

O EMPREGO DE SIMULADORES DE VOO NO TREINAMENTO DE TÉCNICAS, TÁTICAS E PROCEDIMENTOS (TTPs) NAS OPERAÇÕES DE ATAQUE AEROMÓVEL NO ÂMBITO DO CURSO DE PILOTO DE COMBATE¹

THE EMPLOYMENT OF FLIGHT SIMULATORS IN TRAINING TECHNIQUES, TACTICS AND PROCEDURES (TTPs) IN AIRMOBILE ATTACK OPERATIONS IN THE FRAMEWORK OF THE COMBAT PILOT COURSE

Pedro Vinicius **Dvoranen** Lima²

RESUMO

A Aviação do Exército (Av Ex) é o segmento aéreo do Exército Brasileiro com o propósito principal de proporcionar aeromobilidade orgânica às tropas terrestres. Nesse contexto, a operacionalidade exigida da Av Ex faz com que o Centro de Instrução da Aviação do Exército (CIAvEx) tenha que habilitar diversos aeronavegantes qualificados para atuar como, por exemplo, pilotos, mecânicos de voo e controladores de tráfego aéreo. O processo de formação e adestramento está sendo aprimorado com o emprego de tecnologias modernas e o uso de simuladores de voo. Desse modo, o trabalho busca verificar como é realizada essa formação, os tipos de simuladores de voo disponíveis, dando enfoque principal ao emprego de simuladores de voo no treinamento de técnicas, táticas e procedimentos (TTPs) nas operações de Ataque Aeromóvel (Atq Amv) no âmbito do curso de piloto de combate e a economia estimada de recursos baseada no custo de utilização dos simuladores obtido da bibliografia analisada. Para tanto, é feita uma análise nos manuais do Exército Brasileiro, buscando os objetivos e as principais funções da Aviação do Exército dentro do teatro de operações, passando pelos cursos de formação de pessoal da Aviação do Exército, com maior foco no Curso de Pilotos de Combate (CPC) e seus objetivos. Além disso, levantou-se qual foi o emprego dos simuladores no treinamento de TTPs durante a fase do Ataque Aeromóvel no ano de 2022, totalizando 13,4 horas de voo simuladas. Conclui-se, então, que nessa fase analisada obtém uma economia estimada de R\$ 9.153,80 por hora de voo, além de verificar que o atingimento de 83% dos objetivos do CPC pode ser auxiliado pelos meios de simulação.

Palavras-chave: simulação; treinamento; piloto; Exército Brasileiro.

ABSTRACT

The Army Aviation (Av Ex) is the air segment of the Brazilian Army with the main purpose of providing organic aero mobility to ground troops. In this context, the required operability of Av Ex means that the Army Aviation Instruction Center (CIAvEx) has to enable several qualified aeronauts to act as, for example, pilots, flight mechanics and air traffic controllers. It is possible to improve the training process with the use of modern technologies and the use of flight simulators. In this way, the work seeks to verify how this training is carried out, the types of flight simulators available, focusing mainly on the use of flight simulators in the training of techniques, tactics and procedures (TTPs) in Airmobile Attack (Atq Amv) operations. Within

¹ Artigo apresentado em 10 Out 22 ao Centro de Instrução de Aviação do Exército como requisito parcial para obtenção do Grau Tecnólogo em Sistemas Mecânicos de Aeronaves.

² Aluno do Curso de Formação e Graduação de Sargentos – Av Mnt. Centro de Instrução do Exército (CIAvEx).
dvoranen.pedro@eb.mil.br

the scope of the combat pilot course and the estimated savings of resources based on the cost of using the simulators obtained from the analyzed bibliography. In order to do so, an analysis is made of the Brazilian Army manuals, seeking the objectives and main functions of Army Aviation within the theater of operations, passing through Army Aviation personnel training courses, with greater focus on the Pilots Course of Combat (CPC) and its objectives. In addition, the use of simulators in the training of TTPs during the Airmobile Attack phase in the year 2022 was raised, totaling 13.4 simulated flight hours. It concludes, then, that in this analyzed phase, Army Aviation obtained an estimated savings of R\$ 9,153.80 per hour, in addition to verifying that the achievement of 83% of the CPC objectives can be aided by the means of simulation.

Keywords: simulation; training; pilot; Brazilian Army.

1 INTRODUÇÃO

A Aviação do Exército (Av Ex) é o segmento aéreo do Exército Brasileiro com o propósito principal de proporcionar aeromobilidade orgânica às tropas terrestres. Assim, possui ampla participação em operações em todo Brasil e para isso deve sempre contar com tropas bem adestradas e aeronaves em prontidão. De acordo com (MACIEJEWSKI e GUIMARÃES, 2021), o Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx) é a Organização Militar do Exército Brasileiro com as atribuições de instruir, treinar e aprimorar tanto pilotos quanto tripulações para o Exército Brasileiro. Assim, tanta operacionalidade da Av Ex requer alto nível de investimento no CIAvEx para a manutenção e adestramento das tropas.

Segundo (COSTA, 2008, p.19) “O Crew Resource Management (CRM) ou gestão (de recursos) da tripulação é um conjunto de práticas que tem por finalidade uma gestão otimizada, isto é, racional e eficaz, dos recursos humanos afetos à tripulação das aeronaves.”. O CIAvEx é responsável por gerenciar recursos humanos e ministra cursos de Observador Aéreo para oficiais (COAe), Curso de Piloto de Aeronaves (CPA), Curso de Piloto de Combate (CPC), Curso de Pilotagem Tática (CPT) entre outros cursos. Desse modo, métodos mais baratos e eficientes para o aperfeiçoamento se transformaram em uma grande busca, pois a utilização de horas de voo como treinamento se tornou o modo mais caro de aprimorar os recursos humanos.

O alto custo dessas horas, associado aos fatores de risco da instrução aérea e à dependência da disponibilidade de aeronaves e das condições meteorológicas, obriga as aviações a encontrarem soluções que proporcionem economia, segurança e qualidade no adestramento de seus pilotos (LUNARDI, 2008 *apud* ROCHA, 2017, p. 21).

Conforme (BONFIM, 2014 *apud* ROCHA, 2017), o Curso de Piloto de Combate (CPC) tem sua finalidade em permitir que os oficiais pilotos sejam capazes de desempenhar tarefas relacionadas ao planejamento e execução de missões de combate da Aviação do Exército e ao

comando de frações, até o nível subunidade aérea. O CPC tem uma duração aproximada de 12 (doze) semanas e durante sua execução são realizadas 21 (vinte e uma) missões de voo e duas operações completas, com missões de reconhecimento, vigilância, ataque, incursão/assalto, entre outras. Por fim, este estudo objetiva examinar a utilização de simuladores do CIAvEx no treinamento de manobras de Ataque Aeromovel (Atq Amv) no Curso de Piloto de Combate, bem como as vantagens da utilização do simulador no aprimoramento de pilotos e na economia para a Av Ex.

Este trabalho tem como tema “a importância e os impactos de investimento de novas tecnologias de simulação para uma nova era da aviação”.

Nesse sentido, o objeto de pesquisa, ou seja, a delimitação do tema é “o emprego de simuladores de voo no treinamento de técnicas, táticas e procedimentos (TTPs) nas operações de Ataque Aeromóvel (Atq Amv) no âmbito do Curso de Piloto de Combate”.

A partir do referido objeto, buscou-se resolver o seguinte problema de pesquisa: “como os simuladores de voo são empregados atualmente no treinamento de técnicas, táticas e procedimentos (TTPs) e são possíveis apresentações de novas padronizações?”.

Para delinear bem o estudo, este trabalho desdobrou-se em 01 (um) objetivo geral e 05 (cinco) objetivos específicos.

Esta pesquisa tem como objetivo geral (principal) investigar o atual sistema de simuladores da Aviação do Exército e sua aplicação na formação de pilotos de combate.

Além do objetivo geral, descrito acima, a pesquisa tem como objetivos específicos: a) investigar como é realizada a formação de pilotos no âmbito da Av Ex; b) expor como a realidade virtual pode ajudar no êxito dos objetivos do curso de piloto de combate?; c) expor os tipos de simuladores disponíveis na Av Ex; d) investigar como os simuladores foram utilizados no ano de 2022 no treinamento de TTPs durante a fase de Atq Amv do curso de pilotos de combate; e) avaliar, de acordo com a bibliografia, a economia estimada de recursos durante este treinamento.

No início deste trabalho, foi realizada uma revisão da literatura sobre o emprego da Aviação do Exército nas operações, as operações de ataque aeromóvel, a formação de pessoal da Av Ex no CIAvEx, a estrutura de simulação da Av Ex e o emprego desses simuladores no CPC, artigos relativos ao assunto, além de consultas ao corpo docente do CIAvEx a fim de proporcionar um melhor entendimento sobre o assunto e tema pesquisados.

Quanto ao procedimento de coleta de dados, a pesquisa é do tipo bibliográfica, uma vez que são realizadas leituras exploratórias e seletivas dos materiais de pesquisa em fontes já

publicadas (portarias, documentos, artigos etc). Desse modo, as conclusões obtidas contribuirão para o desenvolvimento e ideias chaves do estudo.

No que diz respeito à finalidade, a pesquisa é do tipo básica, realizada por meio de análise de documentos de diversas fontes e consulta ao corpo docente do CIAvEx, buscando investigar como os simuladores são utilizados para o desenvolvimento técnico profissional dos pilotos e se existe alguma oportunidade de melhoria no desenvolvimento do CPC. O foco desse tipo de pesquisa é gerar conhecimentos teóricos, valendo-se para isso do método indutivo como forma de se chegar a uma conclusão acerca da referida investigação.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 AS ESQUADRILHAS DE HELICÓPTEROS

Conforme Brasil (2020), A estrutura do BAvEx atende aos requisitos do Comando da Força Terrestre a que estiverem diretamente subordinados, de modo que elementos podem ser revogados ou adicionados para completar a estrutura organizacional. As Esquadrilhas de Helicópteros (E He) compõe o componente de manobra do BAvEx. Os batalhões têm manobras modulares de número e tipo para facilitar a conclusão da missão. As E He podem ser do tipo Esquadrilha de Helicópteros de Reconhecimento e Ataque (EHRA) ou Esquadrilha de Helicópteros de Emprego Geral (EHEG).

A EHRA pode contar com Anv dedicadas de Ataque, Anv de Reconhecimento e Ataque leves e médias, bem como com Anv de Emprego Geral de emprego misto (Anv com capacidade de transporte configuradas com armamentos axiais). De acordo com a quantidade e as capacidades técnicas de suas Anv, a EHRA pode dispor de pelotões com diferentes conformações e vocacionados para missões específicas como, por exemplo, pelotões de reconhecimento ou pelotões de ataque. (BRASIL, 2020, P.11)

A EHEG constitui o elemento de manobra do Batalhão, onde está concentrada a capacidade de transporte da unidade. Incorpora, na plenitude, as características de mobilidade, flexibilidade e sistema de comunicações amplo e flexível sendo, porém, restrita sua potência de fogo. (BRASIL, 2020, P.12)

2.2 A FORMAÇÃO DOS PILOTOS NA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO

Conforme (ROCHA, 2017), a compreensão desta carreira é interessante para interpretar as categorias de qualificações que existem para um piloto da Av Ex e quais delas o habilitam a participar

de missões táticas, deixando claro que o público alvo para o treinamento tático por simulação serão os pilotos. Assim, é possível entender em quais cursos de especialização do CIAvEx se apresenta significava a utilização de seus simuladores sintéticos, como na ocorrência do CPC.

De acordo com o plano de carreira da Aviação do Exército, o piloto militar deve ser possuidor do Curso de Piloto de Aeronaves (CPA), Curso de Piloto de Combate, e Avançado de Aviação (AAv) e ainda dos Estágio de Pilotagem Tática (EPT) e de Voo com Óculos de Visão Noturna (OVN), caso pilote uma aeronave capacitada para esse fim. Eventualmente pode realizar também o Estágio de Voo por Instrumentos (EVI), aumentando a capacidade operacional das Unidades Aéreas (BONFIM, 2014 apud ROCHA, 2017, p. 43)

De acordo com Bonfim (2014 apud ROCHA, 2017), o Curso de Piloto de Combate (CPC) tem sua finalidade em permitir que os oficiais pilotos sejam capazes de desempenhar tarefas relacionadas ao planejamento e execução de missões de combate da Aviação do Exército e ao comando de frações, até o nível subunidade aérea. O CPC tem uma duração aproximada de 12 (doze) semanas e durante sua execução são realizadas 21 (vinte e uma) missões de voo e duas operações completas, com missões de reconhecimento, vigilância, ataque, incursão/assalto, entre outras. Dentro desse aspecto, é importante ressaltar a utilização dos simuladores nesse tipo de treinamento do CPC, pois, além de trazer economia ao centro de formação, também traz um treinamento mais eficaz ao piloto que pode realizar manobras e missões no simulador com muita proximidade da realidade, incluindo situações-problema que seriam muito arriscadas e custosas de reproduzir no voo real, como a existência de fogo inimigo e a identificação no terreno de comboio de viaturas inimigas.

Segundo FERREIRA (2019), o Exército Brasileiro, conseqüentemente, inferiu que a utilização de simuladores objetiva economizar recursos financeiros na qualificação e aperfeiçoamento de pessoal, procurando implementar esta tecnologia de simulação sem abandonar o realismo essencial para a operação obter total efetividade dos equipamentos de uso militar. Esse aspecto é norteado pelos fundamentos de uma doutrina de simulação: o treinamento militar é o objetivo, a simulação é uma ferramenta; e o realismo tático está no processo de treinamento, presente no simulador. O treinamento de simulação virtual deve ser dinâmico e imersivo para um aprendizado mais completo; o ajuste e a ambientação com a aeronave simulada diminuem a interferência na realização do treinamento de simulação militar e facilitam a aplicação dos conhecimentos obtidos em aeronaves reais e em voo propriamente ditos.

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 (FERREIRA, 2019, P.19)

2.3 OBJETIVOS DO CURSO DE PILOTO DE COMBATE

Em consonância com Rocha (2017), formar tripulantes e manter suas qualificações está se tornando cada dia mais oneroso devido aos preços da hora dos voos das aeronaves. O alto valor do treinamento de voo, somado aos fatores de segurança e dependência da disponibilidade de equipamentos (aeronáuticos) e das condições climáticas, impõe a aviação a buscar soluções que possibilitem redução de custos e otimizem o treinamento de voo. “Uma economia obtida por intermédio da redução das horas de voo, quer na formação ou no treinamento dos tripulantes, não tem sido a opção escolhida pelos exércitos que têm grande experiência com suas aviações” (FURLAN, 2004 apud ROCHA, 2017, p.1), ou seja, havia a necessidade de diminuir o custo da formação dos aeronavegantes, porém apenas diminuir sua hora de voo não resolveria o problema, ao contrário, só formaria pilotos menos preparados.

Dessa maneira, perante os problemas e devido à importante exploração de tecnologias de apoio e equipamentos de treino de voo que tem acontecido nos últimos tempos, a exploração de equipamentos informáticos (“hardware”) e programas de aplicação, a Av Ex começou a demonstrar grande preocupação no uso dessas tecnologias, com a finalidade de garantir a amplificação da capacitância de treinamento com diminuição de gastos. O simulador de voo também permite praticar manobras que em condições reais seriam arriscadas ou incompletas por motivos de segurança. Logo, esses dispositivos proporcionam um processo de treinamento eficaz para a tripulação, o que leva ao aumento da segurança e operacionalidade do batalhão.

De maneira mais técnica, a ordem de instrução n°22.016 do CIAvEx (BRASIL, 2022) prevê que a finalidade do CPC é regular as atividades a serem desenvolvidas no Centro de Instrução de Aviação do Exército e aprimorar o conhecimento dos pilotos. Assim, os objetivos do curso são:

- a) Habilitar o Piloto de aeronaves do Exército, possuidor do CPA, para o desempenho das funções de comando de frações de helicópteros até o nível SU, no cumprimento das diversas missões da Av Ex.

- b) Realizar a navegação e a progressão tática, bem como o deslocamento em formação, na posição de comandante da anv e comandante de fração de helicópteros.
- c) Planejar e executar as operações em combate atribuídas à Av Ex, exercendo o comando de frações de helicópteros até o nível SU.
- d) Incentivar o oficial aluno à constante atualização, apresentando-lhe o sistema de identificação de armas utilizado atualmente na AvEx
- e) Realizar um corredor de evasão e uma evasão assistida de território inimigo após a anv ser abatida em operações.
- f) Permitir que o aluno demonstre capacidade de direção, iniciativa, liderança, cooperação, flexibilidade.

2.3.1 A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR NOS OBJETIVOS DO CPC

É possível observar que a utilização do simulador pode e deve ser usada na formação do piloto de combate a fim de desenvolver um melhor aprendizado, principalmente, nos tópicos A, B, C, D e F. No primeiro tópico dos objetivos (A), o simulador se mostra mais essencial que os demais tendo em vista que a missão é habilitar, ou seja, ensinar os fundamentos da aeronave a qual se encontra com cabines proporcionais à simulada e botões, manetes ou qualquer comando no mesmo lugar da aeronave real, trabalhando e estimulando a memória do piloto para estar ciente da localização no caso de qualquer necessidade de uso. De modo que o piloto fique pronto para desempenhar funções de comando de frações até o nível SU e esteja totalmente familiarizado para cumprir qualquer missão.

No segundo tópico dos objetivos (B), a utilização do simulador ainda se mostra muito útil, pois a progressão tática, bem como o deslocamento em formação são atividades de maior complexidade e maior risco do que o emprego usual da aeronave.

No terceiro tópico dos objetivos (C), o piloto pode utilizar o simulador para executar uma missão previamente planejada por ele em operações de combate atribuídas a AvEx, e ainda exercer o comando de frações de helicópteros até o nível de SU. Estimulando e colocando em práticas as incumbências a ele pertencentes.

No quarto tópico dos objetivos (D), a utilização e identificação de armamento é uma etapa muito importante e útil que o simulador pode contribuir. É de conhecimento público que a utilização de armamentos sem o devido cuidado ou experiência pode ser fatal. A aeronave Fennec AvEx é uma aeronave de ataque e pode ser equipada com metralhadora ou mísseis “skyfire”, o simulador da aeronave consegue introduzir os armamentos no software e demonstrar ao piloto como é o comportamento real da aeronave enquanto está equipada e a reação quando é executado o fogo dos equipamentos, conforme Maciejewski e Guimarães (2021). Assim, além de proporcionar a familiarização do equipamento o simulador evita

desperdício de munições e possibilita mais experiência ao piloto, o que poderia causar algum acidente.

No sexto tópico dos objetivos (F), o CPC deseja que o piloto demonstre a capacidade de direção, iniciativa, liderança, cooperação, flexibilidade. Ou seja, deseja que o piloto demonstre a experiência adquirida durante todo o curso, uma mistura de todas as habilidades adquiridas em missões já treinadas. Essas habilidades devem ser apresentadas em um voo real, porém o treinamento em simulador pode apresentar muita confiança ao piloto, principalmente, em locais complicados com uma pilotagem tática.

Portanto, fica evidente a importância dos simuladores no curso de pilotos de combate, pois, dos seis objetivos presentes do curso, o simulador pode auxiliar diretamente em cinco deles. Ou seja, 83% dos objetivos podem ser auxiliados pela tecnologia da simulação. Assim, o simulador mostra-se uma ferramenta muito útil que pode aprimorar os conhecimentos dos pilotos e diminuir os riscos de um acidente, seja um acidente aéreo ou acidente com armamento. O simulador ainda diminui os custos de formação, tendo em vista que o preço da hora de voo real é muito superior a hora de voo simulada.

2.4 TIPO DE SIMULADORES

Rocha (2017), referindo-se a Makrakis (1997), define simulação por computador como a utilização misturada de determinados moldes que interagem para criar novas estruturas para figurar comportamentos ou fenômenos do mundo real. Fundindo modelos de movimento com modelos de posição do solo e modelos volumétricos calculados a partir de dados de altitude, largura, comprimento, posição e rapidez, correspondem às informações da companhia movendo-se em itinerário e podem simular o movimento do solo. Assim, a simulação é o uso complexo e combinado de um ou mais moldes.

A simulação militar tem como objetivo o treinamento de combate ligado à prontidão do militar para enfrentar um território operacional semelhante a um confronto. Assim, os simuladores são uma replicação de aparências específicas de uma ação ou de materiais destinados ao uso militar, segundo regras predeterminadas, com auxílio de dispositivos para simular uma atividade militar. Imitar uma atividade militar ou procedimento de combate significa construir uma atmosfera idêntica ao de uma batalha real, em que os componentes responsáveis pela coordenação e controle são motivados a concluir a respeito dos comportamentos e condutas em ações decisivas a batalha, conforme Rocha (2017).

A aplicação dos simuladores dentro da Av Ex está sendo ampliada, a simulação militar é dividida em três modalidades: Viva, Virtual e Construtiva. Ainda é possível incluir a quarta

modalidade, a simulação interativa, que se definiria na combinação de duas, ou três, modalidades ao mesmo tempo.

A simulação Viva é cumprida em terreno utilizando dispositivos táticos e muitas vezes são complementadas com simuladores. As zonas de simulação viva põem forças vivas, agentes reais e estruturas com armamentos (armas, apetrechos, veículos, drones e aeronaves) respondendo a práticas de treinamento ou a avaliações que imitam a experiência de situações operacionais reais, simbolizando uma campanha militar. É um exercício de teste no terreno utilizando aparelho tático padrão, simuladores, sistemas de prova e simuladores de engajamento tático. Sendo este baseado no uso de sensores e aparelhos apontadores a laser que podem monitorar os movimentos dos agentes e imitar os resultados dos engajamentos em combate para recriar situações reais de combate, conforme Lunardi (2008 *apud* ROCHA, 2017). Portanto, a simulação viva não é muito proveitosa para a Av Ex tendo em vista que ainda ocorrerá o voo real, ou seja, não ofertará menores risco nem diminuição de despesas. A simulação virtual acontece quando as forças armadas atuam com um dispositivo do tipo simulador, fingindo ser a vida real sob situações tecnológicos e físicas. A simulação do dispositivo é incorporada ao mecanismo e os operadores respondem e interagem com ele. Habitualmente é usado para imitar equipamentos como aeronaves, tanques ou lançadores de projéteis em que a interação da ferramenta é reproduzida dianteira a uma tela de imagem projetada pelo computador, de acordo com Lunardi (2008 *apud* ROCHA, 2017).

Este é o tipo da simulação que o artigo objetiva explorar, com a utilização de equipamentos para o adestramento de voo. Os simuladores do CIAvEx ficam enquadrados nessa classe.

4.2.3.2.1 A Simulação Virtual substitui sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação exige elevado grau de adestramento, ou envolve riscos e/ou custos elevados para sua operação. 4.2.3.2.2 Sua principal aplicação é no desenvolvimento de técnicas e habilidades individuais que permitam explorar os limites do operador e do equipamento. 4.6.3.2.3 Essa modalidade pode ser integrada tanto em um ambiente virtual comum, possibilitando o adestramento tático de determinada fração, como em exercício com interoperabilidade de sistemas de simulação (BRASIL, 2015, p.4-2).

A simulação construtiva é vista no cenário mundial como uma partida de Guerra, que seria uma Simulação de um conflito em seus diversos graus, em que seus operadores são postos em condições de conflito, procurando tomar várias resoluções de forma mais correta possível. Consiste em elementos de tropa e simulação que usam simulações controladas por pessoas reais

em cenários de equipe estabelecidos que enfatizam a interação entre agentes. Eles são separados em forças opostas e se enfrentam sob o controle de um rumo de exercício. Desse modo, a Simulação construtiva é a condição em que um comandante dirige exércitos simulados em uma atmosfera simulada, com o propósito do adestramento a si mesmo e ao Estado-Maior, especialmente ao julgamento para a tomada de decisões e ações para operar em posições de comando e situações de controle, segundo Rocha (2017). Portanto, a utilização desse tipo de simulação possibilita um trabalho de integração e de melhor julgamento e tomada de decisão ao Estado-Maior do BAvEx.

2.5 SIMULADORES DISPONÍVEIS NO CIAVEX

O CIAvEx, conforme Maciejewski e Guimarães (2021), possui 3 dispositivos disponíveis de simulação:

1) FTD - HA-01 Fennec AvEx

É um módulo de treinamento da aeronave Fennec AvEx constituído de simuladores FTD com cinco cabines (Fig.1) que podem interagir entre si e realizar um treinamento conjunto, ou seja, conseguem realizar voos em formação, por exemplo. (Fig.2)

2) FTD - HM-01 Pantera K2

É um módulo de treinamento da aeronave HM-01 Pantera K2 constituído por simuladores FTD em que possui estrutura e cockpit bem semelhantes a aeronave (Fig. 3) proporcionando familiarização e realismo ao piloto.

3) FTD – Simulador para Helicópteros Esquilo e Fennec (SHEFE)

O SHEFE (Fig.1) é o simulador mais completo disponível. Foi certificado pela ANAC e então categorizado como FTD 4, ele possui adicionalmente funcionalidades de um FFS A. Seu desenvolvimento foi realizado através de uma parceria entre o Centro de Tecnologia do Exército (CTEx) e a Empresa Spectra Tecnologia.

FIGURA 01 – mosaico com cabines de simulação da Divisão de Simulação e FTD/SHEFE respectivamente



Fonte: MACIEJEWSKI E GUIMARÃES, 2021

FIGURA 02 – simuladores FTD interagindo entre si



Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2022

FIGURA 03 – mosaico com simuladores FTD K2 e cockpit da aeronave



Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2022

2.6 O EMPREGO DOS SIMULADORES NAS TTPs DO CPC EM 2022

As técnicas, táticas e procedimentos (TTPs) realizadas no curso de piloto de combate (CPC) durante a fase do curso de ataque aeromóvel (Atq Amv), no decorrer de uma semana de instrução, utilizaram 13.4 horas de voo (HV) nos simuladores com a finalidade de adestrar e aprimorar os futuros pilotos de combate. Os treinamentos de TTPs constituem, nesse caso, treinamento dos perfis de tiro (tabela 2), utilizando o cenário da Marambaia com aeronaves isoladas e o cenário da AMAN com aeronaves isoladas e por seção. O Atq Amv tem como objetivo principal “reduzir o potencial de combate inimigo por ações de fogo contra unidades terrestres (dispositivos mecanizados, blindados, de logística) ou contra os elementos vitais do seu dispositivo (objetivos de infraestrutura, meios de comunicação)” (BRASIL, 2020, p.55). A composição do cálculo da HV para o curso de pilotos de combate de 2022 é apresentada conforme tabela 1.

Tabela 1 - Composição das Horas de Voo no simulador durante TTPs

data	cabine	hv	total hv	missão
07/junho/2022	EBV-01	1,3	2,8	TIRO
09/junho/2022		1,5		TIRO
07/junho/2022	EBV-02	0,3	2,4	TIRO
07/junho/2022		0,3		TIRO
07/junho/2022		0,3		TIRO
07/junho/2022		0,3		TIRO
09/junho/2022		1,2		TIRO
07/junho/2022	EBV-03	2,3	3,4	TIRO
09/junho/2022		1,1		TIRO
09/junho/2022	EBV-04	1,5	1,5	TIRO
07/junho/2022	EBV-05	1	3,3	TIRO
07/junho/2022		1		TIRO
09/junho/2022		1,3		TIRO

Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2022

Tabela 2 - Composição dos perfis de tiro com foguete e metralhadora .50 durante TTPs

F O G U E T E	PERFIL	INICIAL	POS TIRO	LEGENDA	M E T R A L H A D O R A	.50	PERFIL	INICIAL	POS TIRO	LEGENDA
	RAMPA	H= 1550 Ft (520) D= 1300 m V= 90 Kt Visor= 50 (RKT)	H= 1400 Ft (470m) D= 1000 m V= 110 Kt a 120 Kt Visor= 50 (RKT)				H= 080 Ft (27m) D= 300 m V= 110 Kt Visor= 30 (GUN)	H- Diferença de altura entre a Aeronave e o Alvo. D- distância no plano horizontal entre a aeronave e o alvo. V- Velocidade indicada da aeronave. Visor – Posição do Visor de Tiro (Rebatimento ou distância).	RASANTE 300 m	
RAMPA MODIFICADO	*H= 500 Ft (170m) *D= 1000 m *V= 60 Kt Visor= 45 (RKT)	H= 400 Ft (130m) D= 800 m V= 60 Kt a 80 Kt Visor= 45 (RKT)	H= 180 Ft (60m) D= 600 m V= 110 Kt Visor= 60 (GUN)		RASANTE 600 m	H= 210 Ft (70m) D= 800 m V= 100 Kt Visor= 60 (GUN)	H= 180 Ft (60m) D= 600 m V= 110 Kt Visor= 60 (GUN)			
RASANTE	*H= 500 Ft (170m) *D= 1000 m *V= 60 Kt Visor= 45 (RKT)	H= 400 Ft (130m) D= 800 m V= 60 Kt a 80 Kt Visor= 45 (RKT)	H= 080 Ft (27m) D= 300 m V= 00 Kt Visor= 30 (GUN)		PAIRADO 300 m	*****	H= 080 Ft (27m) D= 300 m V= 00 Kt Visor= 30 (GUN)			
PAIRADO	*****	H= 400 Ft (130m) D= 800 m V= 00 Kt Visor= 65 (RKT)	H= 180 Ft (60m) D= 600 m V= 00 Kt Visor= 60 (GUN)		PAIRADO 600 m	*****	H= 180 Ft (60m) D= 600 m V= 00 Kt Visor= 60 (GUN)			

Fonte: Divisão de Simulação- CIAvEx, 2022

Portanto, a utilização dos simuladores nessa fase visa a familiarização (F) e o treinamento (T) nos diversos perfis de tiro; Suficiência (S) e Proficiência (P) são avaliadas durante a execução das operações planejadas do CPC. O simulador já se mostra útil para intensificar e preparar os aeronavegantes com mais rapidez, segurança e menor custo. A utilização do simulador para missões dessa natureza apenas tende a aumentar.

2.7 CUSTO DA HORA DE VOO (HV) DO HA-1A (FENNEC AVEX)

De acordo com Maciejewski e Guimarães (2021, p.13), o cálculo do custo da hora de voo (HV) é calculado sendo considerado alguns aspectos:

Conforme ANEXO C da INAvEx 3.009, o custo direto de operação das aeronaves da AvEx é formado pelos seguintes custos:

- Custo direto de manutenção (mão-de-obra e suprimento);
- Custo indireto de manutenção (pessoal, documentação, instalações, não-produção e administração);
- Custo de envelhecimento da frota (amortização); e
- Custo de exploração de voo (aeronavegantes, combustível e lubrificantes).

Segundo Machado (2021 apud MACIEJEWSKI E GUIMARÃES, 2021) o valor interno da Hora de Voo (HV) da frota da aeronave HA-1A (Fennec AvEx) em dólares americanos (US\$) é de \$1.912,53. Sendo levado em consideração dados obtidos por intermédio do sítio eletrônico do Banco Central do Brasil, onde a cotação do dólar americano era de 5,24 reais, no dia 06 de setembro de 2022, o custo da HV em reais (R\$) é de \$10.025,67.

2.8 CUSTO DA HV DO SIMULADOR

Para o cálculo de uma estimativa da HV dos Simuladores FTD-Fennec Avex e SHEFE foram utilizados valores da aquisição de dispositivos como, por exemplo, óculos FTD - PIMAx 8k X e insumos para a Seção de Voo Virtual, também foram considerados custos de manutenção para estimativa da HV, manutenção do SHEFE/FTD e manutenção preventiva do gerador são exemplos. Ao final, o valor totalizado dos custos foi dividido por todas as horas de voo do simulador em 2021 até setembro. A composição dos cálculos é apresentada conforme tabela 2 (GUIMARÃES, 2021).

Tabela 3 - Composição Custo Hora de Voo FTD/SHEFE

Finalidade	2021
Insumos para a Seção de Voo Virtual	R\$ 1.400,00
Peças para a manutenção corretiva do gerador	R\$ 17.000,00
Manutenção do SHEFE/FTD	R\$ 1.260.000,00
Manutenção preventiva do sistema de combate a incêndio	R\$ 32.038,80
Manutenção preventiva do gerador	R\$ 3.600,00
Oculos FTD – PIMAx 8k X	R\$ 64.780,80
Manutenção do ar condicionado SPD	R\$ 16.073,64
Total de custos	R\$ 1.394.893,24
Total de HV nos simuladores até setembro/2021	1600 h
Custo HV	R\$ 871,81

Fonte: Guimarães (2021 apud MACIEJEWSKI E GUIMARÃES, 2021)

2.9 ESTIMATIVA DE ECONOMIA DE RECURSOS

Levando em consideração os gastos da HV tanto da aeronave HA-A1 quanto dos simuladores SHEFE/FTD foi desenvolvida uma tabela da economia dos recursos em reais (R\$).

Tabela 4 – Composição da diferença do Custo da HV

Meio de Instrução	Custo HV
(HA-1)	R\$10.025,67
SHEFE/FTD	R\$871,81
Diferença do custo da HV	R\$9.153,8

Fonte: Autor, 2022

Cabe ressaltar que esta economia é em relação a apenas 1 (uma) hora de voo e foram utilizadas 13,4 horas de voo durante todo o ano de 2022. Conclui-se, então, que nessa fase analisada durante esse ano se obteve uma economia estimada de R\$122.660,92; embora a economia seja considerável é imprescindível a prática do voo real para a formação, adestramento e aprimoramento dos pilotos de combate. É interessante a utilização dos simuladores como meios de instrução para os contatos iniciais com o equipamento, tiragem de dúvidas e ganho de experiência, porém o voo real é essencial.

3 CONCLUSÃO

Por fim, este trabalho apresentou a utilização do simulador na AvEx com enfoque para a utilização pelo CPC em suas técnicas, táticas e procedimentos. Para isso foram coletados e analisados dados de horas de voo no simulador durante as missões de ataque aeromóvel. Além disso, dados do custo de operações da aeronave HA-1 (Fennec AvEx) e dos simuladores FTD/SHEFE foram obtidos e analisados com a finalidade de estimar a economia de recursos obtida através dos dispositivos de realidade virtual.

O trabalho buscou demonstrar ainda a importância dos simuladores para a obtenção de êxito nos objetivos do CPC. O curso possui seis objetivos principais e o simulador pode auxiliar diretamente em cinco deles, ou seja, 83% dos objetivos podem ser auxiliados pela tecnologia da simulação. Dessa forma, o simulador mostra-se uma ferramenta muito útil que pode aprimorar os conhecimentos dos pilotos e diminuir os riscos de um acidente, seja um acidente aéreo ou acidente com armamento.

O emprego dos simuladores no treinamento de TTPs durante a fase do Ataque Aeromóvel no ano de 2022 totalizou 13,4 horas de voo simuladas, conclui-se, então, que nessa fase analisada se obteve uma economia estimada de R\$ 122.660,92. Embora fique evidente que a utilização do simulador desenvolva e aprimore a formação dos pilotos a prática do voo em aeronave continua sendo essencial para o adestramento, formação e especialização dos militares da Aviação do Exército.

Portanto, este estudo mostra-se relevante, pois, na medida do possível, ele poderá contribuir para o entendimento dos simuladores e como podem ajudar no aperfeiçoamento dos pilotos do curso de combate da Av Ex. Dessa maneira, este trabalho ganha uma importância considerável, pois poderá ser uma ferramenta de consulta a respeito das vantagens e desvantagens dos treinamentos virtuais e, assim, decidir qual é mais benéfico para cada objetivo do curso.

REFERÊNCIAS

APPEL, César Augusto Sityá. **Análise do emprego de simuladores de voo sintéticos na formação dos pilotos em regras de voo por instrumentos**. 1. ed. Salvador: UNIS-MG, 2020. Disponível em:

https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/9235/1/CGAEM_2021_1_majappel.pdf. Acesso em: 04 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. Centro de Instrução de Aviação do Exército. **Ordem de Instrução nº 22.016 – SEP/DCE**, CIAvEx, Taubaté, 10 de março de 2022. Disponível em intranet do CIAvEx:

http://samba.ciavex.avex.eb.mil.br/samba_publica/PUBLIC_DCE/Ordens_de_Instrucao/2022/OI%2022.016%20CPC%202022.pdf. Acesso em: 09 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. **EB70-CI-11.405**: Caderno de Instrução de Emprego de Simulação. 1. ed. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.204**: Manual de Campanha: A aviação do exército nas operações. 1. ed. Brasília, DF, 2019. Disponível em intranet do CIAvEx:

<http://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/3616/1/EB70MC10204.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.3XX**: Manual de Campanha: O batalhão de aviação do exército. 1. ed. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. **Portaria N ° 343 – EME**, de 6 de novembro de 2019: Estabelece as condições de funcionamento do Curso de Piloto de

Combate. Disponível em:

http://www.coter.eb.mil.br/images/sistema/menu_3_secao/div_av_seg/legislacao-sisavex/3-1Portaria-do-CPC_Port_Nr_343-EME-6-NOV-19.pdf. Acesso em: 09 jun. 2022.

COSTA, Jorge Armando Marques da. **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.

Disponível em:

<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3636/1/Tese%20M1803%20Jorge%20da%20Costa.pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.

FERREIRA, Eduardo Antônio. **A importância da utilização dos simuladores virtuais na constante melhoria dos processos de treinamento dos tripulantes de helicóptero da aviação do exército brasileiro**. 1. Ed. Salvador: EsFCEx, 2019.

GUIMARÃES, Matheus. [Tabela Custo HV Simulador]. Destinatário: Williann André Guilherme Maciejewski. Taubaté, 23 set. 2021, 1 e-mail.

MACIEJEWSKI, Williann André Guilherme; GUIMARÃES, Matheus José Oliveira.

Administração militar: a utilização de simuladores como forma de economia de recursos financeiros pelo Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAVEX). 1. ed. Taubaté: CIAvEx-SP, 2021.

MENDES, Rodrigo de Souza. **A contribuição do simulador de voo na formação do piloto de aeronaves do Exército Brasileiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Cep/Fdc, 2019. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/9596/1/Monografia%20Maj%20RODRIGO%20DE%20SOUZA%20MENDES.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022.

ROCHA, Leonard Soares da. **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**. 1. ed. Rio de Janeiro: EsAO, 2017. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/1/1105>. Acesso em: 03 jun. 2022.

SOBRINHO, Wagner Dias de Moraes; **A importância do treinamento em simulador de voo para formação e aprimoramento da habilidade de pilotagem**. 1. ed. Palhoça: Unisul, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8211/1/WAGNER%20TCC%20P%20-%20NOVO.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.