



Ten Cel Inf Eduardo Antonio Ferreira

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS SIMULADORES VIRTUAIS NA CONSTANTE
MELHORIA DOS PROCESSOS DE TREINAMENTO DOS TRIPULANTES DE
HELICÓPTERO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

**Salvador
2019**

Ten Cel Inf Eduardo Antonio Ferreira

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS SIMULADORES VIRTUAIS NA CONSTANTE
MELHORIA DOS PROCESSOS DE TREINAMENTO DOS TRIPULANTES DE
HELICÓPTERO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Formação Complementar do Exército /
Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG
como requisito parcial para a obtenção do Grau
Especialização de Gestão em Administração
Pública.

Orientador: Prof. Dr. Antonio de Biaso Júnior

**Salvador
2019**

Ten Cel Inf EDUARDO ANTONIO FERREIRA

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS SIMULADORES VIRTUAIS NA CONSTANTE
MELHORIA DOS PROCESSOS DE TREINAMENTO DOS TRIPULANTES DE
HELICÓPTERO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Formação Complementar do Exército /
Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG
como requisito parcial para a obtenção do Grau
Especialização de Gestão em Administração
Pública.

Aprovado em: ____ / ____ / 2019

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Dr. Rodrigo Franklin Frogeri – Presidente
UNIS

Profa. Dra. Nancy Christiane Ferreira Silva – Membro 1
UNIS

Prof. Dr. Anderson Pereira Mendonça – Membro 2
UNIS

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	CONCEITO DE SIMULAÇÃO.....	7
3	SIMULADORES DE VOO EMPREGADOS NA AV EX.....	8
3.1	DISPOSITIVO DE TREINAMENTO DE VOO (FTD).....	8
3.2	SIMULADOR DE VOO PARA ESQUILO/FENNEC (SHEFE).....	10
4	NORMAS OPERACIONAIS.....	13
5	MATERIAL E MÉTODO.....	14
6	ANÁLISE E DISCUSSÕES.....	15
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
	REFERÊNCIAS.....	18

A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS SIMULADORES VIRTUAIS NA CONSTANTE MELHORIA DOS PROCESSOS DE TREINAMENTO DOS TRIPULANTES DE HELICÓPTERO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Eduardo Antonio Ferreira¹

RESUMO

Este trabalho analisa a utilização dos simuladores virtuais na constante melhoria dos processos de treinamento dos tripulantes de helicóptero da Aviação do Exército Brasileiro (AvEx). Tal abordagem se justifica porque um número considerável de Horas de Voo (HV) é consumido em atividades de formação, especialização e adestramento dessas tripulações, visando o aperfeiçoamento dos recursos humanos. O objetivo deste trabalho é mostrar o quão importante é elevar a operacionalidade através da utilização dos meios virtuais capazes de simular situações reais de voo. Esta tarefa foi conseguida por meio de uma pesquisa bibliográfica e exploratória, com abordagem qualitativa e fundamentada pela coleta de dados de documentos da Aviação do Exército Brasileiro e pela experiência pessoal do autor em atividades de simulação de voo. Basicamente, o local escolhido para este estudo foi a Divisão de Simulação do Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx), sediado em Taubaté-SP, que emprega treinadores sintéticos (sem movimento) e simuladores de voo *Full Motion* (movimento completo) que proporcionam às tripulações dos Batalhões de Aviação do Exército (BAvEx) treinamentos de Gerenciamento de Recursos de Cabine (CRM), Voo sob Regras Instrumento (IFR) e emergências em voo. A análise comprovou que, dentre as contribuições advindas do uso de tais equipamentos, destacam-se a elevação de níveis de segurança de voo e a redução de custos para o Exército Brasileiro.

Palavras-chave: Simuladores virtuais. Treinamento. Recursos humanos.

ABSTRACT

This paper analyzes the use of virtual simulators in the constant improvement of the Brazilian Army Aviation (AvEx) helicopter crew training processes. Such an approach is justified because a considerable number of flight hours are consumed in training, specialization and training activities of these crews, aiming at the improvement of human resources. The aim of this paper is to show how important it is to increase the operability through the use of virtual means capable of simulating real flight situations. This task was accomplished through a bibliographic and exploratory research, with a qualitative approach and based on the data collection of Brazilian Army Aviation documents and the author's personal experience in flight simulation activities. Basically, the location chosen for this study was the Army Aviation Instruction Center (CIAvEx) Simulation Division, based in Taubaté-SP, which employs synthetic trainers (motionless) and Full Motion flight simulators (full motion). provide Army Aviation Battalion (BAvEx) crews with Cabin Resource Management (CRM), Instrument Flight (IFR), and in-flight emergencies training. The analysis showed that, among the contributions coming from the use of such equipment, we highlight the increase of flight safety levels and the cost reduction for the Brazilian Army.

Keywords: Virtual simulators. Training. Human Resources.

A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS SIMULADORES VIRTUAIS NA CONSTANTE MELHORIA DOS PROCESSOS DE TREINAMENTO DOS TRIPULANTES DE HELICÓPTERO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO

1. INTRODUÇÃO

A Aviação do Exército, através do adestramento de seus tripulantes e da manutenção de seus sistemas de aeronaves, é um importante instrumento para os comandantes da Força Terrestre (F Ter) na condução das operações de combate, apoio ao combate e apoio logístico

¹ Ten Cel de Infantaria da turma de 1998. Pós-Graduado em Ciências Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – RJ em 2006.

(DA ROCHA, 2017). A fim de manter elevado esse nível de adestramento e que se possa garantir o sucesso de missões com o apoio de helicópteros sempre com segurança para as tropas helitransportadas, tem-se um custo alto de Horas de Voo (HV). O uso de simuladores de voo no treinamento de tripulações é uma prática antiga que ganhou grande importância em decorrência do avanço tecnológico alcançado nos dias atuais.

Este trabalho analisa a utilização dos simuladores virtuais na constante melhoria dos processos de treinamento dos tripulantes de helicóptero da Aviação do Exército Brasileiro. Porém, o uso de simuladores como ferramentas de treinamento de manobras e procedimentos de cabine têm aumentado a capacidade operacional das tripulações de helicóptero da Aviação do Exército? Um requisito primordial para a manutenção de padrões mínimos de segurança de voo em operações aéreas é que as tripulações da Aviação do Exército devem manter treinamento constante de manobras e procedimento em voo. As habilidades dos pilotos e mecânicos de voo adquiridas na escola de formação estão abaixo do que se espera em termos cognitivos e psicomotores para o emprego nos Batalhões de Aviação do Exército (BAVEx). A passagem pelos simuladores de voo é essencial para aprimorar essas aptidões tão necessárias ao cotidiano e emprego operacional das tripulações (VERGÍLIO, 2017).

Tal abordagem se justifica pela contribuição a ser alcançada no campo do conhecimento aeronáutico e na manutenção de tecnologias de treinamento de voo simulado já adquiridas pela Aviação do Exército e que tem o propósito de aumentar os níveis de segurança de voo, através do incremento do preparo operacional das tripulações. Os treinamentos nas cabines simuladas deixam claras as funções e tarefas de cada tripulante e a importância do gerenciamento dos recursos da cabine em situações críticas do voo de helicóptero, caracterizando o assunto como de elevada importância no campo profissional. Como militar há vinte e quatro anos e piloto de helicópteros há quase dezessete, o autor considera que a relevância pessoal do tema está na motivação e na experiência aeronáutica adquirida nesse tempo. Por fim, a utilização de simuladores de voo como ferramenta de economia de recursos financeiros se mostra capaz de otimizar os gastos do dinheiro público, contribuindo com o aumento da eficiência da gestão administrativa, fato esse de grande relevância social. É importante salientar, também, a importância do trabalho para a Aviação Civil, visto que o voo em simuladores é obrigatório para certificação de habilitações técnicas de pilotos de aeronave.

O objetivo deste trabalho é mostrar a importância do uso de simuladores de voo no treinamento das tripulações de helicóptero da Aviação do Exército Brasileiro, apresentando

conceitos e generalidades sobre simulação de voo, tipos e níveis dos simuladores de voo empregados na Aviação do Exército e identificar os níveis de operacionalidade requeridos pelas normas e alcançados pelas tripulações da Aviação do Exército. Este propósito será alcançado através da revisão bibliográfica, a fim de confirmar a importância do uso de simuladores de voo no treinamento de tripulações e mostrar se os simuladores de voo têm contribuído para o aumento da operacionalidade dos pilotos e mecânicos de voo da Aviação do Exército.

2. CONCEITO DE SIMULAÇÃO DE VOO

Desde os primórdios da antiguidade o conceito de simulação como ferramenta de apoio ao treinamento humano tem sido utilizado. Em um ambiente militar, onde o adestramento conjunto é de vital importância para o sucesso das operações, a utilização de instrumentos e mecanismos capazes de reproduzir o campo de batalha é uma prática que remonta aos primeiros exércitos (NUNES, 2013).

Lunardi (2008) define a simulação como o emprego combinado de determinados modelos, os quais se interagem para formar um novo sistema a fim de representar operações ou fenômenos reais. No campo aeronáutico, entende-se que um dispositivo de simulação de voo é qualquer equipamento que proporcione uma representação realística do ambiente do posto de comando e que simule o funcionamento dos instrumentos, as funções de controle dos sistemas mecânico, elétrico, eletrônico e o desempenho e as características de voo de aeronave de uma determinada classe, permitindo o treinamento de procedimentos de voo em solo (DA ROCHA, 2017).

A fim de cumprir objetivos e ações estratégicas, visando se adequar às novas tecnologias existentes, o Exército Brasileiro estabeleceu como meta o publicado na PORTARIA NORMATIVA Nº 1.873/MD, DE 20 DE JUNHO DE 2013:

Art. 1º O uso de simuladores deve ser ampliado e integrado no preparo das Forças Armadas para aumentar as suas capacidades operacionais, de adestramento e o incremento da interoperabilidade. (BRASIL, 2013, p. 11).

Assim sendo, o Exército Brasileiro concluiu que o uso de simuladores tem o objetivo de proporcionar economia de recursos financeiros na capacitação e treinamento de pessoal, buscando a implementação dessa tecnologia de simulação sem perda do realismo necessário para a operação eficaz dos Materiais de Emprego Militar (MEM) (BRASIL, 2014). Essa vertente é balizada por fundamentos básicos de uma doutrina de simulação: treinamento militar é objetivo, simulação é ferramenta; o realismo tático está no processo de treinamento,

não no simulador; o treinamento militar em simulação virtual deve ser dinâmico e imersivo e; a ambientação ao simulador reduz a interferência no desempenho do treinamento militar em simulação (BRASIL, 2017).

Portanto, a simulação deve ser um instrumento facilitador onde instrutores e alunos devem se esforçar para atender aos objetivos das atividades escolares (aula ou instrução), utilizando a simulação como fator de melhoria de todo o processo.

Na Aviação do Exército tem sido muito onerosa a formação de tripulantes e a manutenção das suas qualificações devido ao elevado custo da hora de voo das aeronaves. Associados ao custo encontram-se outros fatores como segurança nos voos, condições meteorológicas adversas e dependência de disponibilidade do material (aeronaves). Assim, os sistemas de simulação têm sido uma ferramenta primordial na busca pela economia e otimização da instrução aérea.

3. SIMULADORES DE VOO EMPREGADOS NA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO

Através dos simuladores, as tripulações da Aviação do Exército Brasileiro passaram a ter os primeiros contatos com os instrumentos e com o *cockpit* do helicóptero modelo Esquilo, ambientando-se com os painéis e com os controles. Participam de simulações de combate, patrulhamento, resgate e panes mecânicas e elétricas, sendo estas últimas difíceis de reproduzir em aeronaves reais. Diante desse fato, a Aviação do Exército vem empreendendo esforços no sentido de dotar seu centro de treinamento com esse tipo de equipamento, o que conduziu o CIAvEx a produzir um conjunto de Treinadores Sintéticos de Voo, chamados FTD (Flight Training Device), ou Dispositivos de Treinamento de Voo e o mais avançado simulador de voo projetado e construído na América Latina, o Simulador de Voo para Helicópteros ESQUILO e FENNEC, conhecido como SHEFE. Nos próximos tópicos serão apresentados estes modelos.

3.1 DISPOSITIVO DE TREINAMENTO DE VOO (FTD)

Um primeiro aspecto a ressaltar é que, inaugurado em 18 de agosto de 2008, os FTD (*Flight Training Devices*), foram desenvolvidos pelos recursos humanos do próprio CIAvEx. Eles são um dispositivo de treinamento que simula um voo de helicóptero de maneira bem simples, sem movimentos. Tal equipamento dispunha de três computadores e uma cabine

construída de forma artesanal. Com o passar dos anos o projeto foi sendo aperfeiçoado e novas tecnologias incorporadas.

Da Rocha (2017) lembra da origem histórica da criação do FTD:

Sua origem se dá no ano de 2003, através da iniciativa de 02 (dois) sargentos do Centro de Instrução de Aviação do Exército, que por meio da utilização do *software Flight Simulator 3*, de um *joystick* e de um computador pessoal (PC), realizaram o primeiro “voo virtual” da AvEx. Em 2005, por meio da pesquisa de *softwares* e adaptação de materiais, foi desenvolvida a sala do simulador de voo, utilizando comandos de voo ainda rudimentares. A motivação da equipe para o desenvolvimento desse equipamento se deu graças aos recursos recebidos como investimento inicial pela Diretoria de Material de Aviação do Exército (DA ROCHA, 2017, p. 73).

Lunardi (2008) destaca que um simulador básico de voo deve ser equipado com os instrumentos apropriados e que retrate o ambiente do posto de comando de uma aeronave em voo. De forma semelhante, Da Rocha (2017) afirma que um simulador de voo pode representar uma aeronave genérica ou um modelo de helicóptero específico.

Baseado nessas premissas, e na busca por um constante e crescente aperfeiçoamento dos recursos humanos envolvidos nessa atividade, sejam pilotos, mecânicos de voo ou controladores de tráfego aéreo, foi inaugurado, em 11 de março de 2016, a Divisão de Simulação do CIAvEx.

Atualmente, a Divisão de Simulação possui cinco cabines estáticas do helicóptero AS550A2-FENNEC que, juntas, formam um pelotão de reconhecimento e ataque e permitem a simulação de uma típica missão operacional. As cabines são réplicas da aeronave ESQUILO e podem ser utilizadas isoladamente ou interligadas, possibilitando a realização do voo de várias aeronaves juntamente no mesmo cenário, além da comunicação entre as tripulações e a estação de controle.

FIGURA 01 - Parte das cinco cabines de simulação da Divisão de Simulação da AvEx



Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2018

Cada cabine de voo simulado tem sua estação de controle própria. O instrutor ou o controlador de tráfego aéreo ocupam uma posição atrás desta cabine e acompanham o voo interagindo com os alunos via fonia. Já para os mecânicos de voo, que necessitam de um maior ângulo de visão na lateral da aeronave, é disponibilizado o Óculos de Realidade Virtual, possibilitando o treinamento do tiro embarcado, fraseologia e manobras básicas de voo.

FIGURA 02 - Instrução no FTD do CIAvEx



Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2018

Apesar de ser uma excelente ferramenta para treinamento de tripulações, este simulador possui a limitação de não permitir o exercício de situações onde a parte psicomotora é fortemente exigida como, por exemplo, uma pane de motor. Para essas ocasiões, seria necessário o uso de um dispositivo de simulação mais completo. Será abordado no próximo tópico o simulador de voo do tipo *Full Motion*, ou seja, com movimentos completos e em uso atualmente na Aviação do Exército.

3.2 SIMULADOR DE VOO PARA ESQUILO/FENNEC (SHEFE)

É importante começar este tópico ressaltando que o projeto de construção de um novo simulador de voo para a Aviação do Exército celebrou a reunião de esforços entre o Exército Brasileiro e a Indústria Civil Nacional.

Iniciado em dezembro de 2007, pela assinatura de um contrato entre o Centro Tecnológico do Exército (CTEX) e a empresa SPECTRA ENGENHARIA, o projeto teve como objetivo realizar a construção de um simulador de helicópteros do tipo *Full Flight* (simulador com movimento), fato inédito na América Latina, e que foi desenvolvido para fornecer maior segurança no treinamento das tripulações da Aviação do Exército. Ao se classificar um simulador existem quatro níveis de realismo, que vão da letra “A” à letra “D”. O simulador construído pelo CTEx é qualificado na categoria “B” e permite realizar manobras correspondentes ao nível “C”, com capacidade de movimento e cenários de alta resolução e elevado grau de realismo.

Um programa como esse pode ser dividido em cinco áreas distintas, que envolvem: plataforma de movimento, sistema visual, cabine do helicóptero, estação do instrutor e modelo matemático representativo da aeronave (*software*). Uma das grandes dificuldades do projeto foi a construção da cabine, que deveria ser fiel à aeronave. Para tanto, foi construída a partir de moldes de uma aeronave real e possui seu painel totalmente *glass-cockpit*, ou seja, painel digital muito mais moderno o qual foi adaptado para que seus instrumentos analógicos possam responder a estímulos computacionais.

Outro grande desafio foi o desenvolvimento do sistema visual. Diferente do FTD, no qual a imagem é plana, o SHEFE necessitava que sua imagem fosse projetada em um domo esférico que fornecesse ambientação realística. No entanto, este tipo de anteparo deforma a imagem, e os diversos projetores geram figuras sobrepostas que precisam ser corrigidas, o que exigiu pesquisa e o desenvolvimento de uma solução que conduzisse ao domínio dessa tecnologia. Todo o cenário virtual também foi desenvolvido pela SPECTRA através do uso de um software específico. A qualidade desse cenário é de vital importância para a sensação de imersão das tripulações que estiverem em treinamento. A central do instrutor, ferramenta fundamental para a condução e controle da instrução e treinamento dos alunos, pode fornecer os mais variados tipos de situações, além de permitir que sejam feitas modificações durante o treinamento, possibilitando a inserção de missões atípicas ou não planejadas.

Da Rocha (2017) destaca que os membros da tripulação devem estar inseridos no ambiente simulado e nas características de voo de acordo com o tipo de aeronave:

Embora os simuladores de voo variem de acordo com o modelo, a maioria deles possui um arranjo básico similar. O simulador fica na parte superior de uma base eletrônica de movimentos ou de um sistema de levantamento hidráulico, que reage fisicamente à entrada do usuário e aos acontecimentos dentro da simulação. Pelo comando da aeronave, por parte do piloto, o módulo responde com a movimentação física da cabine, dando ao usuário uma resposta tátil. A palavra “tátil” se refere à sensação de toque, por isso, um sistema tátil é aquele que dá ao usuário a resposta que ele consegue sentir (DA ROCHA, 2017, p. 69).

FIGURA 03 - Mosaico com fotos do SHEFE: Visão externa, visão sem o domo e visão do piloto



Fonte: Autor (2018)

De forma semelhante, Lunardi (2008) lembra que, na concepção básica de seu projeto em 2007, o SHEFE possibilitaria os seguintes tipos de treinamentos: Voo Visual Diurno e Noturno (VFR), Voo com Óculos de Visão Noturna (OVN), Voo sob Regras Instrumento (IFR), testes do Sistema Hidráulico, testes do Rotor de Cauda, testes do painel, tiro com armamento orgânico da aeronave (metralhadora e lançador de foguetes SBAT-70) e o Voo Tático. Atualmente, tais manobras e procedimentos são executados plenamente pelo SHEFE.

O SHEFE encontra-se em processo de homologação junto à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o que permitirá seu uso por civis, outros Órgãos de Segurança Pública e demais Forças. Além disso, está sendo realizada uma “campanha de ensaios em voo” que tem por finalidade o levantamento de parâmetros de voo reais da aeronave, os quais devem ser inseridos no modelo matemático do simulador, tornando o equipamento mais realista.

A utilização do SHEFE apresenta inúmeras vantagens para o treinamento das tripulações. A sensação de movimento, por exemplo, permite um maior treinamento da parte psicomotora. Além disso, existe grande redução de despesas, pois a hora de voo do simulador possui custo menor que a do voo real. Também permitirá que treinamentos antes realizados em países como EUA e França possam ser executados no Brasil, evitando os gastos que envolvem tais deslocamentos.

Mediante o desenvolvimento do projeto SHEFE, o Brasil entra na vanguarda dos poucos países que possuem a capacidade de desenvolver tais tipos de simuladores. O conhecimento tecnológico absorvido nesse processo é algo que deve ser ressaltado, bem como a interação entre o Exército e a indústria nacional. O ganho para a Aviação do Exército é significativo, permitindo melhor qualificação das tripulações de voo formadas no CIAvEx. Ter

a oportunidade de realizar esses treinamentos é fundamental para a formação de qualquer tripulante, além de poder executar o mesmo procedimento diversas vezes com diferentes graus de complexidade.

Por fim, todo esse trabalho deve seguir normas específicas a fim de padronizar procedimentos e técnicas. Em uso atualmente na Aviação do Exército estão as Normas Operacionais, que serão vistas no tópico seguinte.

4. NORMAS OPERACIONAIS

É importante começar este tópico destacando que as Normas Operacionais do Comando de Aviação do Exército (CAvEx) têm a finalidade de proporcionar segurança e eficiência na composição das tripulações da Aviação do Exército nos diversos tipos de voo, em função das variadas situações que podem ocorrer na aplicação de uma aeronave (BRASIL, 2017).

Brasil (2017) afirma, também, que tais normas têm como objetivo padronizar as habilitações e os níveis operacionais, definir as funções desempenhadas pelos tripulantes, estabelecer requisitos para o desempenho de funções a bordo, reabilitação, perda, manutenção e recuperação da respectiva habilitação técnica, além de definir os tipos de voo realizados pela AvEx.

O Nível Operacional diz respeito ao acervo de conhecimentos e atributos que refletem a capacidade técnica e operacional do aeronavegante em determinada aeronave. Há uma gradação hierarquizada nos Níveis Operacionais. Ao longo da carreira, o piloto, o mecânico e o controlador serão submetidos a programas de elevação operacional, conduzidos pelas Organizações Militares de Aviação do Exército (OMAvEx), que visam capacitá-los a alcançar níveis operacionais superiores. Os Níveis Operacionais são: Piloto Aluno (PA), Piloto Básico (PB), Piloto Tático (PT), Piloto Operacional (PO), Piloto Instrutor de Voo (PI), Mecânico de Voo Aluno (MVA), Mecânico de Voo Básico (MVB), Mecânico de Voo Operacional (MVO), Mecânico de Voo Instrutor (MVI), Controlador. (Norma Operacional Nr 05 CAvEx, 2017, p. 2).

Um dado que chama a atenção para a importância do simulador está num dos critérios citados no item (4) da Norma Operacional Nr 05, que trata da elevação operacional de um piloto à categoria de Instrutor de Voo:

(4) proficiência: demonstrar, em aeronave ou simulador de voo da categoria para a qual é solicitada a habilitação de instrutor de voo, a habilidade para ministrar instrução nas áreas correspondentes ao grau de proficiência exigido para as demais habilitações de que for titular e nas quais pretende ministrar instrução de voo, abrangendo reunião anterior ao voo (*briefing*), reunião posterior ao voo (*debriefing*) e instrução teórica apropriada. (Norma Operacional Nr 05 CAvEx, 2017, p. 5).

Outro aspecto importante é o fato de que pilotos e mecânicos instrutores que não realizarem voo de instrução em aeronave ou simulador por período superior a 365 (trezentos

e sessenta e cinco) dias deverão realizar um novo Estágio de Qualificação de Instrutores (EQI), no CIAvEx (BRASIL, 2017). Além disso, Brasil (2017) destaca que, no caso de treinamentos de Voo sob Regras Instrumento (IFR) na fase avançada, todas as missões devem ser realizadas, prioritariamente, em simulador de voo. Caso não seja possível, por falhas de material, pessoal ou condições adversas de meteorologia tais voos devem ser realizados em aeronaves reais, preferencialmente, durante a noite.

A Norma Operacional Nr 11, que trata do Voo com Óculos de Visão Noturna (OVN), destaca que, para o piloto se tornar um Piloto Operacional OVN, ele deve, além de ser piloto operacional no modelo de aeronave proposto, ter voado no mínimo 30 horas de voo totais com OVN e possuir o Estágio IFR teórico e prático em simulador (BRASIL, 2017).

O Boletim Interno Nr 56, de 21 de maio de 2018, do Comando de Aviação do Exército, ressalta que o treinamento de emergência em simulador para casos de desorientação espacial, onde a tripulação pode entrar em condições adversas de meteorologia com visibilidade nula, proporciona plenas condições de êxito no caso de uma pane real:

O Simulador de Helicópteros Esquilo e Fennec (SHEFE) possui condições de proporcionar o treinamento deste procedimento para os operadores de todos os modelos de helicópteros AvEx. A fidelidade deste treinamento é considerada alta, variando de acordo com o modelo operado por cada tripulação, uma vez que o objetivo é treinar o procedimento e o gerenciamento de recursos de cabine (BRASIL, 2018, p. 472).

Dessa maneira, as citadas normas priorizam a segurança de voo como pilar básico nas operações aéreas militares. Quanto ao treinamento, asseguram a correta padronização de procedimentos e a capacidade de realizar manobras que não podem ser feitas na aeronave real, tal como alguns procedimentos de emergência, em decorrência do grande risco envolvido nessas atividades.

5. MATERIAL E MÉTODO

Por se tratar de uma pesquisa específica versando sobre a utilização dos simuladores virtuais na constante melhoria dos processos de treinamento dos tripulantes de helicóptero da Aviação do Exército Brasileiro, o trabalho se restringiu a análise documental e pesquisa bibliográfica com diversas opiniões e experiências adquiridas por determinados setores da AvEx. As opiniões e impressões sobre o uso do simulador como ferramenta de aperfeiçoamento de voo foram conseguidas em entrevistas com pilotos e mecânicos instrutores do CIAvEx e dos Batalhões de Aviação, realizadas pelo autor nas Jornadas de Segurança de Voo da Av Ex em 2018. Tais testemunhos, aliados ao nível de operacionalidade

conseguidos pela Av Ex nos diversos apoios prestados ao Exército Brasileiro, demonstram o benefício da utilização desse equipamento. A eficiência da adoção dessa nova tecnologia se mostra, também, nos elevados níveis de segurança de voo alcançados pela Aviação do Exército nos últimos anos, que pode ser comprovada pela ausência de acidentes fatais desde março de 2010.

A análise documental deste trabalho pautou-se no levantamento dos conteúdos programáticos dos Planos de Disciplina (PLADIS) do Curso de Piloto de Aeronaves (CPA), do Curso de Piloto de Combate (CPC), do Estágio de Voo por Instrumento (IFR) e do Estágio de Voo com Óculos de Visão Noturna (OVN). Também foi realizada análise das Normas Operacionais do Comando de Aviação do Exército, a fim de se verificar os padrões exigidos e requisitos para elevação operacional das tripulações. Esse levantamento teve por objetivo conhecer detalhadamente o assunto que trata sobre simulação de voo transmitido aos aeronavegantes, incluindo a carga horária exigida como pré-requisito para a manutenção das habilidades de voo de cada integrante do sistema da Aviação do Exército.

6. ANÁLISE E DISCUSSÕES

Ao verificar quantitativamente o assunto na documentação citada, percebe-se a importância que o uso de simuladores têm ganhado ao longo dos anos. Incipiente há cerca de alguns anos atrás, seu uso tornou-se primordial e insubstituível nos dias atuais, contribuindo principalmente com a redução de custos e elevação da mentalidade de segurança de voo.

Conforme se salientou na introdução, o objetivo deste trabalho foi mostrar a utilização dos simuladores virtuais na constante melhoria dos processos de treinamento dos tripulantes de helicóptero da Aviação do Exército Brasileiro. A fim de cumprir o previsto no Plano Estratégico do Exército e assegurar que seus tripulantes possam aumentar suas capacidades técnicas e psicomotoras, as Unidades Aéreas têm procurado enviar suas tripulações para o treinamento nos simuladores pois, à medida que a tecnologia embarcada nos helicópteros aumenta, o mesmo acontece com os simuladores, havendo a necessidade de treinamento constante. Em termos de custos as vantagens do uso de simuladores são relevantes. Até o final de 2018, o custo de 01(uma) hora de voo de aeronave Esquilo era de R\$5.147,80 (cinco mil, cento e quarenta e sete reais e oitenta centavos). Já nos simuladores FTD/SHEFE esse custo era de R\$1.295,83 (um mil, duzentos e noventa e cinco reais e oitenta e três centavos). Isso significa que o simulador apresenta o empenho de apenas cerca de 25% se comparado aos custos das Horas de Voo reais empregadas na Aviação do Exército.

A figura abaixo mostra a quantidade de Horas de Voo utilizadas por mês no FTD e no SHEFE em 2018:

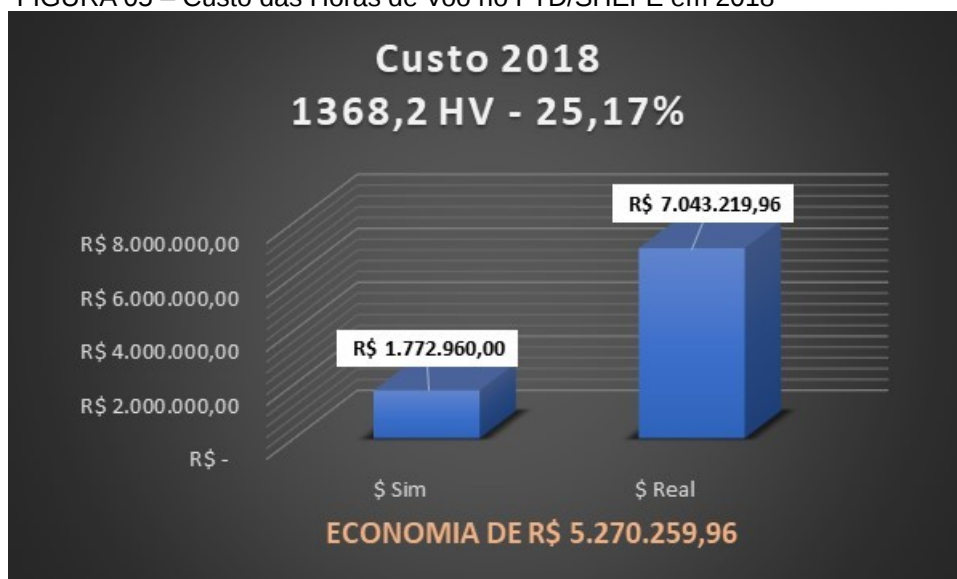
FIGURA 04 – Horas voadas por mês no FTD/SHEFE em 2018



Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2018

Abaixo, a figura mostra o custo das Horas de Voo gastas pelas Unidades Aéreas no FTD/SHEFE em 2018:

FIGURA 05 – Custo das Horas de Voo no FTD/SHEFE em 2018



Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2018

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O treinamento de técnicas e procedimentos de pilotagem, gerenciamento de cabine e tripulação podem ser perfeitamente executados em um ambiente virtual. Envolvendo custo

mais baixo e permitindo uma maior padronização de procedimentos, além de melhoria da qualidade do ensino e sem apresentar riscos à segurança pessoal e do material intrínsecos ao voo real, a simulação de voo se apresenta como um projeto inovador e eficiente na Aviação do Exército.

Retomando a pergunta inicial pode-se inferir que o uso de simuladores como ferramentas de auxílio nos treinamentos de manobras e procedimentos de voo têm aumentado a capacidade operacional das tripulações de helicóptero da Aviação do Exército. O uso de simuladores está amplamente aceito por todo o mundo e sem eles a economia e a segurança na aviação estariam comprometidos.

Pode-se afirmar, ainda, que a simulação é um meio de aprendizagem dinâmico que proporciona elevada assimilação dos conceitos teóricos por um lado e estimula o desenvolvimento de perícias e habilidades psicomotoras de outro. O uso de simuladores permite registrar o progresso, melhorar o tipo de treino e assegurar que seja igual para todos os alunos. No entanto, os simuladores falham em transmitir a experiência real, a qual pode ser compensada pela experiência de instrutores devidamente qualificados. As escolas de aviação apostam cada vez mais no uso de simuladores de voo para formação dos seus pilotos, mecânicos e tripulantes em geral, em substituição ao voo real. As principais vantagens desses equipamentos, além das já referidas, incluem o fato dos treinamentos não dependerem de condições atmosféricas, não causarem congestionamento do espaço aéreo e permitirem a simulação de situações de emergências que, de outra forma não seriam possíveis de serem realizadas sem colocar em risco pessoas ou bens existindo, ainda, a possibilidade de interrupção ou alteração do exercício conforme o desejado pelo instrutor. Dessa forma, é notório que os objetivos propostos na concepção do projeto têm sido plenamente alcançados. A Aviação do Exército, considerada um pólo de excelência entre as Organizações Militares do Exército Brasileiro, mostra que seus recursos humanos são merecedores do que há de mais moderno em tecnologias associadas ao voo.

Um fator limitador desse trabalho foi a falta de uma ferramenta que comprovasse estatisticamente o incremento da operacionalidade das tripulações que usam o simulador no CIAvEx e depois retornam às suas Unidades Aéreas. Como sugestão para trabalhos futuros um questionário respondido pelos instrutores que voam com alunos recém-egressos do simulador poderia ser um instrumento de avaliação e acompanhamento desses tripulantes.

Concluindo, face às restrições orçamentárias impostas ao Exército Brasileiro e à Aviação do Exército, que afetam diretamente na diminuição das Horas de Voo para adestramento das tripulações, a utilização desses dispositivos se coloca como fator

compensatório diante de uma possível perda de operacionalidade. Não quer dizer que se trata de substituir as horas de voo reais por horas de voo no simulador, mas sim em compensar a falta dessas horas reais com, pelo menos, voos simulados, permitindo uma manutenção da frequência da instrução e, conseqüentemente, da operacionalidade das tripulações de helicóptero da Aviação do Exército. Vencidas as barreiras iniciais frente a um projeto tão ambicioso, pode-se dizer que houve sucesso em todas as etapas. Desde sua concepção artesanal até o modelo atual, extremamente complexo e fiel, é de se esperar que venham novos desafios rumo a projetos que garantam cada vez mais o sucesso das missões da Aviação do Exército Brasileiro.

REFERÊNCIAS

Brasil. Exército. **EB70-CI-11.405**: Caderno de Instrução de Emprego de Simulação. 1. Ed. Brasília, DF, 2015.

_____. _____. **IP1-1**: Emprego da Aviação do Exército. 1. ed. Brasília, DF, 2000.

_____. _____. **Normas Operacionais do Comando de Aviação do Exército**. Taubaté, SP, 2017.

_____. _____. **PPT-AvEx/1**: Programa-Padrão de Capacitação Técnica do Piloto. 2. ed. Brasília, DF, 2004.

_____. _____. Portaria nº 1.873, de 20 de junho de 2013: Dispõe sobre a integração de simuladores entre as Forças Armadas. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, n. 26, p. 11, 28 jun. 2013.

_____. Simuladores de Voo – SPECTRA Tecnologia e a Rheinmetall Defence Eletronics Acordo de Cooperação. **Defesanet.com.br**, Brasília, 26 maio. 2014. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/bid/noticia/15452/Simuladores-de-Voo---SPECTRA-Tecnologia-e-a-Rheinmetall-Defence-Electronics-Acordo-de-Cooperacao>>. Acesso em: 28 out. 2018.

DA ROCHA, Leonard Soares. **O emprego de dispositivos de simulação de voo no adestramento tático dos pelotões de reconhecimento e ataque da Aviação do Exército, para as missões de combate**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2017.

FURLAN, A.N. **Política de simulação na Aviação do Exército da França**. Relatório de oportunidade NR 04.002. Le Luc: Escritório do Oficial de Ligação–EAALAT, França, 2004.

LUNARDI, L. **A importância do emprego de meios de simulação de vôo no incremento da operacionalidade das tripulações da Aviação do Exército Brasileiro**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares)-Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2008.

NUNES, M.B. Simulação: economia e segurança de voo. **Dédalo**: Revista de Segurança de Voo da Aviação do Exército, Taubaté, SP, ano 16, n.16, p. 20-21, ago. 2013.

VERGÍLIO, Solano Sampaio. **A formação básica do piloto da Aviação do Exército: uma análise**. 2017. 30 p. Artigo Científico (Pós-graduação em Gestão em Administração Pública) – Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS), Universidade Federal de Minas Gerais, Varginha, 2017.