



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

WAGNER DIAS DE MORAES SOBRINHO

**A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO EM SIMULADOR DE VOO PARA
FORMAÇÃO E APRIMORAMENTO DA HABILIDADE DE PILOTAGEM**

Palhoça

2020

WAGNER DIAS DE MORAES SOBRINHO

**A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO EM SIMULADOR DE VOO PARA
FORMAÇÃO E APRIMORAMENTO DA HABILIDADE DE PILOTAGEM**

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.

Orientadora: Profa. Patrícia da Silva Meneghel, D.ra

Palhoça

2020

WAGNER DIAS DE MORAES SOBRINHO

**A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO EM SIMULADOR DE VOO PARA
FORMAÇÃO E APRIMORAMENTO DA HABILIDADE DE PILOTAGEM**

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, 20 de abril de 2020

Orientador: Profa. Patrícia da Silva Meneghel, D.ra

Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Joel Irineu Lohn, MSc

Universidade do Sul de Santa Catarina

Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a Claudia Thofehn,
minha grande incentivadora na conclusão do
curso superior.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos professores que apoiaram e trouxeram informações e orientações valiosas, acrescentando importante conhecimento para nossa carreira profissional. Agradeço, também, a minha família, os amigos e em especial a M.e e Comandante Claudia Thofehr por todo o incentivo e paciência nas orientações a mim concedidas durante a confecção deste e de outros trabalhos no decorrer do Curso de Ciências Aeronáuticas.

RESUMO

O objetivo geral desta pesquisa foi ressaltar a importância que os simuladores de voo assumiram como ferramenta de instrução aérea, elevando os padrões de treinamento e, desta forma, aumentando a segurança de voo nas operações aéreas, sem colocar em risco pessoas e equipamentos. Além disso, o presente trabalho também objetivou demonstrar a importância do simulador na formação e no aprimoramento das habilidades de pilotagem de pilotos e ressaltar a importância do instrutor de voo no processo de ensino e aprendizagem. Quanto à metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos, caracteriza-se como pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. Em relação à coleta de dados, tratou-se de uma pesquisa bibliográfica e documental, com pesquisas em órgãos como ANAC, artigos publicados em revistas, artigos e trabalhos publicados por autores diversos, obras, entre outros.

Palavras-chave: Simulador de voo. Instrução aérea. Instrutor de voo.

ABSTRACT

The general objective of this research was to emphasize the importance that flight simulators assumed as an aerial instruction tool, raising training standards and, thus, increasing flight safety in aerial operations, without putting people and equipment at risk. In addition, the present work also aimed to demonstrate the importance of the simulator in the training and improvement of pilots' piloting skills and to emphasize the importance of the flight instructor in the teaching and learning process. As for the methodology used to achieve the proposed objectives, it is characterized as descriptive research with a qualitative approach. In relation to data collection, it was a bibliographic and documentary research, with research in bodies such as ANAC, articles published in magazines, articles and works published by different authors, works, among others.

Keywords: Flight simulator. Aerial instruction. Flight instructor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dispositivo para treinamento de piloto em terra.....	17
Figura 2 - Simulador Link Trainer da Força Aérea Americana.....	18
Figura 3 - Simulador de voo baseado na junção de televisores.....	19
Figura 4 - Simulador LJ45 da FlighSafety	20

LISTA DE SIGLAS

AC	<i>Advisory Circular</i>
ANAC	Agencia Nacional de Aviação Civil
ATD	<i>Aviation Training Device</i>
AATD	<i>Advanced Aviation Training Device</i>
BATD	<i>Basic Aviation Training Device</i>
CRM	<i>Corporate Resource Management</i>
CTA	Controlador de Tráfego Aéreo
DAC	Departamento de Aviação Civil
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAR	<i>Federal Aviation Regulation</i>
FFS	<i>Full Flight Simulator</i>
FTD	<i>Flight Training Device</i>
FSTD	<i>Flight Simulator Training Devices</i>
IAC	Instrução de Aviação Civil
INVA	Instrutor de Voo de Avião
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i>
MMA	Manual de Curso
PCATD	<i>Personal Computer based Aviation Training Device</i>
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA.....	13
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivo Geral	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 METODOLOGIA.....	14
1.4.1 Natureza e tipo da pesquisa	14
1.4.2 Materiais e métodos.....	15
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	15
2 O SIMULADOR DE VOO.....	17
2.1 INTRODUÇÃO DOS SIMULADORES	17
2.2 BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO SIMULADO	20
2.3 O SIMULADOR NA ATUALIDADE.....	21
2.4 IMPORTÂNCIA DO INSTRUTOR NO VOO SIMULADOR	23
2.5 CRM COMO PARTE DO TREINAMENTO	24
2.6 FUTURO DO SIMULADOR.....	25
3 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A aviação sempre gerou fascínio sobre o ser humano, sendo de suma importância que seja uma atividade extremamente segura e economicamente viável. A preocupação com treinamento e instrução de pilotos e tripulações é uma constante e, em função disso, a comunidade aeronáutica está sempre à procura de ferramentas que ajudem a manter um padrão operacional elevado e satisfatório. Geralmente não é viável treinar determinados procedimentos com uma aeronave devido aos riscos que estes procedimentos acarretam, tanto ao equipamento como a tripulação em treinamento. Além disso o treinamento pode ser restrito ou não executado devido a fatores não controlados pelo homem, tais como, meteorologia, climatologia e períodos noturnos.

O surgimento dos treinadores sintéticos ou simuladores de voo rompeu com este paradigma, tornando possível treinar e instruir pilotos e tripulações completas a qualquer hora, sob qualquer condição, sem expor a riscos pessoas e equipamentos e com uma reprodução muito fidedigna da realidade.

Os simuladores de voo são equipamentos criados com a finalidade de reproduzir, total ou parcialmente e de forma realista, o voo de uma aeronave. Seu aparecimento surgiu devido à necessidade de analisar procedimentos e manobras sem colocar em risco a vida das pessoas, pois podem ser cometidos e corrigidos erros e ainda assim retomar o treino, assim como testar em simultâneo vários cenários de voo (COSTA, 2008).

Nos primórdios da aviação, depois do voo do mais pesado que o ar, muitos acidentes vitimaram os pioneiros, trazendo prejuízo financeiro e ceifando vidas dos envolvidos na nova atividade. A inexperiência e inabilidade específica dos pilotos fizeram surgir a necessidade de uma preparação inicial, para o manejo dos controles das aeronaves e das condições existentes em voo. A preocupação com os perigos levou a criação de aparelhos chamados de treinadores de voo e devido as transformações tecnológicas que receberam desde sua invenção, são atualmente conhecidos como simuladores de voo (MACHADO, 2020). Um simulador de voo é composto por um modelo, real ou teórico, um dispositivo através do qual o modelo é implementado e um regime de aplicação, no qual o modelo e o dispositivo são combinados através de uma técnica de utilização para atingir um objetivo em particular (COSTA, 2008).

Com o passar do tempo, de simples aviões em tamanho real, fixados ao solo a fim de proporcionar o treino dos comandos, esses aparelhos tornaram-se sinônimo de alta tecnologia e sofreram adição de elementos da informática e da ciência que o tornaram realizadores de verdadeiros voos virtuais (MACHADO, 2020).

Santos Dumont foi um dos pioneiros também na simulação de voo, onde inicialmente antes de voar o 14 bis ensaiou o novo aparelho acoplado ao seu balão-dirigível nº 14, aprendendo assim as reações aerodinâmicas da aeronave. Após uma tentativa fracassada de fazer voar um helicóptero, Santos Dumont construiu em julho de 1906 uma máquina híbrida, um avião unido a um balão de hidrogênio. Como o balão utilizado foi o N.º 14, o híbrido recebeu o nome de 14-bis (o “14 de novo”). Para adaptar o balão ao aeroplano Santos Dumont alterou novamente a costura do envelope. Apresentou a exótica aeronave pela primeira vez no dia 19 de julho, em *Bagatelle*, onde fez algumas corridas, obtendo saltos apreciáveis (VISONI, 2009).

Na atualidade a simulação de voo se tornou uma realidade, desde jogos eletrônicos que simulam voos reais nos mais diversos tipos de aeronaves utilizados por aficionados por aviação e pela população em geral a complexos simuladores que treinam pilotos da aviação comercial, militar e de ônibus espaciais.

Para fim de formação profissional os simuladores de voo vêm sendo utilizados como ferramentas insubstituíveis em todas as etapas práticas dos cursos de piloto. As agências reguladoras têm autorizados seu uso e dependendo da complexibilidade e fidelidade dos mesmos chegam a ter equivalência na contabilidade de horas para a formação, significando que uma hora de treinamento em simulador corresponde a uma hora de treinamento na aeronave (MACHADO, 2020).

A ANAC (Agencia Nacional de Aviação Civil), órgão governamental que regula a aviação civil brasileira, seguindo os moldes da *Federal Aviation Administration* (FAA) agencia reguladora da aviação nos Estados Unidos, permite o uso de simulador para a instrução pelas escolas, centros de treinamentos, empresas e companhias aéreas e classifica os dispositivos de acordo com sua complexidade. De uma maneira muito superficial os Dispositivos de Treinamento Simulado de Voo (FSTD – *Flight Simulator Training Devices*) dividem-se em grupos de acordo com uma ordem crescente de complexidade e fidelidade ao realismo do voo, os dispositivos baseados em computadores pessoais (PCATD - *Personal Computer based Aviation Training Device*), os dispositivos básicos de treinamento aeronáutico (BATD - *Basic Aviation Training Device*), os dispositivos de treinamento aeronáutico (ATD- *Aviation Training Device*), os dispositivos aeronáuticos de treinamento avançado (AATD (*Advanced Aviation Training Device*), os dispositivos de treinamento de voo (FTD - *Flight Training Device*) e os dispositivos de voo completos (FFS - *Full Flight Simulator*).

Atualmente os simuladores são amplamente utilizados no treino de pilotos e tripulações e suas vantagens principais são a redução do custo de formação e treino de pessoal, a redução do tempo de formação e treino do pessoal, o aumento de segurança, o aumento de

janela de oportunidade para um treino em voo, ligações em rede onde vários alunos interagem entre si, redução de custos operacionais e da poluição atmosférica e sonora (COSTA, 2008).

O presente trabalho tem como objetivo reforçar a importância do uso do simulador de voo no treinamento e aperfeiçoamento das técnicas de pilotagem, sendo que as companhias aéreas têm continuamente investido no treinamento simulado e na criação dos seus próprios centros de instrução, garantindo um nível de transferência de treinamento o mais próximo da realidade.

1.1 JUSTIFICATIVA

Todo profissional da aviação sendo piloto de aeronave a reação e por questões legais, anualmente deve realizar treinamento periódico e voo de exame de proficiência. Desde 2018 a ANAC regulamentou que tais voos não seriam mais efetuados em aeronaves sendo obrigatório o treinamento e exame em simuladores de voo. Houveram protestos da comunidade aeronáutica alegando os altos custos gerados por esta resolução, pois no Brasil praticamente não existem simuladores suficientes para o atendimento da demanda, devendo praticamente na sua maioria, os treinamentos serem efetuados no estrangeiro. Além do custo financeiro, surgiram outros problemas tais como as diferenças de regulamentos para voo em outros países e a barreira da língua devido aos treinamentos e exames serem ministrados por profissionais do país sede do treinamento.

A presente pesquisa vem sendo executada com o intuito de apontar para a comunidade aeronáutica os benefícios trazidos por essa decisão, o quão valioso é o treinamento no simulador onde são treinadas quaisquer manobras ou emergências sem oferecer risco aos pilotos e equipamento.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Qual a importância atual do treinamento em simulador de voo como parte da formação e aprimoramento da habilidade de pilotagem?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a importância do treinamento em simulador de voo como parte da formação e aprimoramento da habilidade de pilotagem.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever a origem dos dispositivos de treinamento sintéticos;
- b) Caracterizar os principais tipos de dispositivos de treinamento sintéticos utilizados atualmente;
- c) Verificar a importância dos dispositivos de treinamento sintéticos como parte da formação do piloto;
- d) Verificar a importância dos dispositivos de treinamento sintéticos para o aprimoramento das habilidades;
- e) Verificar as regras atuais no uso dos dispositivos de treinamento sintéticos junto aos centros de treinamentos/escolas de aviação.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza e tipo da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como **exploratória**, com procedimento bibliográfico e documental e com abordagem tanto qualitativa, quanto quantitativa.

A pesquisa exploratória, conforme Lakatos e Marconi (2003, p. 188), tem uma tríplice finalidade, que é “desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e classificar conceitos.”.

O procedimento para coleta de dados caracteriza-se como **bibliográfico**, definido por Rauen (2002, p. 65) como a “busca de informações bibliográficas relevantes para a tomada de decisão em todas as fases da pesquisa.”. Desse modo, a pesquisa em questão visa a uma profunda investigação teórica e prática sobre cada uma das supracitadas abordagens, primordial

para a análise proposta inicialmente. O procedimento **documental**, conforme Gil (2002), tem o objetivo de descrever e comparar dados, características da realidade presente e do passado.

A abordagem da pesquisa foi **qualitativa**, por se basear na realidade para fins de compreender uma situação única (RAUEN, 2002) e **quantitativa**, por buscar conhecimento por meio de raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas, hipóteses e questões, mensuração de variáveis, observação e teste de teorias (CRESSWELL, 2007).

1.4.2 Materiais e métodos

Os materiais a serem analisados serão:

Bibliográficos: Livros e periódicos que descrevem os fatores humanos relativos a acidentes e incidentes aéreos, medicina aeroespacial, segurança de voo e psicologia na aviação.

Documentais: Documentos diversos sobre a legislações regendo a Aviação Civil brasileira oferecem requisitos e padrões de procedimentos em relação ao tema proposto.

São eles:

- a) Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica;
- b) Código Brasileiro de Aeronáutica;
- c) Documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- d) Artigos relacionados à instrução em simuladores de voo.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A primeira parte do trabalho apresenta uma introdução que tem por objeto dar ao leitor uma visão geral do tema a ser discutido juntamente com um pequeno histórico temporal da evolução dos simuladores desde sua origem até os dias atuais. Este capítulo está subdividido em introdução, problema de pesquisa, objetivos, justificativa e metodologia. O referencial teórico, segunda parte do trabalho, tem como objetivo apontar o simulador de voo como ferramenta imprescindível na instrução aérea, esclarecendo a sua importância para o treinamento dos pilotos. No desenvolvimento do trabalho serão apresentados a legislação exigida para sua implantação e funcionamento, os benefícios gerados pela sua utilização, a importância dos instrutores do simulador como ferramenta de transferência de conhecimento, bem como o treinamento voltado à tripulação através do CRM. A motivação para a escolha deste assunto foi a escassez de artigos sobre o tema em língua portuguesa e a necessidade de

reforçar cada vez mais a cultura do uso do simulador como principal ferramenta para a segurança de voo na comunidade aeronáutica.

2 O SIMULADOR DE VOO

De rústico e rudimentar aparelho criado para ensinar os pioneiros a utilizar os comandos básicos das aeronaves no passado a ferramenta imprescindível no treinamento de tripulações de grandes jatos, modernos helicópteros e até mesmo veículos espaciais da atualidade os simuladores de voo solidificaram sua posição de importância quando o assunto é treinamento e instrução aeronáutica.

2.1 INTRODUÇÃO DOS SIMULADORES

O simulador de voo foi criado no início da aviação, pois naquela época não havia um preparo para os pilotos, vitimando os envolvidos nesta operação. Os simuladores foram criados para que pilotos bem treinados pudessem entrar em uma aeronave e voar de forma segura, conseguindo executar a missão necessária (GOMES, 2019).

Figura 1 - Dispositivo para treinamento de piloto em terra



Fonte: Museu Aeroespacial (2020, p. 1).

Uma característica comum aos simuladores é a tentativa de fornecer uma imitação operacional da atividade real. Podemos ter vários níveis de abstração e de envolvimento humano em uma simulação. Como o propósito dos simuladores de voo é simular o comportamento de uma aeronave eles envolvem um baixo nível de abstração e um alto nível de envolvimento humano. A essência de um simulador de voo é a criação de um modelo dinâmico do comportamento de uma aeronave de modo a permitir que o usuário humano interaja com o simulador como parte da simulação. O simulador é uma imitação operacional da atividade de

voo real, que tem como finalidade simular o comportamento do avião, como um modelo real, com a finalidade de permitir que o piloto interaja com a simulação, incluindo turbulências, meteorologia adversa, falha de componentes de voo, situações de emergência, treinamento de voo por Instrumento, treinamento de gestão de cabine entre pilotos e adaptação de aeronaves de grande porte (MATSUURA, 1995).

Figura 2 - Simulador Link Trainer da Força Aérea Americana



Fonte: Museu Aeroespacial (2020, p. 1).

Os primeiros simuladores não possuíam instrumentos de navegação, eles tinham como objetivo, apenas demonstrar aos alunos os efeitos dos controles sobre a atitude do avião tripulado e treiná-los para operação das aeronaves. As independências de movimento de cada item, como ailerons, elevadores e leme, não possibilitavam uma reprodução verdadeira do comportamento das aeronaves. Então seu verdadeiro auxílio na formação dos pilotos demorou ainda um pouco mais devido à situação ainda rudimentar da ciência naquele momento. E como podemos notar, a invenção dos simuladores dependeu de diversos descobridores, que ao longo do tempo foram aperfeiçoando suas invenções (GOMES, 2019).

O primeiro sistema visual que obteve uma grande disseminação nos simuladores de aviação civil era baseado num modelo em escala observado através de um sistema de televisão. O primeiro sistema gerador de imagem computadorizado para simulação foi produzido pela *General Electric Company* e o progresso nessa tecnologia foi rápido devido ao fato de seu desempenho estar fortemente ligado aos avanços da tecnologia em microeletrônica.

Figura 3 - Simulador de voo baseado na junção de televisores



Fonte: Wideview (2020).

O primeiro sistema gerador de imagem computadorizado economicamente utilizável para simuladores comerciais foi produzido pela *McDonnell-Douglas Electronics Corporation* em 1971. O simulador de voo atingiu sua forma moderna provavelmente no final dos anos 60 (MATSUURA, 1995).

Os simuladores de voo modernos utilizam uma variedade de módulos de *softwares* que proporcionam reações realísticas das aeronaves com simulação de voo que reproduz de forma muito realística, em imagem real, a situação de voo pretendida no treinamento. Atualmente são amplamente utilizados pelas companhias aéreas, aviação executiva e escolas de aviação.

Figura 4 - Simulador LJ45 da FlighSafety



Fonte: Flight Safety International (2020, p.1).

2.2 BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO SIMULADO

A simulação pode ser uma solução viável para vários tipos de problemas. Por vários motivos, uma simulação pode ser não apenas desejável, mas também o único meio para o estudo de um sistema. A impossibilidade pode ocorrer por motivo de tempo, de segurança, por questões éticas, físicas, climáticas etc. Ganha-se tempo ao alcançar imediatamente resultados que normalmente levariam muitos anos, considerando que alguns sistemas dependem de acontecimentos que exigem naturalmente um tempo para estarem na condição desejada, por exemplo, no caso do estudo de populações e das mudanças na natureza. Os computadores possibilitam que uma grande quantidade de eventos sejam executados em um curto espaço de tempo. Os benefícios da simulação de sistemas são favorecidos pela agilidade e desenvolvimento crescente das tecnologias computacionais na formulação de ambientes e situações cada vez mais realistas (BALADEZ, 2009).

Podemos observar a preocupação das grandes empresas aéreas em contratar pilotos que tenham amplo conhecimento na questão de aeronaves modernas e seus sistemas, até mesmo antes de receberem o treinamento nos simuladores da própria empresa. Não obstante, a grande maioria exige em suas seleções o curso de Treinamento de Jato, que tem como objetivo

apresentar todos os conhecimentos de voo em jato comercial. Esse treinamento é realizado em simuladores de grande realismo, graças à sua tecnologia (GOMES, 2019).

Muitas vezes um simulador pode alcançar um valor elevado para o seu desenvolvimento, e mesmo alguns valores elevados podem ser compensadores quando experimentar em situação real requer um custo ainda mais elevado. Ao longo de uma simulação é possível conhecer dados importantes e mudar totalmente as condições simuladas. A flexibilidade é fator fundamental para qualquer treinamento, um bom treinamento deve prever o máximo de situações possíveis, tornando mais eficiente o desenvolvimento da habilidade de tomar decisões ou agir com maior velocidade diante de certas situações. A possibilidade de repetir tantas vezes quantas forem necessárias é um outro aspecto que faz os simuladores tão eficientes, especialmente nos casos em que o sistema real oferece riscos à vida e integridade de pessoas (BALADEZ, 2009).

Segundo Matsuura (1995), as principais vantagens do uso do simulador são:

- A redução do custo de formação e treinamento de pessoal;
- A redução do tempo de formação e treinamento de pessoal, o treinamento pode ser centrado em uma manobra ou procedimento específico, não tendo que se repetir todo o voo;
- Segurança, no simulador situações potencialmente perigosas podem ser experimentadas sem risco de vida ou de perda de equipamento;
- Oportunidade, para um treinamento em voo é preciso que a aeronave e o espaço aéreo estejam disponíveis, além de ser necessária a colaboração das condições atmosféricas. Além disso nenhum inimigo potencial permite que um adversário pratique missões de ataque;
- Ecologia: os simuladores de voo reduzem os custos operacionais e a produção de poluição atmosférica e sonora, reduzindo distúrbios ambientais e poupando preciosas fontes de combustível.

2.3 O SIMULADOR NA ATUALIDADE

Para a formação de pilotos, duas etapas se destacam: a sua formação teórica e prática. A primeira, sua formação teórica diz respeito ao modelo tradicional de ensino e aprendizagem, no qual os alunos estudam em salas de aula, adquirindo os conhecimentos necessários à atividade profissional, como na atividade aérea, por exemplo, a meteorologia, tráfego aéreo, navegação, entre outros. A formação de aulas práticas sempre desfrutou de uma posição privilegiada na percepção dos alunos e instrutores, tanto que é recorrente a afirmação, de que somente no simulador saberá se o aluno será ou não um piloto (MELO, 2020).

Os simuladores são utilizados essencialmente nas partes práticas dos cursos e, dependendo da licença ou habilitação almejada, depende o tipo de simulador a ser utilizado.

A ANAC, órgão responsável pela qualificação de Dispositivos de Treinamento Simuladores de Voo (FSTD – *Flight Simulator Training Devices*) tem por objetivo verificar as características de desempenho e realismo dos simuladores, bem como classificá-lo nas diversas categorias existentes. A qualificação de FSTD é uma atividade baseada em parâmetros objetivos e subjetivos. Somente dispositivos com uma qualificação atribuída pela ANAC podem ser usados para gerar créditos de horas de voo em treinamento de pilotos.

Os Dispositivos de Treinamento e Simuladores de Voo são qualificados nas seguintes categorias:

- **PCATD** (*Personal Computer based Aviation Training Device*) – Representa uma aeronave genérica (ou seja, não são dispositivos a serem usados para crédito de horas de treinamento em voo para a obtenção de uma habilitação de tipo) e somente conta créditos de horas de treinamento de voo por instrumentos (IFR).
- Base brasileira de qualificação em vigor é a IAC 61-1004.
- Observação: a IAC 61-1004 tem como base a AC 61-126 (Advisory Circular da Federal Aviation Administration – FAA). Esta última foi cancelada pela AC 61-136, que modifica e inclui novos requisitos para a classificação destes dispositivos para ATD, mas a IAC 61-1004 permanece válida até que seja substituída por uma nova IS.
- De acordo com a IAC 61-1004, seções 4.2, 6.2 e 7.2.1, o crédito de horas de voo em PCATD fica restrito a, no máximo, 50% das horas que seriam acumuladas em um simulador de voo (FFS) ou dispositivo de treinamento de voo (FTD) de uso autorizado pelo RBHA 61 ou pelo RBHA 141 para o treinamento no curso de IFR e estão limitadas ao tempo máximo que pode ser cumprido em Dispositivo de Treinamento de Voo.
- Exemplo: Para um piloto obter uma habilitação IFR, são necessárias 40 horas de voo. Destas 40 horas, caso sejam feitas 25 horas em simulador de voo (FSTD) ou dispositivo de treinamento de voo (FTD), serão creditadas 20 horas como experiência de treinamento IFR. Para um PCATD, assim, creditar-se-á somente 50% dessas horas, ou seja, 10 horas de treinamento IFR para 25 horas efetivamente realizadas em um PCATD conforme estabelecido nos regulamentos previamente citados. Faltaria ainda a comprovação de mais 30 horas de instrução IFR, que poderiam ser realizadas em FFS ou FTD (mais 10 horas) e em aeronave (mais 20 horas).
- **ATD** (*Aviation Training Device*) – São dispositivos cuja base de qualificação é a AC 61-136. Este documento superou a AC 61-126, que tratava da qualificação de PCATD. Caso formalmente solicitado pelo pretendente, a ANAC aceita a AC 61-136 como base de qualificação para dispositivos. Subdividem-se em:
- **BATD** (*Basic ATD*) – São dispositivos que representam uma aeronave genérica. Correspondem, genericamente, aos PCATD da legislação anterior e seguem o mesmo critério de crédito de horas de voo de um PCATD conforme a IAC 61-1004, ou seja, restrito a 50% das horas que seriam acumuladas em um simulador de voo (FFS) ou dispositivo de treinamento de voo (FTD) de uso autorizado pelo RBHA 61 ou pelo RBHA 141 para o treinamento no curso de IFR.
- **AATD** (*Advanced ATD*) – Estes dispositivos devem atender a todos os requisitos exigidos para um BATD, e ainda cumprir alguns requisitos adicionais. (Ver Anexos 2 e 3 da AC 61-136). Para o crédito de horas, seguem os critérios de um FSTD, ou seja, são consideradas 100% das horas que seriam acumuladas em um FFS ou FTD de uso autorizado pelo RBHA 61 ou pelo RBHA 141 para o treinamento no curso de IFR, dentro dos limites fixados nestes regulamentos.
- **FSTD** (*Flight Simulation Training Device*) – São dispositivos cuja qualificação é regulamentada pelo FAR Part 60. Subdividem-se em:

- **FTD** (*Flight Training Device*) – pode representar uma aeronave genérica ou ser específico para a obtenção de uma determinada habilitação de tipo e é classificado em níveis de 4 a 7, sendo este último o mais avançado.
- **FFS** (*Full Flight Simulator*) – São os dispositivos mais avançados e reproduzem um determinado tipo de aeronave. São classificados em níveis de “A” a “D”, sendo este último o mais avançado, capaz de realizar todas as manobras e procedimentos necessários à obtenção de uma habilitação de tipo, bem como os voos de verificação de perícia. O Apêndice H do RBAC 121 descreve as manobras de treinamento tipicamente autorizadas para cada nível de simulador de voo.

2.4 IMPORTÂNCIA DO INSTRUTOR NO VOO SIMULADOR

O manual de curso Instrutor de Voo – Avião – INVA - MMA 58-16, de julho 1992, em seu anexo 16, faz referência ao instrutor como: “elemento que possui experiência ou especialidade decorrente do exercício de atividade técnica, responsável pela instrução de matérias teóricas ou práticas dos diversos cursos”. (GUERRA, 2020).

Em concordância com manual do curso de piloto privado do antigo DAC, as qualidades e ou atributos que caracterizam a eficiência profissional do professor/instrutor estão fundamentados sobre três elementos básicos: “atitudes pessoais, cabedal de conhecimentos e habilidade na comunicação (ou poder de comunicação)”. (BRASIL, 2004, p.120).

Para Santos (2020) é esperado que o instrutor tenha conhecimento e experiência de voo na aeronave em questão e, torna-se imperativo que o instrutor identifique as diferenças entre o simulador e a aeronave, evitando dessa forma que as deficiências conhecidas do simulador criem uma transferência negativa de treinamento. O instrutor deve alertar o aluno sobre as deficiências do simulador e suas diferenças causadas pela baixa fidelidade do mesmo. É importantíssimo que o instrutor consiga minimizar as desvantagens do simulador para que se consiga uma transferência de treinamento positiva.

Guerra (2014) entende que a credibilidade de um instrutor é de suma importância e “a credibilidade, que na forma de pleonasmos, dá crédito ao trabalho ou à função do instrutor, sendo o mesmo tido como exemplo, não somente admirado por seu profissionalismo e experiência, mas seguido por sua relação e sua capacitação na formação de seus observadores e alunos.” Além disso afirma que a credibilidade se decompõe em três pontos distintos a saber:

- A honestidade;
- O conhecimento do assunto e do elemento humano; e
- A boa organização e apresentação de ideias.

Quanto maior a presença desses pontos em um instrutor, mais eficiente e proficiente será o mesmo.

Pereira Júnior (2016) disserta sobre a importância do instrutor de voo na atividade aérea, segundo seu ponto de vista a valorização do pode ter o seguinte enfoque:

A valorização do instrutor segue baseada no fato do reconhecimento de sua grande contribuição, para elevação dos níveis de eficiência na prática de pilotagem para todos os seus alunos, é condição indispensável para que o instrutor e aluno venham buscar de forma simples o processo técnico de aprendizagem nas técnicas de pilotagem.

Todo instrutor, ao iniciar qualquer instrução, tem um objetivo em mente, a qual é passar seu maior conhecimento ao instruendo, no entanto, nem todos, conseguem orientar seus alunos de forma a que atinjam esse objetivo, existem hipóteses a qual, à ineficiência do instrutor de voo em passar o conhecimento e o próprio desinteresse do aluno.

Na redação do Manual de curso de Piloto Privado - MCA 58-3/2004(BRASIL,2004, p.16) ressalta que todo esse conhecimento do instrutor de voo sobre o piloto aluno deve ser visto como um “autêntico paradigma, na medida em que, descrevendo nas fichas de avaliação de participação os traços de personalidade, as reações psicomotoras e o comportamento psicológico apresentados pelo piloto-aluno, em cada missão de voo”, o trabalho do instrutor de voo, além de ser reconhecido e valorizado, permitirá melhor orientar o piloto-aluno a superar as suas próprias dificuldades, bem como permitirá a ele, instrutor, refletir sobre a aplicação da melhor técnica de ensino, isto é, associar os dados observados e optar pela aplicação uma nova técnica para tornar a instrução mais eficiente.

De acordo com Guerra (2014), que complementando o raciocínio, afirma que:

O parágrafo supracitado revela o conhecimento do elemento humano como fundamental para a descrição na ficha de análise de voo. É através de seu constante desenvolvimento que o instrutor alcançará o êxito em sua função e no aprimoramento dos melhores métodos e técnicas que proporcionarão a superação dos obstáculos enfrentados por seu discente.

2.5 CRM COMO PARTE DO TREINAMENTO

O CRM na aviação é um treinamento de padronização obrigatório para todas as empresas de táxi aéreo, transporte regular e empresas aéreas. O CRM é essencial para o desenvolver a segurança da aviação em geral. Como esse treinamento é exigido pela ICAO (*Internacional Civil Aviation Organization*), a tradução ficou como “Treinamento em gerenciamento de recurso de equipes”. A aplicação de CRM deve ser constante, mesmo quando está tudo ocorrendo bem. E pela manutenção tão rigorosa em que as empresas submetem suas aeronaves, a maioria das operações do dia a dia são normais. Por esse motivo, as empresas submetem seus pilotos anualmente a treinamento de panes e emergências em simuladores, para que os procedimentos que precisarem ser aplicados em situações anormais sejam sempre executados com o CRM. Ter esse treinamento em sua grade de aulas é o motivo na qual as grandes impressas tornam obrigatório o Treinamento de Jato em suas seleções (BRASIL, 2012).

2.6 FUTURO DO SIMULADOR

Geralmente o foco do ensino é concentrado na habilidade técnica, com repetição exaustiva do processo. O aspecto conceitual é fornecido prévia ou simultaneamente às atividades práticas. Na medicina “a simulação geralmente é reservada para situações nas quais se necessite a obtenção de habilidades psicomotoras ou decisões rápidas, particularmente comuns em situações de urgência.”. Tudo isso assegura que o uso de simuladores será cada vez maior (BALADEZ, 2009).

Desde o início da aviação que os simuladores são utilizados na formação, aperfeiçoamento e manutenção das capacidades de CTA's, pilotos e tripulações em geral; toda a sua evolução se baseou nesses objetivos e tornaram-se numa peça fundamental deste processo de aprendizagem. Atualmente os simuladores de voo também são utilizados em vários estágios, desde a concepção à fabricação e avaliação de novos projetos aeronáuticos. O uso de simuladores está amplamente aceite por todo o mundo e sem eles a economia e a segurança na aviação estariam comprometidas. Os simuladores de voo são ferramentas muito úteis para testes de equipamentos e para aprendizagem de pilotagem e controlo de voo em situações impossíveis de o fazer com aviões reais. Muitos destes simuladores permitem a associação em rede, facilitando assim o treino conjunto (GOMES, 2019).

O futuro da simulação está assegurado, pois sempre será importante analisar um sistema antes de sua implantação ou aperfeiçoar um já existente, compreendendo melhor seu funcionamento. Empresas sempre buscarão os menores custos, atividades de risco sempre trabalharão para que vidas sejam poupadas e riscos sejam diminuídos ou extinguidos, a ciência se desenvolverá cada vez mais, e os simuladores estão cada vez mais presentes como sendo, muitas vezes, a melhor solução para alcançar os resultados esperados. Encontrar soluções é o que fundamenta a construção de um simulador, as soluções buscadas devem levar em conta modificações no sistema. O estudo de um sistema real, a modelagem o mais próximo possível daquilo que se reproduz e a exploração das possibilidades do sistema são, em suma, a razão de ser do estudo das técnicas de construção de simuladores. O estudo do sistema pode alcançar níveis bastante altos de complexidade, tudo depende de quão complexo é o sistema estudado. Uma questão estrutural é pensar por que a simulação seria uma solução para tal sistema, essa ideia irá nortear o desenvolvedor a pensar nos componentes do sistema, nas atividades essenciais e nos eventos. Um bom simulador considerará as possibilidades que estes eventos apresentarão (BALADEZ, 2009).

3 CONCLUSÃO

Como parte da formação do piloto o dispositivo de treinamento de voo sintético é considerado uma das melhores ferramentas no processo de ensino e aprendizagem. A sua utilização promove um benefício incomparável, cujos objetivos estão em reduzir o custo do treinamento de voo, estimular a percepção do voo ao aluno, executar treinamento de manobras arriscadas, obter maior conhecimento da performance aeronave e criar um ambiente seguro em voo sob diversas condições atmosféricas adversas e falhas operacionais. O simulador de voo permite ao aluno vivenciar uma simulação extremamente realista do voo através da adequação de diversos cenários para as diferentes missões a serem cumpridas no decorrer do treinamento. Além disso, permite ao instrutor pausar o voo para esclarecer, *just in time*, as dúvidas, corrigir erros, repetir a manobra até sua completa assimilação e simular as mais diferentes situações que podem ocorrer em um voo real.

Com o presente trabalho verificou a importância que os simuladores de voo têm na efetividade da instrução aérea e sua posição ímpar como ferramenta imprescindível na manutenção e desenvolvimento das habilidades e técnicas de pilotagem, tendo em vista que além de permitirem a execução e o treinamento de manobras inviáveis de serem realizadas na aeronave real, proporcionam um baixo custo operacional e o aumento da segurança de voo em prol de uma aviação mais segura.

REFERÊNCIAS

- AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Qualificação de dispositivo de treinamento simuladores de voo (FSTD)**. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/empresas/simuladores-de-voo-fstd/qualificacao-de-dispositivos-de-treinamento-simuladores-de-voo-fstd>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- BALADEZ, Fábio. O passado, o presente e o futuro dos simuladores. **Fasci-Tech – Periódico Eletrônico da FATEC**, São Caetano do Sul, v.1, n. 1, Ago./Dez. 2009, p. 29 a 40.
- BRASIL, Ministério da Aeronáutica – Departamento de Aviação Civil – Instituto de Aviação Civil. MCA 58-3 - **Manual do curso Piloto Privado** Avião, 2004. P. 120.
- COSTA, Jorge A.M. **A importância dos simuladores na formação de pilotos e CTA'S e seu impacto na segurança de voo**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Departamento Ciências Aeroespaciais da Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2008.
- CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed Bookman, 2007.
- FLIGHT SAFETY INTERNATIONAL. **Bombardier Learjet 45 training program highlights. 2020. Disponível em: <https://resources.flightsafety.com/bombardier-learjet-45/>**. Acesso em: 10 fev. 2020.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOMES, João Victor Gandra Junqueira. **O uso de simulador de voo para o processo de ensino/aprendizagem**. Campos da Palhoça. 2019. 34 f. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2009.
- GUERRA, W. S. **A prática docente no âmbito da instrução aérea atributos dos instrutores de voo. 2014**. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/air-science/issue/download/209/3>. p. 1. Acesso em: 22 fev. 2020.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1995a.
- MACHADO, Jefferson. **Aviação e história: Os primórdios dos simuladores de voo**. Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/musal/index.php/projeto-av-hist/62-projeto-av-hist/470-os-primordios-dos-simuladores-de-voo>. Acesso em: 3 fev. 2020.
- MATSUURA, Jackson Paul. **Aplicação dos simuladores de voo no desenvolvimento e avaliação de aeronaves e periféricos**. São José dos Campos, Centro Técnico Aeroespacial – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Disponível em: <http://www.ele.ita.br/~jackson/files/tg>. Acesso em: 25 fev. 2020.

MELO, Janaína Silveira; TADEUCCI, Marilsa S. R. **A atividade aérea e o uso de simulador de vôo.** Disponível em:

http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0274_0093_01.pdf. Acesso em: 15 fev. 2020.

MUSEU AEROESPACIAL. **Aviação e história: os primórdios dos simuladores de voo.** 2020. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/musal/index.php/projeto-av-hist/62-projeto-av-hist/470-os-primordios-dos-simuladores-de-voos>. Acesso em: 3 fev. 2020.

RAUEN, Fábio José. **Roteiros de investigação científica.** Tubarão: Unisul, 2002.

SANTOS, Vinícius Cabrini; SILVEIRA, Guilherme Amaral. **A efetividade dos simuladores de voo no treinamento de pilotos para tarefas processuais específicas e aquisição de habilidades.** Disponível em:

<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/viewFile/603/453>. Acesso em: 12 fev. 2020.

PEREIRA JÚNIOR, A. C. **Importância no processo de ensinamento nas técnicas de pilotagem no curso de instrutor de voo.** 2016. p. 16. Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

VISONI, R.M. e CANALLE, J.B.G. Como Santos Dumont inventou o avião. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 3605, 2009.

WIDEVIEW. **Cessna C182 and C172 cockpit for flight simulator or prepar 3D.** 2020. Disponível em: www.wideview.it/my_cockpit.htm. Acesso em: 8 fev. 2020.