivas até as atividades comerciais de transporte de passageiros. A tecnologia colocou ao alcance das pessoas em todas as partes do mundo as condições seguras de voo.

No contexto das oportunidades e necessidades, apareceram também os ultraleves. Os ultraleves são veículos aéreos classificados como aeronaves muito leves, experimentais, construídos/montados por amadores ou não, com a finalidade exclusiva de uso privado, principalmente para o esporte e lazer. (ANAC - RBHA 103A, 2001).

A *National Park Service* (2017) lembra que no mundo os primeiros modelos eram verdadeiros experimentos, construídos de forma artesanal pelos próprios entusiastas, utilizando materiais de improviso como cabos de aço de motocicleta para o sistema de controle, mangueiras e canos de alumínio eram usados no sistema de combustível. Seus tanques nada mais eram que tambores comuns para transporte de líquidos, os sistemas de

propulsão eram motores veiculares e ciclomotores conectados a hélices de madeira (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Ultraleve Básico Experimental.



Fonte: Fly Aeronaves Experimentais (2017)

Figura 3 – Ultraleve Básico Experimental



Fonte: Fly Aeronaves Experimentais (2017)

Para os primeiros passos da indústria experimental, utilizando-se de aeronaves simples e poucos avanços tecnológicos em relação ao disponível no mercado atual, no Brasil, segundo Santos (2010) e AERO Magazine (2014b), no fim da década de 1980, se iniciou a produção sistemática de ultraleves. Mas só no início dos anos 2000 a produção (ou montagem) de aviões experimentais mais pesados ganhou força no país, quando os fabricantes nacionais, respaldados por uma flexibilidade dada pelo então DAC (Departamento de Aviação Civil), colocaram no mercado modelos maiores e mais velozes, que caíram no gosto do brasileiro, atraído por menores preços de aquisição, operação e manutenção. Houve, assim,

um repentino crescimento da aviação leve nacional, com aeronaves modernas e bem construídas por mãos de obra especializadas.

A aviação experimental se desenvolveu pelo mundo. A partir disso, a utilização de ultraleves avançados na instrução prática de pilotos privados e comerciais foi possível, como no caso do *Special LSA*, aprovados para instrução de pilotagem básica nos Estados Unidos com o aval da norma ASTM Internacional. As escolas de pilotagem em países desenvolvidos, normalmente sediadas em aeroclubes, podiam usar a tecnologia dos ultraleves de forma segura para aulas de formação de novos agentes aeronáuticos. A partir da evolução de modelos rústicos e precários, hoje os alunos destes países podem contar com ultraleves que realizam muito próximo a condução de aviões de porte civil encontrados no mercado, sendo excelentes meios de se atingir o objetivo de serem pilotos melhores.

Ocorre que, apesar de muito discutido, a ANAC ainda não autorizou o uso destas aeronaves na instrução de voo. Espera-se que a oportunidade virá com a edição da RBAC91, onde a agência de regulamentação aérea permitirá o uso dos aeromodelos, no Brasil, ALE Especial (*Special LSA* ou S-LSA nos Estados Unidos) (ANAC, 2010).

Pensando nesta temática, cabe analisar se o uso das ALE's Especial para instrução são alternativas viáveis para proporcionar acesso à formação técnica profissional de novos profissionais para atuação no mercado civil e comercial. Ainda, objetiva-se investigar se esta alternativa é viável e segura. Em objetivos mais específicos, a pesquisa busca definir, de forma legislativa e técnica, os termos que certificam as aeronaves como experimentais, bem como identificar as características que definem as aeronaves ALE Especial (LSA). Também apresentar os requisitos exigidos para a instrução aérea de acordo com a legislação em vigor, comparando o custo relativo ao uso de aeronaves LSA, em relação às utilizadas atualmente.

A pesquisa se justifica já que as pessoas que pretendem entrar na carreira da aviação enfrentam grandes dificuldades financeiras em sua formação, já que o curso é caro. A hipótese é de que a origem dos problemas está nos altos custos da hora/voo em aeronaves, mesmo em equipamentos das décadas de 1960 como os NE56 Paulistinha e as aeronaves da década de 1970 como os Cessnas 150.

Os ultraleves LSA (*Light Sport Aircraft*) poderão se mostrar uma opção eficaz às aeronaves utilizadas atualmente nas escolas tradicionais para a formação dos pilotos. Essa pesquisa analisará dados sobre seu desempenho, tecnologia e segurança, e verificará se a diminuição dos custos operacionais advindas desta alternativa podem ser transferidos para a atividade de ensino, aumentando assim a oferta de cursos, ingresso de alunos, e, conseqüentemente, fortalecendo a indústria nacional com geração de emprego e renda.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

As aeronaves experimentais utilizadas na instrução aérea para formação de pilotos privados e comerciais têm enfoque relevante em países desenvolvidos, já que nestes são ratificadas sua viabilidade e segurança. No Brasil, quem pretende entrar na carreira da aviação, e possui poucos recursos financeiros ao seu dispor, normalmente enfrenta grandes dificuldades em sua formação, pelos altos custos cobrados pelas escolas, já que elas não podem contar com tais aeronaves, despendendo altos custos da hora/voo em aeronaves como os NE56 Paulistinha e os Cessnas 150, respectivamente. Nesse tema, diversas revistas especializadas, bem como artigos oficiais e científicos servem de fonte de informações sobre a prática do uso das aeronaves experimentais no mundo da aprendizagem. Dessa forma este trabalho pensa como problema de pesquisa: Como o uso de aeronaves experimentais para instrução aérea no Brasil pode favorecer o acesso a novos alunos de pilotagem em substituição às aeronaves antigas?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

A pesquisa tem como objetivo geral:

- Analisar se o uso das ALE's Especial para instrução são alternativas viáveis para proporcionar acesso à formação técnica profissional de novos profissionais para atuação no mercado civil e comercial.

1.2.2 Objetivos específicos

Em objetivos mais específicos, a pesquisa busca:

- Analisar se o uso das ALE's Especial para instrução é alternativa viável e segura;

- Definir, de forma legislativa e técnica, os termos que certificam as aeronaves como experimentais;
- Identificar as características que definem as aeronaves ALE Especial (LSA);
- Apresentar os requisitos exigidos para a instrução aérea de acordo com a legislação em vigor, comparando o custo relativo ao uso de aeronaves LSA, em relação às utilizadas atualmente.

1.3 JUSTIFICATIVA

A pesquisa se justifica já que as pessoas que pretendem entrar na carreira da aviação enfrentam grandes dificuldades financeiras em sua formação, já que o curso é caro. A hipótese é que a origem dos problemas está nos altos custos da hora/voo em aeronaves, mesmo em equipamentos das décadas de 1960 como os NE56 Paulistinha e as aeronaves da década de 1970 com os Cessnas 150.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como explicativa, com procedimentos bibliográfico e documental e abordagem qualitativa.

Segundo Gil (1999), a pesquisa explicativa tem como objetivo básico a identificação dos fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de um fenômeno. É o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, pois tenta explicar a razão e as relações de causa e efeito dos fenômenos, neste caso a problemática dos altos custos de instrução aérea pode ser resolvida com as possibilidades do uso de aeronaves experimentais na instrução, explicando as razões de tais acontecimentos.

O procedimento bibliográfico permite que se tome conhecimento de material relevante, tomando-se por base o que já foi publicado em relação ao tema, neste caso as instruções suplementares e regulamentações da ANAC, de modo que se possa delinear uma nova abordagem sobre o mesmo, chegando a conclusões que possam servir de embasamento para pesquisa.

1.4.2 Materiais e métodos

O método de pesquisa é o bibliográfico e documental. Os materiais analisados são documentos diversos e sítios oficiais, como:

Bibliográficos: livros e periódicos que descrevem a construção e utilização de aeronaves experimentais especiais e sua possível utilização;

Documentais: documentos diversos sobre a legislação regendo a Aviação Civil brasileira e internacional que oferecem requisitos e padrões de procedimentos em relação ao tema proposto. São eles:

- Os Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil;
- Documentos da ANAC;
- Publicações da AERO Magazine;
- Publicações do site da ABUL e ABRAFAL.

1.4.3 Procedimentos de coleta de dados

Os dados foram coletados, registrados, e, os tido como relevantes aos objetivos de estudo, foram catalogados, fichados e classificados por meio de formulários.

1.4.4 Procedimento de análise dos dados

Os dados foram analisados a partir do fichamento elaborado. Por conseguinte, seguiu os mesmos critérios em relação à coleta de dados, referente as pesquisas bibliográficas e documentais.

Os dados que comprovam ou refutam a hipótese são apresentados de modo a construir argumento lógico de discussão ao alcance dos objetivos específicos do trabalho.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Após parte introdutória que descreve a problematização do estudo, com as metas a serem atingidas, metodologia e a justificativa empregada no desenvolvimento da pesquisa, o

trabalho apresenta nos capítulos seguintes um arranjo lógico estrutural dividido da seguinte forma:

O capítulo 3 – Discorre sobre as aeronaves experimentais, sua oportunidade de uso na instrução aérea, demonstrando suas condições técnicas de desempenho e segurança, finalizando com o comparativo técnico entre as LSA e as aeronaves tradicionalmente homologadas para treinamento de novos pilotos, tudo com embasamento em pesquisa bibliográfica e documental.

O capítulo 4 – Apresenta e discute os resultados alcançados de modo a comprovar, ou refutar a hipótese de que as aeronaves LSA podem ser utilizadas de forma eficaz no treinamento de novos pilotos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AERONAVES EXPERIMENTAIS

O assunto das aeronaves experimentais utilizadas na instrução aérea para formação de pilotos privados e comerciais tem enfoque relevante, já que muito vem sendo discutido sob o tom da sua viabilidade e segurança. Quem pretende entrar na carreira da aviação, e possui poucos recursos financeiros ao seu dispor, normalmente enfrenta grandes dificuldades em sua formação, pelos altos custos cobrados pelas escolas. Em defesa das escolas de aviação aparece o justo argumento dos altos custos da hora/voo em aeronaves, mesmo em equipamentos das décadas de 1960 e 1970 como os NE56 Paulistinha e os Cessnas 150, respectivamente.

Ocorre que para tal problema, fora do Brasil, muitos lugares conciliam alternativas aos aviões tradicionalmente homologados com muito sucesso. Nos Estados Unidos, por exemplo, é permitido o uso de LSA, que por ter custos bem mais baixos que os modelos usados tradicionalmente para instrução no Brasil, alunos com menores recursos financeiros disponíveis têm acesso ao ingresso na profissão de piloto.

(...) o custo para certificar uma aeronave é geralmente proibitivo para os pequenos fabricantes. Além disso, mesmo quando pequenos fabricantes conseguem certificar suas aeronaves, esse custo acaba sendo transferido para o usuário final. Considerando esta situação, a FAA implantou em 2004 a categoria de aeronaves leves esportivas (*Light Sport Aircraft* – LSA). A categoria LSA foi concebida para permitir que certas aeronaves, ainda que não tenham um projeto certificado pela própria autoridade de aviação civil, pudessem realizar algumas atividades remuneradas: reboque de planadores ou veículo ultraleve não motorizado, e treinamento em voo (ANAC, 2010).

A pesquisa dialoga a viabilidade de tais aeronaves para instrução e promove motivação a outros estudos relativos ao uso dos LSA na instrução básica, tais como alterações na legislação, cumprimento de normas internacionais, didática, compatibilidade com equipamentos atuais e outros, de forma a verificar efetivamente se o uso desses veículos permite o ingresso de novos pilotos no mercado através da redução de custos operacionais para escolas de voo, além de fortalecer a indústria nacional com geração de empregos e impostos para o Brasil.

2.1.1 Conceito e regulamentação das aeronaves experimentais

A aeronave de construção amadora, obedecendo ao parágrafo 21.191 (g) do RBAC 21, é uma aeronave cuja porção maior foi fabricada e montada por pessoa (s) que realizou (aram) a construção unicamente para sua própria educação ou recreação. As aeronaves de construção amadora podem ser fabricadas a partir de projetos próprios ou adquiridos de terceiros, bem como montadas a partir de conjuntos (*kits*) (ANAC – IS 21.191, 2012, p.1).

A aeronave experimental é toda aeronave não homologada, ou em processo de homologação, destinada a pesquisas ou construídas por amadores. Ninguém poderá operá-las em que exista um certificado de marca experimental e um certificado de autorização de voo válido e emitidos pela ANAC para essa aeronave.

Até o ano de 2012 havia uma legislação que regulava e homologava a construção de aeronaves experimentais (Procedimentos Para a Construção de Aeronaves por Amadores) era o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica de número 37 (RBHA-37), no entanto o mesmo RBHA foi revogado pela ANAC em que emitiu um documento com as seguintes justificativas:

1.2 A Resolução nº 30, de 21 de maio de 2008, rege que a figura do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC objetivo estabelecer os requisitos destinados à aviação civil brasileira, diferentemente da Instrução Suplementar – IS que objetiva detalhar e orientar a aplicação dos requisitos estabelecidos nos RBAC's;

1.3 O RBHA nº 37, vigente, contém o meio aceitável para o cumprimento estabelecido no RBAC 21.191(g) referente à emissão do Certificado de Autorização de Voo Experimental - CAVE para aeronaves construídas por amador.

1.4 Assim, a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC propõe a revogação do RBHA nº 37 que já está regulamentado no RBAC 21.191(g). Sendo que para a interpretação de requisitos regulamentares será emitida Instrução Suplementar - IS 21.191-001A que detalhará e orientará as melhores práticas a serem seguidas para o cumprimento dos requisitos existentes em RBAC (ANAC, 2012, p. 1)

O objetivo da agência foi, ao revogar o RBHA 37, adequar a ANAC aos demais órgãos mundiais que regulam a aviação civil, como exemplo da americana FAA (*Federal Aviation Administration*), a europeia EASA (*European Aviation Safety Agency*), a canadense TCCA (*Transport Canada Civil Aviation*) e a australiana CASA (*Civil Aviation Safety Authority*), na qual, já foram substituídas em suas respectivas regulamentações (ANAC, 2009).

Existem alguns procedimentos compulsórios contidos na IS 21.191-001a, como obrigatoriedade de haver um engenheiro responsável pelo projeto, que terá que passar pela avaliação da ANAC. Outro requisito é que a aeronave terá que cumprir um mínimo de horas de voo em teste além de ter um programa de manutenção e de segurança de voo (ANAC, 2009).

Cumprido todos esses requisitos, inicia-se a abertura do processo de registro da aeronave com a ANAC para o cadastramento da mesma junto ao RAB (Registro Aeronáutico Brasileiro). Ao final da construção, segundo a instrução suplementar, o engenheiro responsável deverá assinar e encaminhar para a ANAC o laudo de vistoria final da aeronave, atestando assim que a aeronave está compatível com todas as exigências previamente citadas na IS 21.191^a. Após a vistoria da ANAC à aeronave, e não havendo nenhuma não conformidade, será emitido o CME (Certificado de Matrícula Experimental) e o CAVE (Certificado de Autorização de voo experimental) (ANAC, 2009).

A exigência da ANAC deverá ser mantida, e excepcionada anualmente (IAM) para o preenchimento de seu respectivo RIAM (Relatório de Inspeção Anual de Manutenção). Assim como toda a documentação exigida tanto para a aeronave quanto para o piloto. Embora algumas exigências não sejam feitas pelo órgão regulador, ainda assim, as aeronaves experimentais passam por um rigoroso projeto de operacionalização (ANAC, 2009).

Veja que diante de toda a burocracia, e considerando a situação de que o uso de aeronaves tradicionalmente homologadas tem alto custo, a FAA reconheceu em 2004 a categoria de aeronaves ALE. A categoria ALE foi concebida para permitir que certas aeronaves, ainda que não tenham um projeto certificado pela própria autoridade de aviação civil, pudessem realizar algumas atividades remuneradas: reboque de planadores ou veículo ultraleve não motorizado, e treinamento em voo.

Para tal, a aeronave leve esportiva deverá ser projetada e construída de forma a atender a normas aceitas pela autoridade de aviação civil (as chamadas normas consensuais), que no caso dos Estados Unidos, são normas da ASTM International.

Para fazer jus as prerrogativas de exploração econômica, a aeronave deverá ser completamente montada pelo fabricante e operar de acordo com um certificado de aeronavegabilidade especial para a categoria leve esportiva, quando as alterações regulamentares correspondentes a esta categoria forem incorporadas ao RBAC 91. Caso a aeronave não tenha sido totalmente montada pelo fabricante, um certificado de autorização de voo experimental será emitido, tendo como contrapartida a proibição das atividades remuneradas.

A implantação da aeronave leve esportiva (ALE) cria uma nova categoria de aeronave. Fornece nível de segurança intermediário entre as de construção amadora e as de projeto certificado (especificamente, aquelas certificadas conforme o RBAC23 ou 27). Espera-se que, com essa nova categoria, haja um maior desenvolvimento da aviação geral, visto que a aeronave leve esportiva promete uma aeronave de baixo custo e de operação mais segura que uma aeronave de construção amadora.

Além disso, quando as alterações regulamentares correspondentes à aeronave leve esportiva forem incorporadas aos RBAC43 e 61, outra vantagem será a de que a aeronave poderá ser operada por pilotos com habilitação menos rígida que a de piloto privado (chamado de *sport pilot* nos Estados Unidos) e que certas tarefas de manutenção poderão ser executadas pelo próprio piloto.

2.2. CLASSIFICAÇÃO DAS AERONAVES EXPERIMENTAIS

2.2.1 Ultraleves e Ultraleves avançados

Segundo o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 103A, por lei é considerada “ultraleve” uma aeronave que apresente as características seguintes:

Veículo ultraleve autopropulsado (designado neste regulamento, genericamente, como veículo ultraleve ou, simplesmente, ultraleve), significa uma aeronave muito leve experimental tripulada, usada ou que se pretenda usar exclusivamente em operações aéreas privadas, principalmente desporto e recreio, durante o horário diurno, em condições visuais, com capacidade para 2 (dois) ocupantes no máximo e com as seguintes características adicionais:

- (1) Monomotor, com motor convencional (a explosão) e propulsado por uma única hélice;
- (2) Peso máximo de decolagem igual ou inferior a 750 kgf; e
- (3) Velocidade calibrada de estol (CAS), sem motor, na configuração de pouso (V_{so}) igual ou inferior a 45 nós. (ANAC, 2001, p. 5).

A classificação de uma aeronave como ultraleve torna-se uma oportunidade para se ampliar a atuação de aeronaves para o uso recreativo e pessoal para todos os gostos. Como são aeronaves experimentais, estão isentas de todas as burocracias de uma aeronave

homologada, não obstante, há ainda regras a serem seguidas. Segundo Filho (2005), os veículos ultraleves são divididos em três categorias, ilustradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Categoria de Ultraleves

PRIMARIO	<ul style="list-style-type: none"> - não motorizado - peso vazio máximo igual ou inferior a 70 kg (155 lb); - motorizado - peso vazio máximo igual ou inferior a 115 kg (254 lb); -capacidade máxima de combustível igual ou inferior a 20 l; -velocidade máxima em voo nivelado e com potência plena igual ou inferior a 102 km/h (55 kt); e -velocidade de estol sem motor igual ou inferior a 46 km/h (25 kt).
BÁSICO	<ul style="list-style-type: none"> - peso máximo de decolagem igual ou inferior a 600 kg (1320lb); -velocidade de estol sem motor igual ou inferior a 65 km/h (35 kt); e -peso vazio máximo igual ou inferior 230 kg para equipamentos terrestres e 280 kg para aquáticos ou anfíbios
AVANÇADO	<ul style="list-style-type: none"> - peso máximo de decolagem igual ou inferior a 600 kg (1320lb); -velocidade de estol sem motor igual ou inferior a 65 km/h (35 kt); -peso vazio máximo igual ou inferior a 300 kg; e -carga alar com peso máximo igual ou inferior a 38 kg/m².

Fonte: ABUL (2017)

Já as habilitações necessárias para operação deste tipo de aeronaves são regulamentadas através do RBAC 61 que trata das licenças, regulamentações e certificados para pilotos. “Toda pessoa que esteja pilotando um veículo ultraleve deve ser portadora de uma licença de voo”. (ANAC, 2001, p.9). Existem dois tipos de licenças específicas para os pilotos de ultraleves, são elas o CPD – Certificado de Piloto Desportivo e o CPR – Certificado de Piloto Recreativo.

A diferença entre as licenças CPR e CPD, segundo a Associação Brasileira de Ultraleve (ABUL, 2001), é que o CPR é para voos locais, onde o piloto detentor da licença não poderá voar em espaço aéreo controlado nem realizar conversações bilaterais com órgão de controle, a não ser que o mesmo funcione na sede da aeronave. Já o CPR poderá exercer praticamente todas as prerrogativas do portador da licença de piloto privado, estando o CPR limitado a pilotar apenas veículos ultraleves.

No Brasil foi instituído o Certificado de Piloto de Avião Esportivo Leve (CPL), a partir da aprovação do RBAC 61 (Licenças, Certificados e Habilitações para Pilotos). Tal certificação é muito semelhante à licença *Sport Pilot*, e que mostra tendência a substituir às atuais licenças CPR e CPD (Certificado de Piloto Recreativo e Certificado de Piloto Desportivo, respectivamente). Com a incorporação das regras do RBHA 103A pelo novo RBAC 91 (Regras Gerais Para a Operação de Aeronaves Civis), se espera que “o CPL comece a ser oferecido pelas escolas de aviação, em aeronaves ALE - Especial, e, mais ainda,

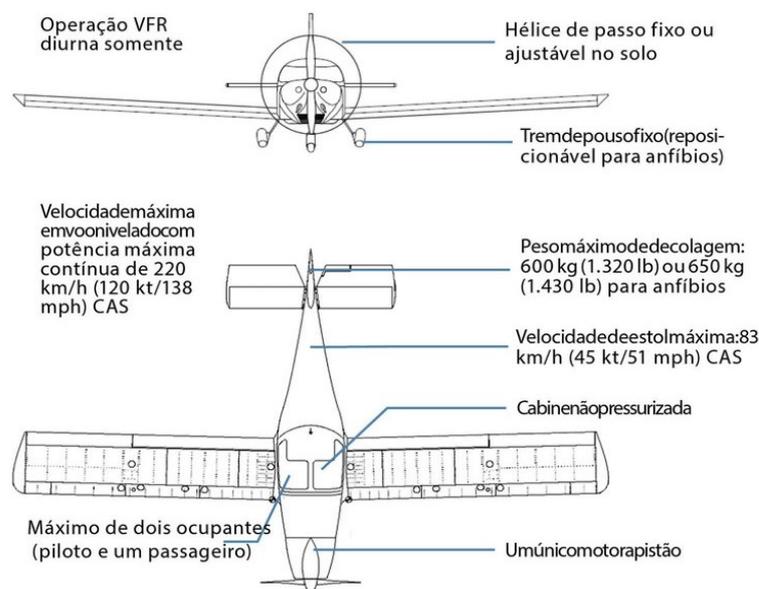
que as horas voadas por um piloto CPL sejam válidas para a obtenção da carteira de Piloto Privado ou Piloto Comercial” (ANAC, 2016).

2.2.2 LSA – *Light Sport Aircraft* / ALE – Aeronave leve esportiva

Este tópico aborda algumas características da nova geração de aeronaves experimentais leves, cada vez mais tecnológicas e modernas. A princípio aborda o conceito das Aeronaves Leves Esportivas - ALE, conhecida pela sigla inglesa LSA (*Light Sport Aircraft*), bem como aspectos de regulamentação, qualidade e segurança de voo.

De acordo com a Associação de Aeronaves Experimentais Americana, a EAA (2014), o LSA é uma nova categoria de aeronaves que vem revolucionando o mercado aeronáutico de lazer, instrução e até para fins lucrativos, pois são definidas como: operação simples, de fácil manobra, além das definições de performance indicadas pela Figura 4.

Figura 4 – Características do LSA



Fonte: Lanza (2014)

De acordo a EAA (2014) e AERO Magazine (2014c, p.4), dentre a categoria de Aeronaves Esportivas Leves, existem outras duas sub-categorias, o que a FAA denomina de S-LSA (*Special Light Sport Aircraft*) e a E-LSA (*Experimental Light Sport Aircraft*). Já a ANAC denominou-as de ALE Especial e ALE Experimental. Para ser certificada como ALE Especial, a aeronave deve estar de acordo com as normas da ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

O *Special LSA* é o avião entregue ao operador totalmente pronto, já configurado, e que pode ser utilizado até para algumas atividades remuneradas, como reboque de planadores, instrução de voo em escolas de aviação e voos panorâmicos (no Brasil a ANAC definirá quais atividades remuneradas poderão ser executadas pelos ALE Especial, quando da emissão do novo RBAC 91). Sua manutenção deve ser executada sempre por oficinas homologadas ou mecânicos independentes habilitados, e não pode ser modificado sem aprovação do fabricante ou da autoridade aeronáutica (ANAC, 2010).

Já o E-LSA é uma aeronave experimental construída por amador (ou por um especialista contratado, ou pela própria empresa fabricante do *kit*) a partir de um *kit* oriundo do projeto do S-LSA com a vantagem de não se aplicar a regra dos 51% (maior porção), ou seja, o fabricante terá de entregá-lo pronto ou praticamente pronto ao construtor/proprietário, deixando para este decidir a forma como será feito o acabamento e a instalação de equipamentos, por exemplo, desde que essas tarefas estejam previstas no manual de construção da aeronave. Para que exista a aprovação de comercialização do *kit*, o fabricante deve ter pelo menos uma aeronave do modelo certificada como S-LSA (AEROMAGAZINE, 2014c; ANAC, 2016).

O que se observa é que Agência Nacional de Aviação Civil está buscando se ajustar ao cenário mundial no que se trata de aeronaves experimentais, já que é um mercado que está cada dia mais popular.

Outro fator importante nesta nova categoria é a possibilidade de utilizar as Aeronaves Leves Esportivas Especiais com fins comerciais (rebocadores de faixa e de planadores) além da instrução de Pilotos Privados. Certamente estas mudanças estão ocorrendo devido ao alto custo de se adquirir uma aeronave homologada nos dias atuais (manutenção, impostos de importação, combustíveis, etc.), tema discutido no decorrer deste trabalho.

2.2.3 Aeronaves experimentais de alta performance

Dentre as aeronaves experimentais existentes hoje no mercado, existe um segmento ainda um pouco restrito, que são aeronaves experimentais de alta performance. Aeronaves essas que possuem velocidades de cruzeiro superiores a 200 kt e ainda aeronaves equipadas com motores turboélice.

O *Lancair Evolution* é uma aeronave experimental pressurizada de pequeno porte que é capaz de voar a 300 kts e nivelado no nível de voo 280, algo surpreendente para este

tipo de aviação. O *Lancair Evolution*, de acordo a AERO Magazine (2012a), reflete o “estado da arte” em alta performance na aviação pessoal.

De acordo com Bob Wolstenholme, CEO da empresa fabricante do aeromodelo, a *Lancair*, desde 2010 praticamente 100% da estrutura do *Evolution* é constituída por fibras de carbono, que permitem a construção de peças mais leves, sem rebites ou emendas, imunes à fadiga e com menor resistência aerodinâmica. Trata-se do mesmo tipo de material utilizado na fabricação do 787. Os engenheiros da *Boeing*, aliás, participaram de treinamentos na *Lancair* durante o desenvolvimento do Dreamliner para apreender parte da expertise no uso de material composto (AERO MAGAZINE, 2012b, p.4).

O *Lancair Evolution* é inteiramente construído de fibra de carbono, muito leve, com asa baixa, capacidade para quatro pessoas e com um motor turboélice Pratt & Whitney de 750HP. Seu primeiro voo foi realizado em 2008 e tem sua sede nos Estados Unidos.

Figura 5 – *Lancair Evolution*



Fonte: Crespo (2012)

Figura 6 – Interior do *Lancair Evolution*



Fonte: Crespo (2012)

2.2.4 Aviões experimentais no Brasil

O Brasil iniciou a produção sistemática de aeronaves ultraleves no fim da década de 1980, enquanto a produção (ou montagem) de aviões experimentais mais pesados ganhou força no país no início da década de 2000, quando fabricantes nacionais, respaldados por uma flexibilidade dada pelo então DAC (Departamento de Aviação Civil), colocaram no mercado modelos maiores e mais velozes, que caíram no gosto do brasileiro, atraído por menores preços de aquisição, operação e manutenção.

Houve, assim, um repentino crescimento da aviação leve nacional, com aeronaves modernas e bem construídas por mão de obra especializada com material e equipamentos aeronáuticos. Mas, apesar do avanço tecnológico, tais aeronaves permanecem operando na condição de “não certificadas”, pois são construídas somente a partir de *kits*, projeto próprio ou plantas, por um construtor amador – ou serem certificados (homologados), conforme o RBHA 23.

As características básicas destas aeronaves, de acordo o RBAC 21, são de que sejam aviões monomotores a pistão e aspiração natural, velocidade de estol igual ou inferior a 113 km/h (61 KT), peso menor do que 1.225 kg (2700 Lb), capacidade máxima de assentos para 4 ocupantes, incluindo o piloto, e cabine não pressurizada. Seguindo estas especificações, as empresas enquadradas no programa IBR2020, da ANAC, poderão ser certificadas (homologadas) na categoria “primária” ou “normal”, a exemplo do *Inpaer Explorer* (Figura 7) que possui um motor Lycoming 190 HP e alcance de 1.370 km.

Figura 7 – *Inpaer Explorer*



Fonte: Lanza (2014)

As atuais aeronaves que estão sendo fabricadas com materiais aeronáuticos, ou montadas através de *kits*, aqui no Brasil, e com mão de obra especializada por meio de indústrias (fabricas), estão sendo embarcadas com uma tecnologia de ponta, tanto na motorização quanto na suíte de aviônicos. Estes instrumentos de voo, que são homologados, lhes permitem realizar voos noturnos e procedimento de pousos e decolagens em aeroportos que operem sob as regras de voo por instrumentos (IFR).

Um exemplo é o RV 10 da *Vans Aircraft*, vendido em forma de *kit* e que são adquiridos e montados pelas fabricas brasileiras. Estas aeronaves possuem motores *Lycoming* de 260 HP, que os fazem atingir facilmente os 340 km/h, e equipadas com instrumentos para procedimentos IFR (*Instrument Flight Rules*).

Figura 8 – RV 10 Elite IFR (Montado pela Aero Centro Indústria Aeronáutica)



Fonte: Van's Aircraft e Aero Centro Aeronaves (2017)

2.3 NORMAS ASTM

A *American Society for Testing and Materials* não é uma organização especificamente aeronáutica, porém é amplamente respeitada. É utilizada como fonte de confiabilidade e referência quanto a normas de resistência e qualidade de materiais. Ela possui uma base legal para as agências que regulam a aviação civil usarem em suas regulamentações.

O processo de certificação utilizando normas consensuais ASTM permite que o fabricante, após projetar, construir protótipos, efetuar os testes e ensaios requeridos e colocar em prática a produção com o atendimento a todos os requisitos cabíveis, emita o *Manufacturer Statement of Compliance* (MSoC), ou Declaração de Conformidade, sem necessitar se submeter à aprovação pela FAA. Tem sido aceito desde a década passada nos EUA, o que permitiu a vários fabricantes economizar tempo e dinheiro evitando os morosos e

caríssimos trâmites inerentes a uma certificação aeronáutica padrão. Baseados nesses procedimentos, vários fabricantes (norte-americanos, europeus, brasileiros) já vêm entregando seus produtos no mercado dos EUA e no resto do mundo (AERO MAGAZINE, 2014a, p. 2).

É a importância do trabalho feito pela ASTM, que por reconhecimento internacional, se transformou em um órgão central para a realização dos testes de qualidade, o que reduziu muito os custos. Como as normas emitidas pela ASTM são aceitas no Brasil, a ANAC não tem a necessidade de realizar ela mesma, ou outra organização de metrologia como o INMETRO, os testes de resistência e qualidade, reduzindo assim o tempo necessário para a homologação e todo o custo nele envolvido.

Com a adoção por parte da indústria aeronáutica brasileira das normas ASTM e os requisitos do RBAC 23, estas empresas estão mais perto de conseguir o certificado de aeronavegabilidade para suas aeronaves. Para isso a ANAC lançou o IBR 2020, que tem como propósito incluir a aeronavegabilidade na produção e a aeronavegabilidade continuada na operação e manutenção destas aeronaves.

2.4 IBR 2020

Em dezembro de 2013, as empresas solicitaram à ANAC uma solução definitiva para evitar o desmanche de parte da indústria aeronáutica leve brasileira. A solução veio na forma do projeto IBR 2020 (Programa de Fomento à Certificação de Projetos de Aviões de Pequeno Porte), uma proposta elaborada pelo setor técnico da ANAC com colaboração das empresas beneficiadas pela isenção, que consiste, basicamente, em organizar as atividades dos fabricantes na certificação de uma aeronave de projeto próprio, concomitante à implantação de um “sistema de qualidade” nos moldes da ISO 9001.

Em Brasília, no dia 3 de julho de 2014, foi publicada a Audiência Pública nº14/2014, que propôs a criação do programa IBR2020. A implementação do projeto visa incentivar a atividade de certificação de projetos de aeronaves de pequeno porte que ultrapassam as características das aeronaves leves esportivas, bem como propiciar um ambiente de maior conhecimento em certificação de projetos de aviões de pequeno porte no País. O IBR2020 é um programa de caráter voluntário que foi previsto para ser implantado até o final de 2014, se estendendo até 2020. Essa reavaliação do enquadramento de aeronaves de pequeno porte que ultrapassam as características da categoria leve esportiva mostra-se de suma importância para o setor de fabricação de aeronaves, tendo em vista que mesmo

atualmente, a fabricação dessas aeronaves é feita mediante autorizações precárias. As aeronaves desse tipo são produzidas em série por empresas nacionais e entregues prontas ao usuário final. A proposta previu, com o objetivo de incentivar a atividade, que as empresas que aderirem ao programa teriam permissão para a fabricação destas aeronaves a partir de *kits* não certificados, em contrapartida deveriam atender cronograma de comprovações que visa à certificação de uma aeronave de pequeno porte (ANAC, IBR 2020, 2014, p.1).

Conforme a ANAC (2014), o programa atende a uma demanda das empresas do segmento que enfrentam dificuldades para migrar do desenvolvimento de modelos experimentais para a aviação de tipo certificado. Entre os diversos problemas os custos e a carência de profissionais com conhecimento na área, em razão do alto nível de especialização necessário para esse tipo de certificação.

“O programa deverá amadurecer o conhecimento em certificação de projeto de aeronaves no Brasil por meio da aquisição de conhecimentos estratégicos, que auxiliarão no surgimento de projetos mais viáveis do ponto de vista de certificação.” (ANAC, 2014, p. 1). Esse foi o posicionamento da ANAC à época. Caso a implementação da proposta seja finalizada, isso deve reduzir os custos decorrentes de retrabalhos como a correção do projeto, a repetição de um ensaio ou um melhor planejamento dos recursos.

A iniciativa será desenvolvida até 2020 em duas fases: na primeira, o objetivo é que a empresa desenvolva, ensaie e amadureça o seu projeto de avião de forma a obter um aprendizado gradual sobre o processo de Certificação de Tipo; a segunda consiste na homologação da aeronave, que deverá ocorrer por meio do procedimento convencional de certificação de produtos aeronáuticos.

Os fabricantes terão de demonstrar à ANAC proficiência em processos como controle de materiais, gestão organizacional e gestão da produção. A perspectiva é que recebam a certificação ISO 9001 até dezembro de 2016. Para a certificação da aeronave, foram estabelecidas várias tarefas relativas a: Ensaio estruturais (resistência da asa, resistência do berço do motor, cargas das superfícies de controle, entre outros itens); Ensaio em voo (funcionamento correto do sistema de combustível, instalação do motor, características básicas de decolagem e pouso, velocidade de estol, qualidade de voo, estabilidade estática e dinâmica e assim por diante); Plano de certificação do projeto frente ao RBAC 23 vigente (AERO Magazine, 2014c, p. 18).

2.5 AERONAVES HOMOLOGADAS E EXPERIMENTAIS.

2.5.1 Processos de certificação

A Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), que foi criada em 1944 através da convenção de Chicago nos Estados Unidos, visa criar padrões de aviação para seus países membros. O Brasil é um dos Estados-membros da ICAO e precisa obedecer, dentre 19 padrões-anexos, o da construção de aeroportos e aeronaves, treinamento técnico para tripulantes e assim por diante.

Os anexos da ICAO são a base do conhecimento aeronáutico civil. Dentre eles, o anexo 8, editado em 1949, pretendia estabelecer padrões para construção de aeronaves. O documento cita a necessidade de todos os países adotarem os mesmos padrões, uma vez que aeronaves, por essência, são máquinas que cruzam fronteiras políticas e territoriais.

A AERO Magazine (2013) já publicou que a certificação aeronáutica é o melhor processo que a humanidade já desenvolveu para garantir a segurança de operação de um componente, uma célula de aeronave, uma hélice ou um motor. No processo de certificação, há uma extensa rotina de testes, que visam obter a aprovação do governo do país em que se pretende registrar o produto. O país de registro pode também reconhecer os testes realizados em outros países, desde que atenda às normas da ICAO. Seja como for, ao ser aprovado, o governo endossa a segurança do produto, emitindo um “**certificado de aeronavegabilidade**”, ou seja, torna-se uma aeronave homologada.

Além disso, o ICAO condiciona a aeronavegabilidade a um processo de continuidade, devendo haver uma "aeronavegabilidade continuada", que significa manter o produto aeronáutico nas mesmas condições do momento da certificação. Os documentos que ratificam os padrões de aeronavegabilidade mínima no Brasil estão descritos pelos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil -RBAC. O RBAC 21 (Certificação de Produto Aeronáutico) estabelece como a pessoa interessada (física ou jurídica) deve proceder para obter aprovação de produtos aeronáuticos. O documento estabelece que se o produto for uma célula, hélice ou motor, deve haver um projeto a ser analisado, chamado Projeto de Tipo, onde estão descritas todas as informações do produto, suas limitações, diagramas, componentes etc.

Para componentes como instrumentos, equipamentos eletrônicos, sistemas a bordo que não façam parte da célula, motor ou hélice, aplica-se outra documentação que a ANAC chama de Ordem Técnica Padrão (OTP), em referência às *Technical Standard Order* (TSO) dos EUA. Então, alguém que desejar a aprovação de um altímetro produzido no Brasil, deve

seguir a TSO-C10b, um novo navegador GPS para voo IFR, a TSO-C146, e assim por diante, já que para esses itens a ANAC não possui uma OTP específica.

Experiências com aeronaves sempre existiram, como caminho em direção à certificação, e o Código Brasileiro de Aeronáutica ampara o voo experimental, desde que em aeronaves construídas por amadores. Atualmente, o RBAC 21 permite o voo experimental para algumas situações específicas, tais como a pesquisa e desenvolvimento, demonstração de cumprimento de requisitos, treinamento de tripulações, exibição e competição aérea, além de voos para pesquisa de mercado (RBAC 21 item 21.191, Certificados de autorização de voo experimental). A aeronave experimental não está obrigada a atender a todos os critérios de aeronavegabilidade.

Ainda assim, a autorização está condicionada a adoção de regras de segurança básicas, que devem ser demonstradas à ANAC. Mas, supondo que o invento tenha sido construído pelo seu operador, não há como a ANAC exigir manual de operação e de manutenção rigorosos. Afinal, o produto ainda estaria em desenvolvimento. Também não tem como cobrar que a manutenção seja realizada em empresa homologada para o modelo, uma vez que muitos experimentais são únicos. Se houver um acidente, em teoria, não haveria necessidade de o Estado o investigar, já que a conclusão não seria de interesse público, mas apenas do operador.

No tocante das Aeronaves Leves Esportivas, as novas regulamentações implantadas pela ANAC através do RBAC 23 e 21 e que são adaptações dos Regulamentos da Aviação Federal 23 e 21 (FAR - *Federal Aviation Regulations*) americanos, não irá aceitar mais o voo experimental em aeronaves ultraleves. O RBAC 21, já citado anteriormente, autoriza o voo experimental da aeronave construída por uma pessoa, para fins de educação e desporto, desde que ela tenha arcado com a porção maior da mão de obra, podendo, no entanto, contar com a ajuda de terceiros em até 49%. Também emitirá autorização de voo experimental para os ultraleves que atendam o previsto na RBHA103A, com data de construção até 01/12/2014.

Mas, o parágrafo seguinte da RBAC 21 atenua essa preocupação. Ele permite o voo experimental para aeronaves de categoria leve esportiva. Analisando-se a combinação de legislações, nota-se que o RBAC 01 já define a aeronave "leve esportiva" e o RBAC 61, que trata das licenças e habilitações técnicas, prevê a existência de um certificado de pilotagem específico para elas. Ao mesmo tempo, as empresas que tradicionalmente produziam ultraleves, vêm oferecendo ao mercado aeronaves com certificação *Light Sport Aircraft* (LSA), obtidos na Europa e Estados Unidos, cujo seguimento de padrões ASTM são

obrigatórios. Ainda que por aqui não haja oficialmente ainda um RBAC prevendo requisitos de aeronavegabilidade para aeronaves leve esportivas, isso deve acontecer em breve através do novo RBAC 91.

A partir daí podemos perceber que a diferença entre as aeronaves homologadas e as experimentais está em seus processos de certificações. As brechas que estavam sendo deixadas nas antigas regulamentações brasileiras, que não distinguiam ultraleves avançados e aeronaves experimentais, faziam com que uma aeronave construída em série por uma indústria aeronáutica e que segue todos os padrões de segurança e aeronavegabilidade fossem tratadas da mesma maneira que um construtor amador com um projeto na pura essência do experimento.

2.6 QUALIDADE E SEGURANÇA DE VOO

Toda alteração na legislação em vigor é sempre vista com cautela por todos envolvidos, porém quando a qualidade e a segurança de voo são prioridades, toda mudança é mais do que bem-vinda. Já no caso dos ultraleves avançados, a indústria aeronáutica nacional já esperava devido a natural adequação das regulamentações brasileiras com as regulamentações americanas. E para que esta transição ocorresse sem causar prejuízos e desempregos, os prazos foram estabelecidos com o intuito das fabricantes aos poucos irem se modernizando e, caso fosse necessário, alterassem seus projetos.

É de praxe se ver aeronaves muito antigas em operação devido aos elevados custos de se adquirir aeronaves novas. Assim sendo, milhares de aspirantes a pilotos são obrigados a realizarem instrução em aeronaves antigas, com tecnologia defasada e que não foram modernizadas ao passar do tempo. Com esta nova legislação, as aeronaves LSA poderão, enfim, serem usadas para instrução (VIEIRA FILHO, 2017).

2.6.1 Processo de construção

A construção destas aeronaves pela indústria aeronáutica brasileira parte de um projeto feito em avançados *softwares* capazes de calcular com a máxima precisão perfis aerodinâmicos capazes de reduzir ao mínimo o arrasto, diminuindo drasticamente pesos desnecessários e melhorando, consideravelmente, suas performances.

As bases da certificação das aeronaves LSA/ALE são as normas consensuais específicas emitidas pela ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Embora não sejam elaboradas especificamente por uma autoridade aeronáutica, tais normas são aceitas em praticamente todo o mundo, fornecendo uma base legal para a produção e comercialização seriada desse tipo de aeronave.

O Programa IBR2020 é uma iniciativa da ANAC que objetiva amadurecer o conhecimento em certificação de projeto de aeronave e busca tirar proveito de uma demanda nacional por aviões de pequeno porte, de um parque industrial já estruturado, da existência de uma iniciativa regulatória internacional que deve reduzir os custos de certificação, além de mecanismos governamentais de fomento à cadeia produtiva nacional.

O prazo dado pela ANAC para as empresas nacionais que constroem aeronaves ALE, conforme os requisitos do RBAC 21 e normas ASTM, e que as deixariam homologadas, expirou em dezembro de 2016. No Brasil, algumas destas empresas já estão aptas a entregarem estes tipos de aeronaves, algumas delas, a exemplo da Paradise Indústria Aeronáutica já exportam este tipo de aeronave para os Estados Unidos e Europa onde estão sendo utilizadas em várias escolas de aviação para formação de pilotos civis (PARADISE, 2017).

2.6.2 Manutenção

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 S-LSA, as grandes inspeções, inspeções anuais e reparos devem ser executadas 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, assim como ocorre com as aeronaves homologadas (LANZA, 2014).

2.7 ALGUNS MODELOS DE LSA/ALE

2.7.1 *Paradise P1 NG*

A *Paradise Aviation* fica sediada em Feira de Santana, Bahia. Seu ultraleve tem enquadramento P-1 categoria LSA, que permitirá sua utilização como aeronave para escolas, bem como na aviação comercial. Eles, para isso, desenvolveram um rigoroso programa de enquadramento dos processos de fabricação as normas técnicas estabelecidas pela ASTM, e criaram manuais de Procedimentos para Inspeção e Manutenção, Programa de Garantia de Qualidade, Plano de Monitoramento de Segurança, e Manual de Instruções Operacionais dentre outros. O fator de segurança do P-1, que sempre tem ocupado um lugar de destaque no quadro da *Paradise*, passou a um patamar praticamente fora daquele ocupado por aeronaves experimentais, e equivalente ao das aeronaves convencionais (OLIVEIRA, 2015, p. 1).

No Brasil, a empresa tem o CAFC (Certificado de Autorização para Fabricação de conjuntos), que vistoriando toda empresa e atestando que a mesma apresenta um manual de controle de qualidade e aplicabilidade do mesmo apto ao acompanhamento dos processos produtivos e capaz de proporcionar maior segurança ao produto final, consequentemente, dando maior segurança ao usuário (OLIVEIRA, 2015).

Tabela 2 - Dados Técnicos do *Paradise P1 NG*

Capacidade	2 ocupantes
Motorização	Rotax 912 S 100 HP
Hélice	Warp Drive – Tripá -Passo Fixo
Velocidade de Cruzeiro	105 kt
Velocidade Nunca Exceder	125 kt
Velocidade de Stall	44 kt
Peso Vazio	394 kg
Peso Máximo de Decolagem	600 kg
Consumo em Cruzeiro	18 Litros / h
Autonomia	07:30 h
Alcance	1.500 km

Fonte: Paradise (2017).

Figura 9 – *Paradise P1 NG LSA*

Fonte: Paradise (2017)

2.7.2 *New Conquest* INPAER

A INPAER, fabricante do modelo *New Conquest* entrou no mercado em 2002 e já contabiliza mais de 300 aeronaves fabricadas. A sede da empresa fica no Aeroporto Campo dos Amarais em Campinas, SP. Além do *New Conquest*, a empresa tem outros modelos como o *Conquest 160*, o *Excel* e o *Explorer*.

O *New Conquest* é a versão mais sofisticada da categoria leve esportiva da INPAER. Totalmente reformulado, o *New Conquest* associa a tradição das aeronaves INPAER com evoluções aerodinâmicas modernas e tecnológicas. Exemplo de robustez e versatilidade operacional o *New Conquest* teve sua estrutura remodelada, incluindo capô e ponta de asas com formas mais aerodinâmicas, carenagem do estabilizador vertical e parabrisa com acabamento de fixação de acrílico de 4mm. Configurado com a suíte de aviônicos Garmin G3X, a nova versão possui duas telas de 10 polegadas em *touch screen* e um design totalmente repensado para garantir mais conforto e espaço durante o voo. Dentre as modificações destacam-se os bancos reclináveis com encosto de cabeça e as travas das portas que foram adicionadas para deixar a aeronave ainda mais elegante. As hélices antigas foram substituídas por um modelo de carbono da *Sensenich* que aumentaram a eficiência da operação e reduzindo o ruído da aeronave (INPAER, 2015, p. 1).

Tabela 3 - Dados Técnicos do *New Conquest*.

Capacidade	2 ocupantes
Motorização	Rotax 912 S 100 HP
Hélice	Sensenich – Tripá -Passo Fixo
Velocidade de Cruzeiro	108 kt
Velocidade Nunca Exceder	130 kt
Velocidade de Stall	45 kt
Peso Vazio	405 kg
Peso Máximo de Decolagem	600 kg
Consumo em Cruzeiro	18 Litros / h
Autonomia	06:00 h
Alcance	1.200 km

Fonte: Vinholes (2015).

Figura 10 – *New Conquest* INPAER

Fonte: Vinholes (2015)

Figura 11 – Interior do *New Conquest*

Fonte: Vinholes (2015)

2.7.3 *Dynamic* WT9 EDRA

A Edra Aeronáutica é uma montadora credenciada da aeronave *Dynamic* WT9 no Brasil. Já foram fabricadas mais de 600 unidades da aeronave que já se enquadra em todos os pré-requisitos estipulados pela ASTM, e possui a certificação LSA.

ASA BAIXA EM COMPÓSITO: as aeronaves de asa baixa com elevada razão de aspecto e perfil afilado são o que há de melhor em termos de eficiência aerodinâmica, razão de planeio e estabilidade. O diedro e o afilamento das asas deslocam o centro de pressão para cima e na direção da raiz, minimizando o arrasto induzido e amplificando a estabilidade geral da aeronave. Associando estas qualidades de design a elegância, leveza, robustez e plasticidade das estruturas de material composto, o projeto *Dynamic* WT9 beira a perfeição. Sua generosa área alar aliada aos grandes *flaps Fowler* permitem pousos e decolagens em curtas distâncias, tornando a pilotagem simples, prazerosa e muito segura. Com autonomia de 6:30h e velocidade de 240 km/h, o *Dynamic* WT9 alcança confortavelmente distâncias inimagináveis para uma Aeronave Leve Esportiva - ALE. O *Dynamic* WT9 é a aeronave ideal para uso pessoal ou executivo, assim como para a formação básica e avançada de pilotos (EDRA Aeronáutica, 2015, p. 1).

Tabela 4 - Dados Técnicos do *Dynamic* TW9

Dynamic TW9	
Capacidade	2 ocupantes
Motorização	Rotax 912 S 100 HP
Hélice	Warp Drive Tripá -Passo Fixo
Velocidade de Cruzeiro	120 kt
Velocidade Nunca Exceder	151 kt
Velocidade de Stall	35 kt
Peso Vazio	310 kg
Peso Máximo de Decolagem	600 kg
Consumo em Cruzeiro	19 Litros/h
Autonomia	06:30 h
Alcance	1.400 km

Fonte: Edra (2017).

Figura 12 – *Dynamic TW9*

Fonte: Aerospool (2017)

Figura 13 – Interior do *Dynamic TW9*

Fonte: Aerospool (2017)

Pelo contexto apresentado, verifica-se que as aeronaves experimentais ainda serão produzidas pelos seus entusiastas e que, conforme a Instrução Suplementar IS 21.191 deverão seguir as instruções e regulamentações da ANAC e terão o direito de obtenção de seus Certificados de Autorização de Voo Experimental (CAVE) e o Certificado de Matrícula Experimental (CME) e serão classificadas como E-LSA (Aeronave Leve Esportiva Experimental).

Este tópico será dividido em quatro subtítulos onde serão apresentados e observados os objetivos delimitados na pesquisa num cenário em que mudanças são propostas por alguns setores da aviação civil brasileira, a exemplo da Associação Brasileira dos Fabricantes de Aeronaves Leves (ABRAFAL) e que estão sendo avaliadas e implantadas pela ANAC, em conformidade com a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), através

de novos regulamentos que visam à certificação das Aeronaves Leves Esportivas Especiais (ALE – Especial) para fins comerciais, dentre eles a utilização destas aeronaves para instrução de pilotos civis.

2.8 COMPARATIVO ENTRE LSA E AERONAVES HOMOLOGADAS

Com o advento desta nova geração de aeronaves, as Aeronaves Leves Esportivas, e com a possibilidade das mesmas serem utilizadas como treinadores para as escolas de aviação civil e aeroclubes, se faz justo fazer uma comparação entre estes dois tipos de aeronaves. Neste subtópico será feita uma comparação entre duas aeronaves bem conhecidas do público brasileiro - a aeronave mais utilizada no mundo como treinador, o *Cessna C-150*, o LSA *Paradise P1*, feito em Feira de Santana, BA, pela *Paradise Aviation* e o NE 56 Paulistinha. Todas estas aeronaves são de asa alta, capacidade para dois passageiros, e possuem em sua motorização um motor de 100 HP. No Tabela 5 é apresentada a comparação entre esses tipos de aeronaves.

Tabela 5 – Comparativo entre o *Cessna 150*, *Paradise P1 NG* e o Paulistinha.

DADOS	CESSNA C – 150	PARADISE P – 1 NG	NE 56 PAULISTINHA
CAPACIDADE	2	2	2
MOTORIZAÇÃO	Continental 100HP	Rotax 912 S 100HP	Continental 90 HP
CAPACIDADE COMB.	98L/143L	150L	95 L
AUTONOMIA	05:42h	07:30h	04:50 h
ALCANCE	784 km	1500 km	700 km
VEL. DE CRUZEIRO	103 kt	105 kt	72 kt
VEL. DE STALL	48 kt	44 kt	44 kt
VEL. NUNCA EXCEDER	143 kt	125 kt	121 kt
PESO VAZIO	481 kg	386 kg	390 kg
PESO MÁX.	730 kg	600 kg	587 kg
DECOLAGEM			

Fonte: Paradise (2017).

Pode-se observar que essas aeronaves são bastante semelhantes em quase todos os aspectos analisados. Seja a motorização, como também suas velocidades e pesos. Levando-se

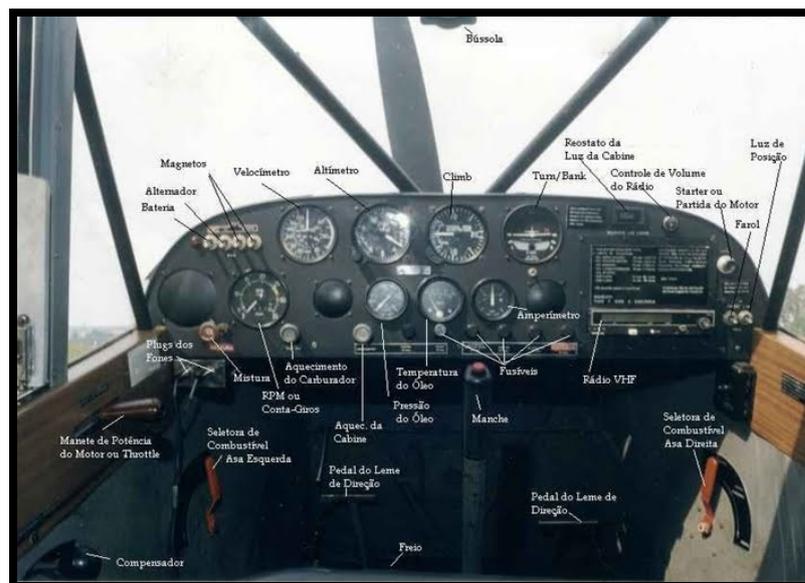
em consideração todas essas semelhanças, pode-se então compreender o motivo da mudança na legislação, com o objetivo de permitir a utilização das Aeronaves Leves Esportivas na instrução aérea de Pilotos Privados e Pilotos Comerciais.

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS - UM FUTURO PARA AS ESCOLAS DE AVIAÇÃO

O LSA/ALE cria um *link* entre a aviação de lazer e a aviação profissional. No Brasil, nos últimos 20 anos, a maioria dos pilotos que se formou em CPD ou CPR não seguiu carreira; com o LSA, isso tudo irá mudar.

No modelo atual, as aeronaves primárias de instrução homologadas usam instrumentos e aviônicos analógicos e horas de voo em aeronaves modernas, homologadas, com aviônica atual, e geralmente *quadriplaces*, custam muito mais caro. Com as inovações tecnológicas presentes nos LSA/ALE, o futuro piloto poderá ter contato com a tecnologia *glass cockpit* (telas de LCD aonde constam informações eletrônicas sobre o voo e parâmetros do motor) e a utilização de GPS para navegação aérea, o qual já é amplamente utilizada na aviação comercial, diminuindo a diferença entre sua formação básica e sua profissionalização. Como já se vê, serão aeronaves mais modernas, seguras, que colaborarão com a formação dos futuros comandantes de aeronaves comerciais. As Figuras 14 e 15 ilustram a evolução tecnológica dos painéis dos aviões.

Figura 14 – Painel do Aeroboero AB-115



Fonte: Clube Aero Boero (2017)

Figura 15 – Painel do *Cessna C172 (Glass Cockpit)*

Fonte: AAFT (2017)

3.1 REDUÇÃO DE CUSTOS

Os aviões usados para treinamento na forma tradicional, pelas limitações discutidas, enfrentam grandes dificuldades em peças de reposição, o que força os aeroclubes que possuem mais de uma destas aeronaves a ter que sacrificar uma delas para retirada destas peças para manter as outras em operação. Exemplos são o Aeroboero 115 e NE 56 Paulistinha. As Figuras 16 e 17 mostram um avião Aeroboero 115 e NE 56 Paulistinha, respectivamente.

Figura 16 – Aeroboero 115



Fonte: Clube Aero Boero (2017)

Figura 17 – NE 56 Paulistinha



Fonte: Sharp (2014)

As escolas de aviação no Brasil utilizam também os *Cessnas C 150* (Figura 18) importadas dos Estados Unidos. Como nos EUA as escolas de aviação estão utilizando os LSA em suas aulas práticas de voo, estas aeronaves estão sendo compradas pelas escolas brasileiras a um custo médio de US\$ 100.000,00 (cem mil dólares) já com as taxas de importação, seguro e traslado. Pela importação, outro problema surge com a manutenção de um avião com idade média de mais de 40 anos e mais de 3500 horas de voo, com as peças de reposição importadas, se tornando o maior responsável pelo alto custo da hora de voo, seguido do preço do combustível que gira em torno de R\$ 7,30 por litro.

Figura 18 – Cessna C150



Fonte: Aeroclube de Piracicaba (2017)

Ao compararmos estas aeronaves aos LSA, pode-se notar que existem grandes diferenças entre as aeronaves treinadoras atualmente utilizadas no Brasil e as Aeronaves Leves Esportivas Especial. A começar pela idade, pois serão aeronaves novas a serem

utilizadas, tanto em célula quanto motor. Segundo, o custo de aquisição (sem falarmos de possíveis incentivos fiscais e subsídios) onde um LSA modelo *Paradise* P1 tem preço básico inicial de US\$ 95.000,00 (noventa e cinco mil dólares) (*Paradise* 205).

As peças de reposição podem ser adquiridas diretamente com os fabricantes e os reparos que podem ser feitos diretamente em suas fábricas ou centros autorizados espalhados pelo país, o que diminui consideravelmente o tempo que esta aeronave ficaria parada esperando a importação de peças. E por último e mais importante seria a possibilidade de redução drástica das despesas com combustível, pois o motor *Rotax* 912S, conforme seu manual, recomenda o uso de gasolina *Premium* ou Pódium. Esse tipo de combustível aumenta a vida útil do motor devido não haver a presença de chumbo (obrigatório na AVGAS – gasolina para aviação), além de seu valor por litro girar em torno de R\$ 4,15.

Com base nestes dados pode-se estimar um custo hora em torno de R\$ 106,00 para as aeronaves LSA enquanto em uma aeronave homologada está em torno de R\$ 265,00. Isso sem contar o valor da hora aula do instrutor e taxas aeroportuárias que podem ser isentadas. As escolas de aviação pelo país vendem sua hora/voo em média por R\$ 400,00 (AEROTIME escola de aviação, 2015) em uma aeronave homologada, enquanto as escolas de voo que ministram aulas para CPR e CPD em aeronaves LSA custam, em média, R\$ 220,00 (FlyClub, 2015) à hora/voo, uma diferença de 45%. Se levarmos em conta que um aluno necessita voar pelo menos 110 horas neste tipo de aeronave, a diferença ao final do curso seria de aproximadamente R\$ 20.000,00 de economia para o aspirante a piloto comercial.

3.2 UM FOMENTO PARA INDÚSTRIA NACIONAL

A comunidade aeronáutica brasileira parece entender que a implantação do LSA é justificável e altamente positiva, pois promoverá a viabilidade econômica de novos projetos, o aumento da segurança operacional de voo, o acesso a novas tecnologias (embarcadas, de voo e operação), a legalização da categoria, a redução do custo/hora de voo e o fomento para indústria aeronáutica nacional. Outro ponto importante é o potencial de crescimento da indústria aeronáutica nacional, pois a liberação das aeronaves S-LSA para instrução de voo fará com que estas indústrias invistam em novas máquinas e tecnologias para atender a demanda das escolas de aviação no Brasil e no exterior, contratando mais funcionários e gerando centenas de empregos diretos e indiretos (LANZA, 2014).

Um exemplo disso está na *Paradise* Indústria Aeronáutica que gera cerca de 110 empregos de forma direta e incontáveis de forma indireta, através de seus fornecedores, isso para entregar uma média de quatro aeronaves por mês. Quando aprovada a lei que permitirá o uso do LSA, a *Paradise* estima triplicar o número de funcionários para atender uma demanda reprimida. E isto também é uma realidade para as demais empresas do setor a exemplo da EDRA e da INPAER.

3.3 LEGISLAÇÃO

As leis atuais permitem o uso dessas aeronaves em instrução? Ainda não. No momento deve ser mudada toda a legislação aérea nacional que implica ao assunto. No Brasil, com a aprovação do RBAC 61 (Licenças, Certificados e Habilitações para Pilotos), foi instituído o Certificado de Piloto de Avião Esportivo Leve (CPL), muito semelhante à licença *Sport Pilot*, e que deve ser implantado num futuro bem próximo, em substituição às atuais licenças CPR e CPD (Certificado de Piloto Recreativo e Certificado de Piloto Desportivo, respectivamente). Espera-se que, com a incorporação das regras do RBHA 103A pelo novo RBAC 91 (Regras Gerais Para a Operação de Aeronaves Civis), o CPL comece a ser oferecido pelas escolas de aviação, em aeronaves ALE-Especial, e, mais ainda, que as horas voadas por um piloto CPL sejam válidas para a obtenção da carteira de Piloto Privado ou Piloto Comercial.

Já que não há aeronaves recém-lançadas nos EUA para instrução, não existem novos projetos em desenvolvimento, então as aeronaves de instrução norte-americanas estão sendo substituídas pelos LSA e as aeronaves homologadas antigas estão vindo para o Brasil (*Cessna 152*, por exemplo).

A ABRAFAL (apud AERO MAGAZINE, 2014) acredita que a saída seja o Brasil se basear na regra americana, que permite que as aeronaves LSA sejam utilizadas para a formação de pilotos. Segundo a entidade, existe espaço para que as indústrias brasileiras que já possuem projetos e constroem aeronaves de treinamento modernas e de acordo as normas ASTM, repetirem o sucesso obtido com o Paulistinha, já que, com as aeronaves legalmente certificadas, será possível obter linhas de financiamento do tipo BNDES, tanto para as indústrias adquirirem maquinário e tecnologia quanto para as escolas comprarem estas aeronaves com algum tipo de subsídio que venha a ser dado pelo governo federal, visando o fomento da aviação nacional.

3.4 SEGURANÇA OPERACIONAL

Dos objetivos da pesquisa questiona-se se essas aeronaves são seguras. Uma aeronave experimental para ser aceita no Brasil, é necessário que o fabricante ou seu representante legal atenda vários requisitos documentados através dos formulários F100-50 (e seus anexos aplicáveis), F100-80 e a F100-79 (Declaração de cumprimento). São eles (ANAC, 2017):

- Relatório de ensaio em voo para demonstrar que a aeronave cumpre com o item 4 da norma consensual ASTM F2245 (Especificação Padrão para Design e Desempenho de um Avião Esportivo Leve);
- Relatório de teste estrutural para demonstrar que a aeronave cumpre com o item 5 da norma consensual ASTM F2245;
- Um procedimento de Aeronavegabilidade continuada para mostrar cumprimento com a norma consensual ASTM F2295;
- Um Manual de Garantia da Qualidade para mostrar cumprimento com a norma consensual ASTM F2972;
- Um manual de voo para a aeronave (POH) um suplemento de treinamento de voo de acordo com a norma consensual ASTM F2746;
- Um manual de manutenção e inspeção de acordo com a norma consensual ASTM F2483;
- Lista para checagem de cumprimento de requisitos para, no mínimo, a norma consensual ASTM,
- Lista mestra de desenhos e uma lista de documentos, contendo data de emissão e última revisão válida;
- Um documento emitido pelo fabricante ou autoridade aeronáutica local declarando que o modelo de aeronave é elegível a receber um certificado de aeronavegabilidade, autorização de voo ou certificação no país de fabricação.

Pelo parágrafo anterior, ficou demonstrado que essas aeronaves são munidas de testes e laudos que certificam sua segurança. Mesmo assim, questiona-se se há estatísticas que provam acidentes com o uso destas aeronaves, mesmo em voo recreativo. Segundo a CENIPA e ANAC não há disponibilidade de números oficiais sobre acidentes com aeronaves experimentais nos portais do.

Nos Estados Unidos, de acordo com o artigo publicado pela *Flying Magazine*, os índices de acidentes com avião leve vêm caindo consistentemente: ocorreram 17% menos acidentes no período de 12 meses encerrado em setembro de 2016, comparado com o mesmo período anterior. Sabendo dos esforços erigidos na instrução aérea (pouso brusco, manobras de estol, parafuso, correções abruptas de erros de alunos) a EAA- *Experimental Aircraft Association* diz que no estado americano há diversas ações de prevenção, como a instalação de equipamentos suplementares, assim como modificações na regulamentação de testes de voo para as aeronaves de construção amadora e nos requisitos de treinamento de pilotos também foram responsáveis pela melhoria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa mostrou que as Aeronaves Leves Esportivas (ALE) são seguras e viáveis economicamente para serem utilizadas na instrução aérea de pilotos privados e comerciais. Deste modo, representam um caminho sem volta para o futuro da aviação, e logo serão reconhecidas pela ANAC como viáveis para substituição de aeronaves defasadas e de alto custo de manutenção.

A análise e discussão dos quadros comparativos presentes nesta pesquisa pôde demonstrar que as atuais Aeronaves Leves Esportivas são perfeitamente viáveis, ou melhor, muito mais econômicas e seguras que as atuais aeronaves utilizadas nas escolas de aviação civil e aeroclubes existentes no Brasil. Além disso, as ALE's possibilitam aos aspirantes a piloto comercial um contato mais precoce com as tecnologias hoje existentes nas aeronaves executivas e comerciais, a exemplo de telas eletrônicas, piloto automático e GPS.

Após a completa regulamentação das Aeronaves Leves Esportivas junto a ANAC, abre-se a oportunidade do fomento das escolas de aviação através de aeronaves nacionais, podendo até mesmo as intenções serem subsidiadas pelo governo; em qualquer alternativa, diminuindo o custo da hora de voo, gerando muitos empregos diretos e indiretos no setor.

Esta pesquisa também servirá para desmistificar ou pelo menos mitigar o preconceito existente para com as aeronaves experimentais, pois, para o autor, estas são aeronaves perfeitamente adequadas para a instrução aérea. Com o advento da tecnologia LSA, certamente, é inevitável uma mudança de visão estratégica normativa e de mercado que atualize novas tecnologias às novas realidades, deixando o passado defasado e atualizando as oportunidades em tudo de viável que pode oferecer o avanço dos novos projetos.

A pesquisa mostrou com a ajuda de documentos que até a própria ANAC reconhece que antes, a diferença tecnológica entre uma aeronave de projeto certificado e uma aeronave de construção amadora, voltada a atividades recreativas, era grande. Hoje, com a evolução da tecnologia e o contínuo aumento dos níveis e segurança, essa diferença diminuiu significativamente, o que evidentemente se traduziu em custos cada vez menores para as escolas de pilotagem que utilizam o ALE para instrução aérea no mundo. Isso reforça a conclusão que as ALE são economicamente viáveis e novas escolas de aviação poderão ser criadas, além das atuais expandidas, para oferecer mais cursos e carga/horária de voo a preços mais acessíveis aos candidatos à piloto.

Como possibilidades para novas pesquisas, sugere-se novas abordagens econômicas quantitativas que levantem os custos de operação das ALE's com vistas a

compará-los às formas tradicionais de ensino, método que não foi inserido neste trabalho, mas se faz importante para melhor compreensão da viabilidade de uso das ALE's em instrução para novos pilotos. Seria a identificação próxima de quanto custa a hora/aula entre os ALE e as aeronaves tradicionais, tendo uma ideia de quanto seria a redução em custos de operação para as escolas; quanto poderia ser repassado aos alunos em redução de custos; a relação de oferta de vagas *versus* a demanda de pilotos chegando-se a um número de vagas de treinamento adequado para atender a necessidade de mercado; entre outros dados quantitativos neste viés.

Também outro assunto que ajudaria o desenvolvimento do tema seria aquelas relacionadas à segurança de voo. Quais os índices de incidentes entre os ALE's *versus* as aeronaves tradicionais utilizadas para instrução aérea no Brasil e como compará-los de modo científico em que respeite as possibilidades e limitações das condições de cada um? Podemos comparar os índices de acidentes aéreos ALE em relação às aeronaves tradicionais de forma direta, sem analisar caso a caso? São perguntas que poderiam ser desenvolvidas em outras pesquisas.

REFERÊNCIAS

AAFT – *American Air Flight Training*. 2017. Disponível em: <<http://fly-aaft.com/aircraft-and-simulator/cessna-172s-g1000-glass-panel/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

AEROCLUBE DE PIRACICABA. 2017. Disponível em: <http://www.aeroclubedepiracicaba.com.br/index.php/aeronaves/17-c150-cessna-150#g_1_0>. Acesso em: 15 out. de 2017.

AERO MAGAZINE. **Elegância em alta velocidade**, São Paulo, ed. 214, mar. 2012a. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/elegancia-em-alta-velocidade_379.html>. Acesso em: 19 abr. 2017.

AERO MAGAZINE. **Aeronaves experimentais e homologadas**. São Paulo, ed. 221, out. 2012b. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/aeronaves-homologadas-e-experimentais_730.html>. Acesso em: 19 abr. 2017.

AERO MAGAZINE. **O dilema dos LSA**. São Paulo, ed. 229, jun. 2013. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-dilema-dos-lsa_1009.html>. Acesso em: 19 abr. 2017.

AERO MAGAZINE. **LSA, um divisor de ares**, São Paulo, ed. 237, dez. 2014a. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/lsa-um-divisor-de-ares_1392.html>. Acesso em: 19 dez. 2017.

AERO MAGAZINE. **O futuro dos ultraleves pesados**. São Paulo, ed. 242, jul. 2014b. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-futuro-dos-ultraleves-pesados_1627.html>. Acesso em: 03 mar. 2017.

AERO MAGAZINE. **Manutenção e aeronavegabilidade**. São Paulo, ed. 242, jul. 2014c. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/manutencao-e-aeronavegabilidade_1628.html>. Acesso em: 12 fev. 2017.

AEROSPOOL.2017. Disponível em: < <https://www.aerospool.sk/index.php/en/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

ANAC. Proposta de revogação do regulamento brasileiro de homologação aeronáutica–RBHA N°37 – “PROCEDIMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE AERONAVES POR AMADORES”. 2009.

ANAC. Proposta de inclusão ao regulamento brasileiro da aviação civil –RBAC N° 01 – “definições, regras de redação e unidades de medida”. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/participacao-social/audiencias-e-consultas-publicas/audiencias/2010/aud03/justificativa-rbac01.pdf>>. Acesso em: 15 out. de 2017.

ANAC. **RBAC 01**: Proposta de inclusão ao regulamento brasileiro da aviação civil – “definições, regras de redação e unidades de medida”. Disponível em:

<<http://www.anac.gov.br/participacao-social/audiencias-e-consultas-publicas/audiencias/2010/aud03/justificativa-rbac01.pdf>>. Acesso em: 15 out. de 2017.

ANAC. **IBR 2020**: Programa de Fomento à Certificação de projetos de aviação de pequeno porte. 2014. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/plano/iBR2020.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ANAC. **IS 21.191-001A**: Aeronave de construção amadora. 2012. Instrução Suplementar. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/iac.asp>>. Acesso em: 9 fev. 2017.

ANAC. **RBAC 21**: Certificação de projetos aeronáuticos. Regulamento Brasileiro de Homologação aeronáutica. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>>. Acesso em: 03 fev. 2017.

ANAC. **RBAC 61**: Licenças e Habilitações e Certificado para pilotos. Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

ANAC. **RBHA 103A**: Veículos ultraleves. 2001. Regulamento Brasileiro de Homologação aeronáutica. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha103.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

ANAC. **RBHA 37**: Construção de aeronave experimental. 2001. Regulamento Brasileiro de Homologação aeronáutica. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>>. Acesso em: 03 fev. 2015.

ANAC. **RBHA 91**: Regras gerais de operação para aeronaves civis. 2003. Regulamento Brasileiro de Homologação aeronáutica. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha/rbha-091/@@display-file/arquivo_norma/rbha091.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2017.

ANAC. Você conhece a Aviação Experimental? Curiosidades e diferenças para a Aviação Certificada. 2016. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/noticias/2016/voce-conhece-a-aviacao-experimental>>. Acesso em: 18 de set. 2017.

ABUL – Associação Brasileira de Pilotos de Aeronaves Leves. 2017. Disponível em: <<http://www.abul.com.br/abul/default.asp>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

BNDES Setorial. A CADEIA AERONÁUTICA BRASILEIRA E O DESAFIO DA INOVAÇÃO, Rio de Janeiro, n. 21, p. 31-55, mar. 2005.

CLUBE AERO BOERO. 2017. Disponível em: <<http://aeroboero.com/a-aeronave/ab-115/>>. Acesso em: 15 out. de 2017.

CRESPO, Ricardo Beltran. Elegância em alta velocidade. 2012. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/elegancia-em-alta-velocidade_379.html>. Acesso em: 01 dez. 2017.

EDRA Aeronáutica. Características Dynamic WT9. 2015. Disponível em: <<http://www.scodeaeronautica.com.br/avioes/index.php?pagina=dados>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

INPAER: Características New Conquest. 2015. Disponível em: <<http://www.inpaer.com/novo/lisa.php>>. Acesso em: 05 abr. 2015.

FLY AERONAVES EXPERIMENTAIS. 2017. Disponível em: <<http://www.flyultraleves.com.br>>. Acesso em: 18 set. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MANUAL: **Motor Rotax 912S**. 2010. Disponível em: <http://www.cavu.com.br/biblioteca/manuais/manual_motor_ROTAX-912.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

FILHO, João Eriberto Mota. **O que é um ultraleve?** 2005. Disponível em: <<http://eriberto.pro.br/ultraleves/>>. Acesso em: 3 fev. 2017.

LANZA, M. **O futuro dos ultraleves pesados**. 2004. Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-futuro-dos-ultraleves-pesados_1627.html>. Acesso em: 21 nov. 2017.

NATIONAL PARK SERVICE. **The Road to the First Flight**. 2017. Disponível em: <<https://www.nps.gov/wrbr/learn/historyculture/theroadtothefirstflight.htm>>. Acesso em: 18 set. 2017

OLIVEIRA, Alessandra de. **Coleta de dados**. Palhoça: UnisulVirtual, 2014.

OLIVEIRA, Alessandra de. **Manual do Trabalho de Conclusão de Curso**. Palhoça: UnisulVirtual, 2014.

OLIVEIRA, Alessandra de. **Modelo de Monografia**. Palhoça: Unisul Virtual, 2014.

OLIVEIRA, Alessandra de. **Modelo do Projeto de Pesquisa**. Palhoça: UnisulVirtual, 2014.

OLIVEIRA, Alessandra de. **Projeto de Pesquisa**. Palhoça: UnisulVirtual, 2014.

OLIVEIRA, Noé. **Sobre a Paradise indústria aeronáutica**. 2015. Disponível em: <<http://www.paradise-ultraleve.com>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

PARADISE INDÚSTRIA AERONÁUTICA. 2017. Disponível em: <www.paradise-ultraleve.com>. Acesso em: 19 nov. 2017.

RODRIGUES, L. E. Miranda. (2009). **Demoiselle – O Melhor Projeto de Santos Dumont**. AeroDesign Magazine, 1, p. 1-2.

SHARP, Bob. Saudade do Paulistinha. 2014. Disponível em: <<http://www.autoentusiastas.com.br/2014/11/saudade-do-paulistinha/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade/José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, Albert Fishlow. – Brasília: Ipea, 2017. 305 p.

VINHOLES, Thiago. Empresa do Interior de SP Lança Avião Leve de Última Geração. 2015. Disponível em: < <https://airway.uol.com.br/empresa-do-interior-de-sp-lanca-aviao-leve-de-ultima-geracao/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.