



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
JOÃO VICTOR GANDRA JUNQUEIRA GOMES

**O USO DE SIMULADOR DE VOO PARA O PROCESSO DE
ENSINO/APRENDIZAGEM**

Palhoça
2019



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
JOÃO VICTOR GANDRA JUNQUEIRA GOMES

**O USO DE SIMULADOR DE VOO PARA O PROCESSO DE
ENSINO/APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Profa. Dra. Conceição Aparecida Kindermann

Palhoça

2019

JOÃO VICTOR GANDRA JUNQUEIRA GOMES

**O USO DE SIMULADOR DE VOO PARA O PROCESSO DE
ENSINO/APRENDIZAGEM**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 25 de novembro de 2019.

Profª. Orientadora Conceição Aparecida Kindermann, Dra.

Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Antônio Carlos Vieira de Campos, Esp.

Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico esse trabalho a toda minha família e amigos que eu conheci na aviação e que me ajudaram durante a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus pais por toda paciência durante minha faculdade e durante toda minha formação. Agradeço também a todos os alunos da EJ que eu consegui ministrar aulas durante 1 ano e meio, onde eu amadureci profissionalmente me preparando para novas oportunidades.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista”. (Aldo Novak).

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi demonstrar a importância do simulador de voo no processo de ensino aprendizagem. Quanto à metodologia utilizada para alcançar o objetivo proposto, caracteriza-se como uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. Em relação à coleta de dados, trata-se de uma pesquisa bibliográfica e documental, com pesquisas em órgãos como ANAC (2018), CENIPA (2012), artigos publicados em revistas, como Digital AvMagazine (2015), obras, Sampaio (2010) entre outros. O procedimento de análise de dados foi a partir de fichamentos de obras, documentos e pelo contato direto com o meio analisado. Ao analisar os resultados obtidos nesta pesquisa, pôde-se concluir que o simulador de voo é um instrumento importante para o processo de ensino-aprendizagem. O simulador reproduz todas as operações reais, de acordo com a legislação vigente e, conjuntamente, os procedimentos, a serem aplicados a cada situação, sejam, executados com o CRM e, desta forma, o aluno tem a oportunidade de vivenciar tanto situações normais quanto anormais durante o voo simulado.

Palavras-chave: Simuladores. Treinamento. CRM (*Corporate Resource Management*).

ABSTRACT

The objective of this work was to demonstrate the importance of the flight simulator in the teaching-learning process. As for the methodology used to achieve the proposed objective, it is characterized as a descriptive research with a qualitative approach. Regarding data collection, it is a bibliographic and documentary research, with research in organs such as ANAC (2018), CENIPA (2012), articles published in magazines such as Digital AvMagazine (2015), works, Sampaio (2010) among others. The data analysis procedure was based on worksheets, documents and direct contact with the analyzed medium. By analyzing the results obtained in this research, it could be concluded that the flight simulator is an important instrument for the teaching-learning process. The simulator reproduces all actual operations, in accordance with current legislation and, together, the procedures to be applied to each situation, whether performed with CRM and, thus, the student has the opportunity to experience both normal and abnormal during simulated flight.

Keyword: Simulators. Training. CRM (*Corporate Resource Management*).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Simulador de voo Antoniette	18
Figura 2 – Link Trainer	19
Figura 3 – Simulador de voo Boeing 787	20
Figura 4 – Link Trainer Canadian Air Force	21
Figura 5 – Simulador de Navegação Celestial	21
Figura 6 – Projeção do simulador do B737 NG	24

ABREVIATURAS

CRM - *Corporate Resource Management*

IFR - *Instrument Flight Rules* (regras de voo por instrumento)

ICAO - *International Civil Aviation Organization*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	12
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.1	Objetivo geral.....	12
1.2.2	Objetivos específicos.....	12
1.3	JUSTIFICATIVA.....	12
1.4	METODOLOGIA.....	13
1.4.1	Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa.....	14
1.4.2	Materiais e Métodos.....	14
1.4.3	Procedimentos de coleta de dados.....	15
1.4.4	Procedimentos de análise dos dados.....	15
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
3	SOBRE SIMULADOR.....	17
2.1	DESENVOLVIMENTO HISTORICO.....	17
2.2	DESENVOLVIMENTO DOS SIMULADORES PARA USO MILITAR.....	20
2.3	APLICAÇÃO EM UNIVERSIDADES.....	22
3	SIMULADOR FIXO.....	24
3.1	ESPECIFICAÇÃO TECNICA.....	25
3.2	DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO.....	26
3.3	CUSTO.....	27
4	IMPORTANCIA DO CRM.....	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Os simuladores de voo são ferramentas importantes para a formação do aeronauta tanto em aeroclubes como em universidades, visto que o primeiro contato que o discente possui com aviões é, de fato, por meio destes programas de ensino, o que nos permite compreender e considerar o simulador como uma base nos conhecimentos práticos do piloto. A valer, mostra-se primordial sua relevância em todos os cursos preparatórios para pilotos, principalmente em Pilotagem Profissional de Aeronaves. (MATSUURA, 1995).

Conforme Matsuura (1995), os simuladores têm como característica em comum que é a tentativa de fornecer uma imitação como a operação na vida real, em que se pode ser treinar todos os tipos de procedimentos executados durante um voo real. É com propósito de simular o comportamento real das aeronaves que envolve um baixo nível de abstração e um alto nível de envolvimento humano. Permite que o piloto experimente o comportamento dinâmico de uma aeronave, assim, interagindo como se fosse em uma aeronave real.

Todo simulador de voo é composto de um modelo, real ou teórico, que envolve uma combinação de ciência, tecnologia e arte para criar uma realidade artificial com o propósito de pesquisa, treinamento ou diversão. A manutenção é simples e tem um baixo custo, não são necessárias instalações especiais nem ferramentas muito complexas. As informações necessárias estão contidas no manual de manutenção. O correto é a cada 200 (duzentas) horas de voo, realizar uma inspeção geral do equipamento e a vida útil é de aproximadamente 4.000 (quatro mil) horas de voo. (MORENO, *Apud* MATSUURA, 1995).

Conforme Moreno (*apud* MATSUURA, 1995), devido a qualidade do realismo dos simuladores, eles abriram novos horizontes para o treinamento de voo, uma vez que são capazes de reproduzir um voo real, com variantes que também são reais, como temperatura do ar, alterações de vento e peso da aeronave (de acordo com a quantidade de passageiros e combustível). Convém destacar que é possível também realizar treinamento de pousos e decolagens, simulação de situações de emergência e diversas manobras utilizadas no dia a dia do piloto, sem ter que usar uma aeronave real para treinar essas situações, evitando os gastos e o tempo dos pilotos. Devido à grande quantidade de treinamento de procedimentos de emergência, onde podem ser treinados procedimentos em situações extremas de peso,

meteorologia e etc. O simulador é o principal local para treinar essas situações assim evitando um possível acidente devido alguma falha dos pilotos.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Qual a importância do simulador de voo para o processo de ensino-aprendizagem na formação de pilotos de aeronaves?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Esse trabalho tem como objetivo demonstrar a importância do simulador de voo para o processo de ensino-aprendizagem na formação de pilotos de aeronaves.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Apresentar a evolução histórica do simulador de voo;
- b) Verificar quais são os usos do simulador de voo para treinamento de pilotos;
- c) Descrever como se dá a implantação de um simulador de voo, seus benefícios e custos;
- d) Apresentar o simulador fixo que vem sendo muito utilizado por escolas de voo e aeroclubes;

e) Analisar a importância do CRM (*Corporate Resource Management*) entre pilotos;

1.3 JUSTIFICATIVA

A escolha deste tema para a pesquisa se deu a partir da relevância do uso de simuladores para o processo de ensino-aprendizagem na formação de piloto de voo. Esse equipamento permite vivenciar situações em voo com grande realismo, como um mecanismo de treinamento, porém sem risco à vida dos futuros profissionais. Além disso, o simulador soma às atividades teóricas ministradas em aulas, enriquecendo e facilitando o entendimento de conhecimentos essenciais à formação profissional dos estudantes.

Com o passar dos anos e com o aumento do número de voos, aumentaram as chances de ocorrer um acidente/incidente devido à falta de treinamento e conhecimento dos pilotos nas aeronaves.

A autoconfiança do piloto na aeronave passa a ser perigoso, em condições adversas, pois o piloto não passou por esse treinamento em um simulador, o que pode se tornar uma situação de perigo para quem está dentro e fora da aeronave.

Após a chegada do simulador de voo e com a modernização das aeronaves e dos simuladores, a segurança de voo deu um grande passo.

Com a tecnologia atual, os treinamentos realizados nos simuladores, servem para adquirir um conhecimento visual e técnico do painel das aeronaves e também para simular diversas situações adversas que podem ocorrer durante um voo, como:

- Falha no sistema pneumático
- Perda de motor
- Falhas na decolagem

Além das falhas da aeronave e não menos importante, temos a possibilidade de simular condições adversas de meteorologia, como nevoa, tempestade, ventos fortes e até situações em que o piloto necessita operar em condições 100% em regras de voo por instrumento (IFR).

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

Esse trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa.

Para Silva e Menezes (2000, p.20):

A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e atribuição de significados são básicos no processo qualitativo. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. O processo e seu significado são focos principais de abordagem.

1.4.2 Materiais e Métodos

Os materiais analisados são:

Bibliográficos: Livros que dispõem de definições e teorias para treinamentos de pilotos em simuladores.

Sites: Governamentais, os quais dissertam sobre a importância do simulador de voo e descrevam sua utilidade em cada fase da formação dos pilotos.

Documentos: Documentos da Força aérea brasileira (FAB) e da Agencia Nacional da Aviação Civil (ANAC).

1.4.3 Procedimentos de coleta de dados

O procedimento utilizado para coleta de dados caracteriza-se como bibliográfico e documental, o primeiro é definido por Rauén (2002, p. 65) como a “busca de informações bibliográficas relevantes para a toma 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 segundo é definido por Gil (2002) tem o objetivo de descrever e comparar dados, características da realidade presente e do passado.

1.4.4 Procedimentos de análise dos dados

Para a análise dos dados, foram feitos fichamentos de obras e documentos, para posterior análise, de acordo com o objetivo proposto nesta pesquisa. O objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações (DESLAURIERS, 1911, p. 58).

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi organizado para atingir os objetivos propostos, estando disposto da seguinte maneira:

No capítulo 1, apresenta-se a introdução, onde temos a problematização e problema do estudo, os objetivos, a metodologia e a justificativa. No capítulo 2, temos a história do simulador de voo, desde sua criação para uso militar e civis até a aplicação nas universidades e escolas. No capítulo 3, temos as especificações técnicas, desenvolvimento e custos de um simulador fixo. No capítulo 4, temos a importância do CRM na aviação em todas as áreas, desde

uma escola até uma empresa aérea, evitando assim erros humanos. Por último, temos as considerações finais, seguindo das referências.

2 SOBRE SIMULADOR

2.1 DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

O simulador de voo foi criado no início da aviação, pois naquela época não havia um preparo para os pilotos, vitimando os pioneiros e trazendo prejuízo para os envolvidos nesta operação, sendo assim, foram criados os simuladores de voo para que os pilotos fossem bem treinados para entrar em uma aeronave e voar de forma segura, conseguindo executar a missão necessária.

Os simuladores nada mais é do que 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).

Os primeiros simuladores surgiram por volta dos anos 1910, e foram construídos com o propósito de oferecer segurança para os pilotos. O mais famoso dos simuladores que se tem conhecimento foi o chamado “Professor de Sanders”. Sua montagem foi realizada com a fuselagem de um aeroplano modificado, montado sobre uma articulação presa ao solo. (SAMPAIO, 2010).

Por meio desses simuladores, os pilotos podiam nele assimilar os movimentos necessários para controlar a aeronave e manter o equilíbrio em voo. A ideia de utilizar um aeroplano fixado ao solo para treinamento elementar foi patenteada na Inglaterra no ano de 1910. (SAMPAIO, 2010).

Após o simulador “Professor de Sanders”, os novos e vários inventores que o sucederam, não tinha como principal objetivo adaptar um aeroplano para servir com simulador, mas sim construir uma máquina que simulasse uma aeronave. Surge então o primeiro conceito de simulação de voo. Com o tempo e com a evolução dos simuladores, muitos modelos foram surgindo. Um de grande destaque foi o “Barril de Aprendizado de Antoinette”, que era dotado

de articulações. (SAMPAIO, 2010).

Figura 1 - Simulador de voo Antoniette



Fonte: Matsuura (1995, p. 3)

O maior erro daquela época foi que se acreditava que os simuladores habilitariam uma pessoa a se orientar em voo como um piloto em solo. Mais tarde descobriu-se que a orientação dependia também da visão. Logo após isso, os simuladores moveis equipados com instrumentos cada vez mais complexos, que eram capazes de controlar o simulador mecanicamente ou pneumaticamente. Outra grande novidade na época foi a capacidade de gravar a trajetória de voo de um aluno usando um plotter (uma pena pintando numa linha em um mapa e dando ao instrutor de voo a possibilidade de simular manualmente sinais de balizamento. (BRASIL, 2016).

Após todo esse momento inicial, os inventores buscavam uma evolução desses equipamentos (simuladores). Ou seja, construir maquinas como o tipo Antoinette (a cima) com atuadores mecânicos ou elétricos ligados no controle do simulador, assim evitando o uso da força humana nas simulações. Esses atuadores, iriam atuar na fuselagem do simulador, fazendo com que as situações se aproximassem mais ainda das operações reais. (BRASIL, 2016).

Vários simuladores foram criados com o modelo do Antoinette, porem o que teve um maior êxito foi o Link Trainer (abaixo), criado por Edwin Link, em Nova Iorque que foi desenvolvido entre 1927 e 1929 e sua construção foi baseada nos mecanismos pneumáticos dos pianos e órgãos, a sua diferença em relação aos outros foi uma bomba de sucção de acionamento elétrico instalada na base fixa, que alimentava as várias válvulas de controle operados pela vara

do leme, enquanto outro dispositivo movido a motor produzia uma sequência repetida de distúrbios de atitude. (BRASIL, 2016).

Figura 2 – Link Trainer



Fonte: FAB (BRASIL, 2016).

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 treina-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. (BRASIL, 2016).

Figura 3 - Simulador de voo Boeing 787



Fonte: Digital AV Magazine

Após diversas evoluções ao longo da história, pudemos obter simuladores de tecnologia avançada, como o da figura a cima de um simulador de Boeing 787 da AeroMexico.

2.2 DESENVOLVIMENTO DOS SIMULADORES PARA USO MILITAR

As Forças aéreas adquiriram um interesse maior após a adoção do Link Trainer, com esse interesse surgiram novas tecnologias e novos sistemas para o treinamento dos pilotos de guerra. Esse mesmo simulador foi vendido em várias versões para Japão, União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), França, Alemanha e a Real Força Aérea (Royal Air Force – RAF). Dessa forma, com a segunda guerra mundial, as forças aéreas realizavam os treinamentos de seus pilotos neste modelo ou similares, inclusive os pilotos do Eixo (BRASIL, 2006).

Figura 4 – Link Trainer Royal Canadian Air Force



Fonte: FAB (BRASIL, 2016).

Figura 5 – Simulador de Navegação Celestial



Fonte: FAB (BRASIL, 2016).

Com as grandes evoluções naquela época em 1939, a Real Força Aérea (RAF) necessitava da criação de um simulador que permitisse a capacitação em navegação celestial para as tripulações que sobrevoavam o oceano atlântico, assim também, aumentando a precisão durante as missões noturnas na Europa. A empresa responsável pelo simulador Link atendeu esta solicitação e em 1941 lançou o primeiro treinador de navegação celestial, que foi utilizado pelos ingleses e norte-americanos. (BRASIL, 2006).

2.3 APLICAÇÃO EM UNIVERSIDADES

Com o avanço da tecnologia no meio aeronáutico no século XXI, as faculdades precisaram preparar melhor os seus alunos.

Quando falamos do curso de Ciências Aeronáuticas (e/ou Pilotagem Profissional de Aeronaves), torna-se indispensável a análise sobre o avanço tecnológico na aviação, o tema que será analisado nesse capítulo.

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.

Evidencia-se que, em pouco tempo, se tornará indispensável em um curso superior de Ciências Aeronáuticas (e/ou Pilotagem Profissional de aeronaves) o curso de Treinamento de Jato homologado. Em grande maioria, as universidades que tem como objetivo a formação de pilotos, oferecem o treinamento em simulador em sua grade curricular, tendo um espaço de destaque nos anos de formação do aluno, podendo abranger todos os semestres do curso. Mas em uma única exceção entre as faculdades brasileiras que oferecem esse curso, o Treinamento de Jato é homologado pela Agência de Aviação Civil o que torna a formação incompleta na universidade, uma vez que o aluno formado terá que realizar o mesmo curso em outra instituição.

E é este o primeiro ponto em que a tecnologia se encontra com o ensino superior e as tradicionais universidades, já que as mesmas estão sendo “obrigadas” a acompanhar o ritmo acelerado em que a tecnologia se mostra na aviação.

Podemos observar dois cenários.

O primeiro é a falta de conhecimento sobre o assunto nas universidades.

O curso superior ligado à aviação pode ser considerado muito recente no meio universitário, o que dá respaldo às universidades em questões como essas, uma vez que os melhores cursos e universidades levam diversos anos para serem consolidadas. Porém em compensação o ensino na área da aviação é muito veloz, tendo como base a formação de um piloto em um aeroclube - que dificilmente supera o período de um ano. Sendo assim, a universidade não tem esse tempo à sua disposição, uma vez que até mesmo aeroclubes estão se tornando Escolas de Aviação para poderem oferecer o curso superior nesta área, possuindo simuladores eficazes e o mais importante, homologados.

Então o questionamento é bem simples: um aluno que busca um ensino superior completo vai investir seus recursos em qual instituição?

O segundo cenário que podemos observar não se baseia em conhecimento sobre o assunto, mas sim sobre os custos da modernização e homologações exigidas. Estes não se mostram tão atrativos para as universidades por representarem um risco financeiro, já que o curso é considerado novo e nada garante a sua permanência definitiva nas instituições de ensino. Por outro lado, vemos que empresas aéreas de grande porte já exigem de seus pilotos um curso superior na área da aviação.

É de grande relevância que as universidades que oferecem cursos na área da aviação tenham seus laboratórios de simuladores totalmente modernizados e homologados, para que o treinamento de seus alunos possa ser completo, tornando-se o meio mais desejado de formação superior na aviação, além disso para as escolas de aviação e para as faculdades, ter um simulador com baixo custo operacional e de pequeno porte, já aumenta a motivação dos alunos. Aumentando a segurança no treinamento e o conhecimento dos alunos sobre as aeronaves e as atitudes de voo e otimizando o custo da hora de voo.

Os simuladores devem ter um custo operacional baixo, ser eficientes, sendo assim, os pilotos serão treinados com segurança, grande realismo por um preço baixo, economizando dinheiro dos alunos. O simulador auxilia no treinamento de manobras a baixa altura de forma segura e com grande realismo. (MORENO, *apud* MATSUURA, 1995).

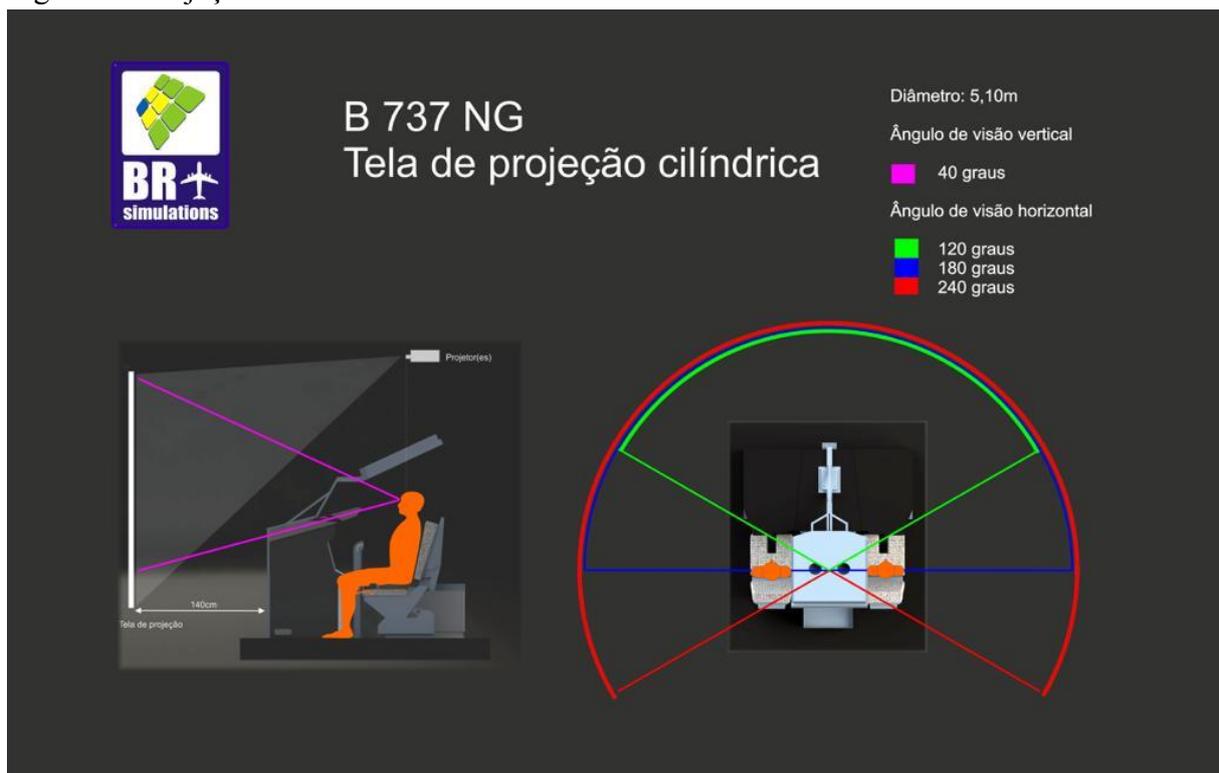
3 SIMULADOR FIXO

Para chegar em uma conclusão sobre qual equipamento seria ideal investir, é necessário analisar as empresas que já oferecem o curso de Treinamento de Jato e que são referências no mercado. As empresas pautadas foram Delta 5 Simuladores e EJ Escola de Aviação Civil. As empresas em geral oferecem um equipamento de alta qualidade e nível padronizado, ou seja, usam o mesmo material, não nos deixando opções de simuladores secundários.

A empresa contatada foi a BR SIMULADORES, a qual forneceu um orçamento do produto que possui o melhor custo benefício.

Abaixo está representado o projeto de implantação e suas especificações.

Figura 6 - Projeção do simulador do B737 NG



Fonte: Br simulations

3.1 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

A seguir são listadas as especificações técnicas do simulador fixo: **a) MCP-Painel de piloto automático**, todos módulos funcionais; as chaves do Painel de Facilidades (EFIS) da aeronave são funcionais, mantendo operação original da aeronave. O painel de piloto automático (MCP) possui chave simples para o controlador de velocidade automático (Auto Throttle) (On/Off); **b) Painel Geral**, todos os módulos para operação normal de voo estão disponíveis, isto é, operações cotidianas. Itens não operacionais estarão representados no painel para fins de orientação na instrução do aluno piloto; **c) CDU-PAINEL DE NAVEGAÇÃO**, os painéis de navegação (CDU) são totalmente operacionais e comprometidos com o gerenciamento de voo automático da aeronave assim como o real, possibilitando toda ampla operação de voo em modos normal e anormal.

Descrição de funções do Overhead-PAINEL SUPERIOR: as funções do overhead possibilitam total operação dos sistemas de voo e gerenciamento de uma gama específica de operação em emergência.

OPERAÇÃO DE VOO: **a) PRE-VOO:** Aquecimento de janelas, Sistema de pressurização somente em (AUTO) – Instrumentos de voo, Freio de solo, Chave de ignição; **b) Procedimentos para acionamento:** contém todas as funções do *check list*; **c) Procedimentos para Taxi:** geradores do motor, aquecimento do tudo de pitot, Anti-gelo, chave de ignição, Limpador de para-brisa na função parado, freio automático, chave de liberação de combustível; **d) Procedimentos para decolagem:** executa todas as funções do *check list*; **e) Procedimentos de aproximação:** cumpre todas as funções do *check list*; **f) Procedimentos de aproximação final:** cumpre com procedimentos de aproximação em VISUAL e INSTRUMENTO – executa procedimentos de aproximação de aeródromo VOR/DME ILS CAT I, II, III e RNAV.

OPERAÇÃO ANORMAL: O dispositivo pode ser equipado com as seguintes operações em emergência disponíveis para treinamento: - Abortagem de ignição dos motores – fogo no motor N1) -perda de motores em voo com danos severos – panes de decolagem – falhas no sistema indicações de altitude e velocidade da aeronave.

3.2 DESCRIÇÃO DE FUNÇÕES DO QUADRANTE DO MANETE

As indicações do compensador horizontal (TRIM) são demonstradas no painel de informações do avião o (EICAS), e o atuador elétrico do compensador horizontal (TRIM) no manche, tem sua função disponível para que os ajuste contínuos sejam praticados durante o voo. O freio aerodinâmico (*Speed-Brake*), responde aos comandos de armamento e acionamento, porém na função armado. Quando o pouso ocorrer, o software comanda freio aerodinâmico (*Speed-Brake*), para a função requerida, porém a ação física da alavanca não estará disponível, sendo necessária a ação do piloto colocando-a na posição devida. (BR SIMULATIONS, 2019).

Dispositivo BOEING737NG pode utilizar três diferentes softwares de navegação na integração do sistema, sendo este definido pelo usuário no momento da compra. Cada software tem um custo diferente e peculiaridades no funcionamento, sendo classificados na sua composição por nível básico, intermediário e avançado. No nível básico, a navegação cumpre com todos os requisitos mínimos necessários para operação padrão normal do voo. Em nível intermediário, a navegação cumpre com os requisitos mínimos necessários e atende grande parte das funções extras. (BR SIMULATIONS, 2019).

No Nível Avançado, cumpre com todas as operações necessárias para o voo em procedimentos normal e anormal. O funcionamento dos outros sistemas do simulador não sofre nenhum tipo de interferência pela utilização de qualquer um dos três softwares de navegação, sendo assim, todo sistema da aeronave será mantido, independentemente do software instalado. As panes programadas para o treinamento de emergência também serão mantidas.

Os sistemas de pedal e manche não são conjugados, sendo sistemas independentes para prover facilidades na montagem, manutenção e/ou substituição das peças. O simulador é construído em sistema modular, sendo ele totalmente desmontável para fácil remoção e transporte. (BR SIMULATIONS, 2019)

3.3 CUSTO

A empresa **BR SIMULADORES**, forneceu os custos de um simulador de Boeing 737NG, conforme descrito abaixo.

737NG

- Custo total: R\$ 170.000,000 (mais 8,2% impostos).

- Adicionar R\$ 25.000,00 para adição de *enclosure* (*Aft overhead* fotográfico).

Entrega: 10 meses.

Pagamento em:

1- R\$ 78.000,00 de entrada mais 12X de R\$ 9.420,00

2- 48X de R\$ 5.249,50 (Cartão BNDES)

*Considerar despesas de instalação e transporte (notar que os softwares não estão incluídos nos preços) - em média \$1.000,00 Euros por simulador.

GARANTIA: O prazo de garantia é de um ano contado à partir da data de entrega do simulador e regulado por “Termo de garantia” entregue ao cliente junto com o dispositivo. As eventuais visitas técnicas, mesmo dentro do prazo de garantia, serão cobradas (os custos de passagem e hospedagem dos técnicos).

4 IMPORTÂNCIA DO CRM (*CORPORAT RESOURCE MANAGEMENT*) ENTRE PILOTOS NOS TREINAMENTOS

O CRM na aviação é um treinamento de padronização obrigatório para todas as empresas de táxi aéreo, transporte regular e empresas aéreas. Surgiu em um programa de pesquisa de fatores humanos da NASA, possuindo como principal objetivo buscar mudanças nas atitudes e comportamentos da tripulação, diminuindo assim incidência de falhas humanas nas operações e melhorando o processo decisório da equipe e de todos componentes. O CRM é essencial para o desenvolver seguro da aviação em geral. (BRASIL, 2012).

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. (BRASIL, 2012).

Por esse motivo, as empresas submetem seus pilotos anualmente a treinamento de pannes e emergências em simuladores, para que os procedimentos que precisam 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.

O CRM mostrou-se tão positivo na aviação que foi readaptado para outras profissões, como equipe de cirurgia, de defesa civil, resgate de urgência e em vários outros seguimentos. (BRASIL, 2012).

O ponto chave no treinamento é o aluno entender a dinâmica dos procedimentos que envolvem as operações, isto tornaria muito mais eficaz o treinamento em universidades, visto que empresas que oferecem o curso de Jet têm de 6 a 8 dias com o aluno para o adaptá-lo ao CRM, ou seja, um curto espaço de tempo que é praticamente impossível um treinamento teórico e prático completo.

Uma das questões mais priorizadas nas empresas aéreas é ter um padrão de gestão de cabine dos seus pilotos, pois todos trabalhando da mesma forma reduz consideravelmente a possibilidade de acidentes por má gestão. (BRASIL, 2012).

O CRM doutrina pilotos, trabalhando em pontos específicos de seu caráter profissional, como o desnível de autoridade de cabine, desnível de experiência de Comandante e Co-piloto, segurança do voo, excesso de confiança e estresse. (BRASIL, 2012).

O CRM é uma vertente do Treinamento de Jato, que é extremamente importante no treinamento do piloto. É um programa de ensino focado não só na aplicação teórica, mas também na prática do CRM, que seria um ensino completo, e que só pode ser exercido em sua plenitude oferecendo o curso de Treinamento de Jato. (BRASIL, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo demonstrar a importância do simulador de voo para o processo de ensino-aprendizagem, na formação de pilotos de aeronaves. Para o seu desenvolvimento, utilizou-se a pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. Em relação aos procedimentos utilizados na coleta de dados, trata-se de um trabalho bibliográfico e documental.

A partir desse objetivo geral da pesquisa, foram traçados 5 objetivos específicos. Quanto a eles:

a) Apresentar a evolução histórica do simulador de voo, verificou-se que o simulador de voo foi criado, pois não havia um preparo para os pilotos, vitimizando os pioneiros e trazendo muitos prejuízos para os envolvidos na operação. Durante esses anos e até hoje, os simuladores de voo já passaram por uma grande evolução de realismo, atualmente o simulador de voo já faz parte de um curso obrigatório para a formação dos pilotos comerciais.

b) Verificar quais são os usos do simulador de voo para treinamento de pilotos, foi possível verificar que o simulador de voo hoje é utilizado inicialmente no curso de piloto comercial, quando o aluno vai aprender a voar o IFR (*Instrument Flight Rules*). Também é muito utilizado pelas companhias aéreas, quando um novo piloto é contratado, para que possa aprender todos os procedimentos da aeronave utilizada. Em companhia aérea, fabricas de aviões, eles testam a performance da aeronave antes de um voo real e, também, para treinar missões das forças aéreas.

c) Analisamos a aplicação do simulador de voo nas universidades, onde notamos que as universidades que mais se destacam são as que possuem um simulador de voo dentro do curso, pois com esse diferencial a universidade pode preparar melhor o seu aluno para uma futura seleção em uma companhia aérea, com o treinamento de diversas aeronaves modernas e de seus sistemas.

d) Apresentar o simulador fixo que vem sendo muito utilizado por escolas de voo e aeroclubes, pois esses simuladores possuem um baixo custo e uma alta qualidade e nível de padronização por ter todos os sistemas de uma aeronave real, assim facilitando o aprendizado do aluno.

e) Por último, temos CRM (CORPORAT RESOURCE MANAGEMENT) o curso mais importante para um piloto que tem interesse em trabalhar em uma empresa aérea, táxi aéreo e transporte regular. Este curso é um treinamento em gerenciamento de recurso de equipes, que deve ser usado constantemente durante uma operação, mesmo que esteja ocorrendo tudo corretamente. Uma das maiores prioridades de uma companhia aérea é o padrão de gestão de cabine de seus pilotos, isso reduz consideravelmente a possibilidade de um acidente por má gestão de cabine. Todos os pilotos de uma empresa aérea passam anualmente por um curso de CRM.

Sendo assim, retoma-se ao problema que orientou essa pesquisa:

Qual a importância do simulador de voo para o processo de ensino-aprendizagem na formação de pilotos de aeronaves?

O simulador de voo é muito importante para os novos pilotos, pois com toda essa tecnologia que existe hoje e com outras que possam ser descobertas para facilitar a vida de um piloto, o simulador de voo faz um primeiro contato entre o aluno (piloto) e a aeronave, assim facilitando o treinamento do mesmo para futuros voos na aeronave. Desta maneira, a universidade que implementar o simulador de voo em sua grade poderá ajudar o aluno em um futuro treinamento no simulador de uma companhia aérea.

Durante a realização deste trabalho, a maior dificuldade foi, por se tratar de um trabalho com uma base bastante teórica, ter de pesquisar livros e trabalhos antigos relacionados ao tema, mas no final restringimo-nos apenas ao essencial.

Um futuro trabalho como este, pode ser melhorado com um maior recolhimento de dados, com um tempo maior para pesquisas e assim para uma maior explicação de cada dado, pois simulador de voo e aviação é um tema muito grande e temos vários modos e assuntos para serem explicados.

REFERÊNCIAS

- Boeing Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959-2006, 2007. Disponível em: https://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents Acesso em: 09 ago. 2019.
- BR SIMULATIONS. Disponível em: <http://www.brsimulations.com/B737NG.html>. Acesso em 08 ago. 2019.
- BRASIL. Agencia Nacional da Aviação Civil - ANAC. **CRM. 05 Dec. 2018**. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/promocao-da-seguranca-operacional-2/palestras/crm.pdf/view>. Aceso em: 15 ago. 2019.
- BRASIL. Força Aérea Brasileira - FAB. **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: 15 ago. 2019.
- BRASIL. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), MCA 3-3. 3 Dec. 2012. Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/mca-manual-do-comando-da-aeronautica>. Acesso em: 08 out. 2019.
- DIGITAL AV MAGAZINE. AeroMéxico inaugura sua projetada com projetores de eyevus simulador de voo Boeing 787. 10 Dec. 2015. Disponível em: <https://www.digitalavmagazine.com/pt/2015/12/10/aeromexico-inaugura-su-simulador-de-vuelo-boeing-787-disenado-con-proyectores-de-eyevis/>. Acesso em: 08 ago.2019
- EATCHIP Specifications of Training Tools and Methods Air Traffic Control – Volume 1: Guidelines on Tools and Methodology for the Development and the Provision of ATC Training (with Examples on ATCO Basic Training Phase), 1999. Disponível em: https://www.skybrary.aero/index.php/Controller_Training_Methods_and_Tools. Acesso em: 08 ago. 2019.
- MACHADO, Jefferson E.S. **Os Primórdios dos Simuladores de Voo**, In: Força Aérea Brasileira (FAB). Museu Aeroespacial. Instituto histórico-cultural da aeronáutica. 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: 08 set. 2019
- MATSUURA, Jackson Paul. **Aplicação dos Simuladores de Voo no Desenvolvimento e Avaliação de Aeronaves e Periféricos**. Trabalho de Graduação. Divisão de Ciência da Computação. São José dos Campos. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. 1995. Disponível em: <http://www.ele.ita.br/~jackson/files/tg.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2019

MOORE, Kevin. **Early History of Flight Simulation**. Disponível em: <https://www.simulationinformation.com/education/early-history-flight-simulation>. Acesso em: 08 ago. 2019.

O DEFESANET. **O primeiro simulador de voo feito inteiramente no Brasil**. 03 jul. 2012. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/tecnologia/noticia/6603/O-primeiro-simulador-de-voo-feito-inteiramente-no-Brasil/> Acesso em: 07 ago. 2019.

SAMPAIO, Rafael Coronel Bueno. **Projeto & Pesquisa de Sistemas Mecatrônicos e Robótica Móvel** – USP/EESC/Lab. Robótica Móvel – LabRoM. Disponível em: <https://rafaelcoronel.wordpress.com/2010/11/06/simuladores-de-voo-dos-primordios-aos-tempos-de-hoje/> Acesso em 09 ago. 2019.