

---

# A REALIZAÇÃO DO LOFT EM SIMULADOR DE VOO

Antônio Ricardo Pinheiro Cintra <sup>1</sup>

1 ricardo.cintra@outlook.com

---

**RESUMO:** O presente artigo é resultado de um trabalho de conclusão de curso sobre a utilização dos simuladores de voo para o treinamento de tripulantes, principalmente voltado ao gerenciamento de recursos de cabine (CRM). Foi realizada uma pesquisa documental e bibliográfica, aplicados questionários aos tripulantes e facilitadores e entrevistas com especialistas em simulação de voo e facilitação de CRM, para identificar e comparar a eficiência do treinamento LOFT de acordo com as características dos simuladores disponíveis no Exército Brasileiro (EB), bem como o cenário de voo a ser aplicado. A amostra contou com membros da Aviação do Exército (AvEx), sendo composta pelos tripulantes do 4º Batalhão de Aviação do Exército (BAvEx) e facilitadores de todas as organizações militares da AvEx. Observou-se que dentre os simuladores existentes, dos tipos FFS, FTD e ATD1, os simuladores FTD apresentaram um melhor custo-benefício quanto à possibilidade de aquisição, instalação e aplicação do LOFT, assim como o cenário de voo deve ser personalizado à organização aeronáutica, abordando suas principais características de operação e ameaças encontradas. Concluiu-se que a simulação de voo é a melhor forma de exercitar o LOFT, o qual por sua vez deve ser conduzido de acordo com as características da organização, preferencialmente em simuladores do tipo FFS, porém, quando não for possível, os objetivos são atingidos da mesma forma nos simuladores FTD, possibilitando assim uma maior aderência ao treinamento nas menores organizações. As conclusões do trabalho não se limitam à AvEx, podendo ser aplicadas nas mais diversas organizações aeronáuticas.

**Palavras Chave:** 1. CRM. 2. LOFT. 3. Prevenção. 4. Segurança de Voo. 5. Segurança Operacional. 6. Treinamento.

## EXERCISING LOFT IN FLIGHT SIMULATORS

**ABSTRACT:** This article is the result of a final course project on the use of flight simulators for Crew Resource Management (CRM) training. A documentary and bibliographic research was conducted, along with the application of questionnaires to crew members and facilitators, and interviews with specialists in flight simulation and CRM facilitation, to identify the most desirable characteristics for the simulator to be used, as well as the flight scenario to be applied. The sample included members of the Army Aviation (AvEx), consisting of crew members from the 4th Army Aviation Battalion (BAvEx) and facilitators from all military organizations of AvEx. It was observed that among the existing simulators, including FFS, FTD, and ATD types, FTD simulators offered the best cost-benefit ratio in terms of acquisition, installation, and LOFT application. Additionally, the flight scenario should be customized to the aviation organization, addressing its main operational characteristics and encountered threats. It was concluded that flight simulation is the best way to exercise LOFT, which should be conducted according to the organization's characteristics, preferably in FFS-type simulators. However, when this is not possible, the objectives can be equally achieved in FTD simulators, thereby enabling greater adherence to train in smaller organizations. The study's conclusions are not limited to AvEx and can be applied to various aviation organizations.

**Key words:** 1. CRM. 2. LOFT. 3. Safety. 4. Flight Safety. 5. Training.

**Citação:** Cintra, ARPC. (2025) A realização do LOFT em simulador de voo. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 15, N°. 1, pp. 68-76.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início das atividades aéreas, como o balonismo no século XVIII, a aviação tem sido marcada por acidentes frequentes, muitas vezes fatais (LEMOS, 2018, p. 24). Em 1906, no Campo de Bagatelle, em Paris, o brasileiro Alberto Santos Dumont realizou o primeiro voo de uma aeronave mais pesada que o ar. A partir desse marco, a aviação evoluiu exponencialmente, tornando-se um importante vetor de uso civil e militar (FERREIRA, 2021). No âmbito militar, a aviação está presente nas três forças singulares, e o Exército Brasileiro possui equipamentos e pessoal qualificado para operar aeronaves de asas rotativas, com a missão de prover aeromobilidade à Força Terrestre em operações de combate, apoio ao combate e apoio logístico (BRASIL, 1986).

Dada a complexidade e os custos envolvidos, tanto na aviação civil quanto militar, desenvolveu-se uma filosofia de segurança de voo, centrada na investigação e prevenção de acidentes. O objetivo é identificar fatores contribuintes e implementar ações mitigadoras para evitar recorrências. No Exército, as Organizações Militares de Aviação (OMAvEx) contam com a Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAA), a qual gerencia riscos e implementa medidas de controle com base em ocorrências internas e externas (BRASIL, 2020).

Inicialmente, a aviação vivenciou altos índices de acidentes, principalmente por falhas materiais e humanas como fatores contribuintes. Segundo *Crouch* (2008), o desenvolvimento tecnológico nas técnicas de fabricação e materiais, aliado a um melhor

controle de qualidade, reduziu significativamente as ocorrências relacionadas ao fator material. Com a normatização dos procedimentos e a experiência adquirida, a influência do erro humano também diminuiu. Entre as décadas de 1950 e 1970, as aeronaves de grande porte experimentaram avanços tecnológicos significativos, com maior automação e confiabilidade, permitindo aos pilotos uma gestão mais eficiente dos sistemas. Nesse período, a aviação entrou na era dos jatos, com aeronaves transportando mais passageiros a velocidades e altitudes maiores (BRASIL, 2023).

Apesar desses avanços, três grandes acidentes marcaram a década de 1970. O voo 401 da Eastern Air Lines, em 1972, resultou em 101 fatalidades; o voo 820 da VARIG, em 1973, causou 123 mortes; e, em 1977, a colisão dos voos 4805 da KLM e 1736 da PanAm em Tenerife vitimou 583 pessoas, o maior acidente aéreo em número de vítimas até hoje (BRASIL, 2023). Esses eventos levaram a intensas investigações e ao desenvolvimento do *Cockpit Resource Management* (CRM), focado no aprimoramento das habilidades não-técnicas (soft skills) das tripulações para mitigar erros humanos. Esse modelo, atualmente na 6ª Geração, continua a evoluir para melhorar a segurança de voo (BRASIL, 2023).

Para orientar o treinamento de CRM na aviação militar, a Força Aérea Brasileira publicou em 2023 o manual MCA 3-10, que detalha a evolução do CRM e seu foco na combinação de habilidades técnicas e não-técnicas (NOTECHS), também conhecidas como *soft skills* (BRASIL, 2023). Segundo a MCA 3-3 - Manual de Prevenção do SIPAER (2012), o programa de CRM é estruturado em três fases: Conscientização, que aborda os fundamentos teóricos; Exercitação e Feedback, nos quais ocorrem práticas simuladas; e Reciclagem. O ciclo completo do CRM deve ser realizado em 2 a 3 anos, conforme a normatização vigente (BRASIL, 2012).

O CRM tem como objetivo otimizar o uso de todos os recursos disponíveis em uma equipe para minimizar erros humanos na atividade aérea, sendo aplicável não apenas em emergências, mas também em situações cotidianas (BRASIL, 2012). As habilidades necessárias para o CRM, conhecidas como NOTECHs (*Non-Technical Skills*), ou *soft skills*, foram definidas para abranger as capacidades cognitivas e sociais essenciais para operações aéreas seguras, complementando as habilidades técnicas (FLIN et al., 2003; FLIN et al., 2010; BRASIL, 2023).

As principais NOTECHs abordadas incluem:

- **Comunicação:** Enviar e receber mensagens de forma clara e assertiva, evitando falhas de comunicação que podem resultar em acidentes;
- **Liderança:** Exercício eficaz da autoridade, mantendo a capacidade de receber assessoramento e feedback sem comprometer a tomada de decisão;
- **Trabalho em Equipe:** Colaboração entre tripulantes com diferentes especialidades, essencial para a divisão de tarefas e monitoramento em voo;
- **Consciência Situacional:** Percepção dos elementos ao redor, compreensão das ameaças e riscos, e ajuste do planejamento do voo conforme necessário;
- **Gerenciamento de Erros e Ameaças (GEA):** Reconhecimento e mitigação de erros e ameaças, com base no modelo TEM (Threat and Error Management);
- **Gerenciamento da Fadiga e Estresse (GFE):** Identificação e mitigação dos efeitos da fadiga e estresse, comuns em operações repetitivas ou longas;
- **Resiliência:** Capacidade de manter a concentração e as habilidades de pilotagem sob adversidade, focando na segurança do voo;
- **Gerenciamento da Carga de Trabalho (GCT):** Delegação e supervisão de tarefas, respeitando a capacidade individual dos tripulantes;
- **Processo Decisório:** A habilidade central que resulta da aplicação eficaz das outras NOTECHs, culminando na tomada de decisões seguras e planejadas (BRASIL, 2023).

Outras NOTECHs incluem o gerenciamento da automação, o monitoramento e feedback, e o Single Pilot Resource Management, que são integrados ao treinamento das habilidades principais (BRASIL, 2023). Na Austrália e alguns outros países, as NOTECHs são agrupadas em habilidades em quatro categorias, duas sociais (Comunicação e Liderança) e duas cognitivas (Consciência Situacional e Processo Decisório). A partir dessas categorias, tem-se o trabalho com as demais NOTECHs elencadas anteriormente (AUSTRÁLIA, 2011). Nos programas de CRM da AvEx, as NOTECHs são fundamentais para melhorar a segurança operacional e a eficácia das tripulações em diferentes contextos.

Tanto a MCA 3-3 quanto a MCA 3-10 recomendam o uso de simuladores de voo como a melhor ferramenta para o treinamento de CRM, sendo os métodos alternativos, como o uso de aeronaves paradas ou discussões em grupo, opções secundárias. Esta fase prática é conhecida como LOFT (*Line Oriented Flight Training*) ou MOST (*Mission Oriented Flight Training*) na aviação militar.

A execução do LOFT ou MOST depende de variáveis como a disponibilidade de simuladores ou ambientes adequados, o cenário simulado e as condições a serem enfrentadas pela tripulação. A padronização na elaboração desses cenários e na definição

dos objetivos é essencial. Diante desse cenário, surge a questão de como a simulação virtual, através dos simuladores de voo, pode ser eficazmente utilizada no treinamento das tripulações para o ensino das técnicas de CRM.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e descritiva, utilizando-se de métodos quantitativos e qualitativos para a coleta e análise dos dados. A pesquisa foi conduzida em duas fases principais: uma revisão da literatura sobre o uso de simuladores de voo no treinamento de CRM e um estudo de caso específico do 4º BAvEx.

### 2.1 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Foram aplicados questionários a 30 (trinta) tripulantes do 4º BAvEx, incluindo pilotos, mecânicos de voo e facilitadores de CRM, que realizaram o treinamento nos anos de 2022 e 2023 com o objetivo de avaliar suas percepções sobre a eficácia dos simuladores de voo no treinamento de CRM. Entre os participantes houve a realização do treinamento em simuladores do tipo *Aviation Training Device* - ATD e do tipo *Flight Training Device* - FTD, os quais diferem-se basicamente quanto a fidelidade da representação do *cockpit*, comandos de voo e instrumentos das aeronaves, com o simulador do tipo ATD sendo mais simples e menos fidedigno que o simulador do tipo FTD. O objetivo foi avaliar suas percepções sobre a eficácia dos simuladores de voo no treinamento de CRM.

Foi aplicado um questionário aos facilitadores de CRM da AvEx, contando com a participação de 16 (dezesesseis) militares. Além disso, foram realizadas entrevistas com especialistas em segurança de voo, CRM e simulação de voo, inclusive com atuação junto ao CENIPA, buscando obter uma visão aprofundada sobre as práticas e desafios enfrentados na implementação dos treinamentos.

### 2.2 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Os dados quantitativos coletados foram analisados utilizando estatística descritiva, enquanto os dados qualitativos foram tratados por meio de análise de conteúdo. As respostas dos questionários foram tabuladas e comparadas, permitindo identificar padrões e divergências nas percepções dos tripulantes sobre o treinamento em simuladores de voo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 A EFICÁCIA DO SIMULADOR DE VOO PARA O CRM

O Exército Brasileiro possui no Centro de Instrução de Aviação do Exército, localizado em Taubaté-SP, simuladores de voo do tipo *Full Flight Simulator* – FFS, *Flight Training Device* – FTD, e *Aviation Training Device* – ATD. O FFS reproduz com fidelidade a aeronave Airbus H125M – Fennec Avex. Os FTD possuem versões para as aeronaves H125M e para a aeronave AS365K2. Já os ATD são configuráveis conforme a necessidade e destinam-se ao treinamento tático de tripulações em voos de combate.

A pesquisa buscou identificar a efetividade dos simuladores de voo no treinamento das NOTECHs, coletando a percepção de militares que utilizaram essa ferramenta. Observou-se que a pesquisa alcançou o público-alvo, e verificou-se que a maioria dos militares treinou no CIAvEx (figura 1), com uma minoria no simulador do 4º BAvEx (figura 2).

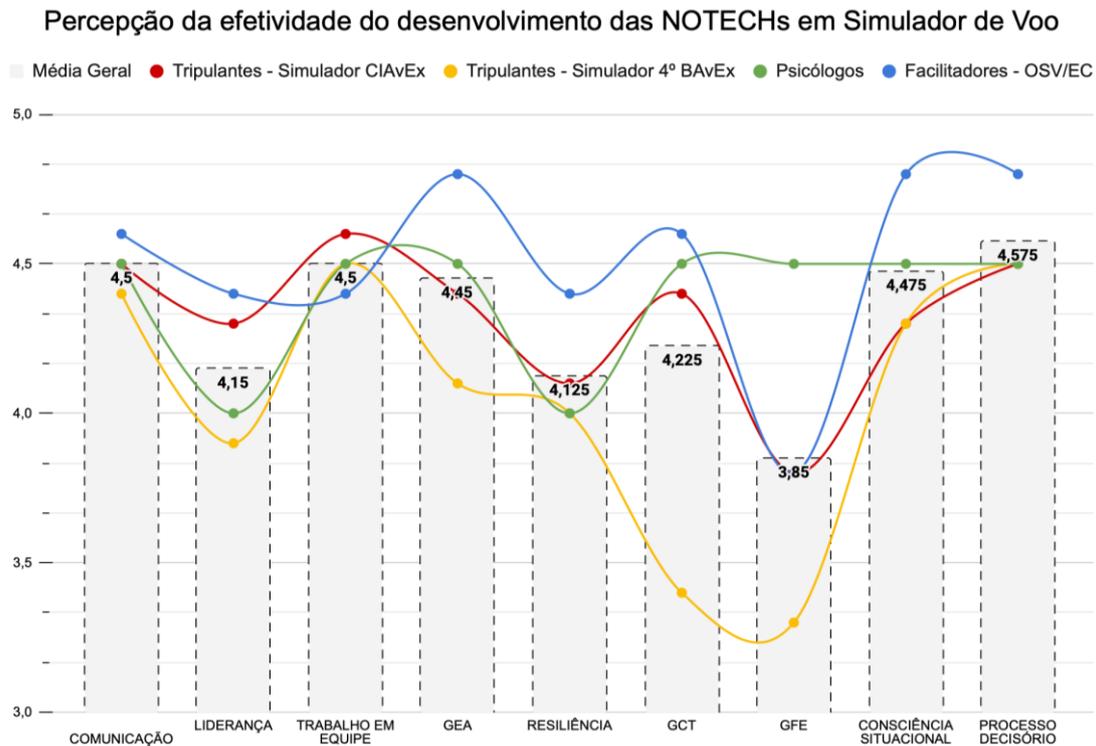


**Figura 1** – Simulador de voo do tipo FTD da aeronave H-125M Fennec, disponível no CIAvEx. (Fonte: o autor).



**Figura 2** – Simulador de voo do tipo ATD, disponível no 4º BAvEx. (Fonte: o autor).

A amostra revelou que a maioria das NOTECHs alcançou uma percepção de desenvolvimento superior a 4, em uma escala de 1 a 5, conforme o Gráfico 1, exceto para o Gerenciamento de Fadiga e Estresse. Essa constatação foi reforçada pela entrevista com a Psicóloga de Aviação, a qual destacou que o tempo de voo simulado não é suficiente para atingir níveis de fadiga significativos.



**Gráfico 3** – Percepção do desenvolvimento das NOTECHs em simulador de voo média (barras) e por facilitadores, psicólogos e tripulantes (linhas). (Fonte: o autor).

As habilidades de Processo Decisório, Consciência Situacional, Trabalho em Equipe e Comunicação foram as mais bem avaliadas, em conformidade com o Manual *Non-Technical Skills Training and Assessment for Regular Public Transport Operations* (AUSTRÁLIA, 2011). Facilitadores e psicólogos tiveram uma percepção superior em comparação aos executantes, possivelmente por estarem focados em identificar essas habilidades.

Foi observado que os mecânicos de voo relataram um maior desenvolvimento das NOTECHs que os pilotos, o que pode ser explicado pela diferente imersão nos exercícios. As tripulações que utilizaram o simulador ATD do 4º BAvEx tiveram uma percepção inferior do desenvolvimento das NOTECHs em comparação ao simulador FTD do CIAvEx, especialmente nas categorias de Liderança e Gerenciamento de Carga de Trabalho.

O FTD foi identificado em entrevistas como a ferramenta mais adequada para o treinamento MOST, proporcionando uma imersão natural e facilitando o processo de aprendizagem. As vantagens do simulador incluem a possibilidade de realizar treinamentos específicos sem riscos e oferecer feedback instantâneo com base nos dados de voo. A Psicóloga de Aviação ressaltou a importância da imersão e fidelidade dos simuladores às aeronaves reais para o desenvolvimento dos comportamentos desejados.

Tripulações do 4º BAvEx que treinaram no CIAvEx destacaram a imersão proporcionada pelo ambiente fora de sede e o realismo do simulador. Isso sugere que treinamentos fora de sede, simulando missões operacionais, aumentam a percepção de fadiga e estresse, semelhantes às condições reais de operação.

O feedback livre confirmou a eficácia dos simuladores para o treinamento de CRM, com relatos de confiança adquirida e pedidos de maior frequência das sessões. O custo da hora de voo em simuladores FTD foi avaliado em US\$250,00, enquanto o custo em simuladores FFS externos à AvEx pode ser mais de 10 vezes maior, conforme Alves (2018) coletou e observa-se no quadro abaixo. Foi observado que para o LOFT, sem a condução de treinamentos específicos da aeronave, o FTD é o tipo de simulador com melhor custo-benefício, sendo suficiente para as necessidades de treinamento de CRM.

Valor do Custo da Hora de Voo em Dólares Americanos (USD)			
Frota	Valor da Hora de Voo Real	Valor da Hora de Voo Simulada	Localização do Simulador
HA-1 Fennec AvEx	1.790,15	250,00	CIAvEx
HM-1A Pantera K2	3.996,10	250,00	CIAvEx
HM-2 <i>BlackHawk</i>	6.120,62	3.405,00	Estados Unidos da América
HM-3 <i>Cougar</i>	5.610,40	1.857,00	França
HM-4 Jaguar	11.216,00	2.281,00	Rio de Janeiro-RJ

## **Quadro 1** - Relação de custo de hora de voo em aeronave e hora de voo simulada por modelo de aeronave operado na Aviação do Exército.

Fonte: ALVES (2018) e CIAvEx, adaptado pelo autor.

Quanto ao 4º BAvEx, operador de 3 (três) projetos distintos, o HM-1A Pantera K2 (AS65), o HM-2 *BlackHawk* (S70) e o HM-4 Jaguar (EC25), concluiu-se que a simulação virtual, especialmente em simuladores FTD, é altamente eficaz para o treinamento de CRM. Para a unidade, o treinamento no simulador de sua aeronave (HM-1A) é preferível para as tripulações operadoras do modelo, enquanto as demais tripulações podem treinar no simulador HA-1 *Fennec* (AS50) devido à familiaridade com a formação inicial na AvEx.

### **3.2 O CENÁRIO DE TREINAMENTO DO LOFT**

O cenário de um voo envolve o ambiente, o tipo de voo e as situações-problema enfrentadas pelos tripulantes, criando um ambiente imersivo e realista para desenvolver as habilidades não técnicas. O objetivo é avaliar a importância do cenário no desenvolvimento das NOTECs e identificar as características ideais relacionadas ao perfil de voo escolhido, tempo de duração da simulação, conteúdo do programa e problemas a serem abordados para um exercício de LOFT.

Segundo MELLO (2018), o LOFT deve simular um voo realista, com situações de normalidade e anormalidade, incluindo falhas técnicas, gerenciais e comportamentais. O Manual do Facilitador de CRM (MCA 3-10, 2023) reforça que os cenários devem conter falhas de sistemas que desafiam os conhecimentos técnicos e a interação da tripulação, além de ameaças as quais aumentem a carga de trabalho e testem o processo decisório.

Os entrevistados consideram que ameaças e contingências devem ser parte do cenário, alinhando-se com a MCA 3-10. A fidelidade ao ambiente operacional e ao tipo de operação foi destacada, corroborando as observações de MELLO (2018). Foi observado que os facilitadores da AvEx priorizam essas características ao montar cenários.

As falhas de sistemas devem ser simuladas conforme as limitações do simulador. Os dados coletados com tripulantes e com facilitadores indicam que essas falhas não foram completamente valorizadas, possivelmente devido à falta de familiaridade com os comandos específicos de diferentes aeronaves. A entrevista com o Oficial de Segurança de Voo destaca o risco de treinamento negativo ao simular emergências em aeronaves diferentes daquelas que a tripulação normalmente opera. Para mitigar este risco, recomenda-se a aplicação de falhas menos complexas ou a discussão teórica das mais complexas, tais como panes de indicação de parâmetros de voo ou motor, exercitando assim as NOTECs. Quando o simulador é do mesmo modelo da aeronave, a introdução de falhas mais desafiadoras pode ser feita progressivamente.

Os cenários devem ser personalizados para a organização aeronáutica e, se necessário, para seus setores específicos, considerando ameaças próprias das operações realizadas. A MCA 3-10 (2023) ressalta que o LOFT deve refletir a realidade operacional da tripulação.

Foi observado que a maioria dos facilitadores utiliza sua própria experiência para elaborar cenários, mas há uma despadronização na aplicação desses treinamentos, corroborado por MELLO (2018). É essencial que os cenários sejam adaptados a novas operações e padronizados para garantir a melhor preparação das tripulações. Durante o voo, o facilitador deve inserir situações-problema específicas, como conflitos de tráfego ou alterações na missão, sempre em ambientes que reflitam as condições reais enfrentadas pelas tripulações.

### **3.3 A REALIZAÇÃO DO LOFT**

Após identificar os meios de simulação virtual mais adequados para o CRM, buscaram-se definir as características de cenário para o exercício de LOFT, focando nas NOTECs a serem trabalhadas e na postura do facilitador durante a sessão.

O LOFT é a fase prática na qual as habilidades teóricas são exercitadas, sob a condução de um facilitador de CRM, idealmente com o apoio de um psicólogo. Um levantamento dos fatores contribuintes em incidentes do 4º BAvEx e acidentes na aviação do Exército revelaram que 44% dos fatores em acidentes e 42% em incidentes estavam ligados ao CRM, especialmente nos anos de 2000 a 2013. Esse período corresponde ao aumento dos investimentos em simuladores de voo e ao treinamento LOFT, conforme observado por Mello (2018) e o Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Comando de Operações Terrestres (2022).

Os principais fatores contribuintes foram Atenção, Atitude, Coordenação de Cabine, Percepção e Processo Decisório. Esses fatores estão intimamente ligados às NOTECs de Comunicação, Consciência Situacional, Liderança, Processo Decisório e Trabalho em Equipe.

Como mostrou o gráfico 1, as habilidades de Comunicação, Trabalho em Equipe, Consciência Situacional e Processo Decisório foram as mais bem percebidas pelos facilitadores, psicólogos e tripulantes, mesmo quando utilizando o simulador ATD. Embora o ATD ofereça um treinamento limitado, ele ainda é eficaz na prevenção ao desenvolver as principais NOTECs, conforme descrito no Manual *Non-Technical Skills Training and Assessment for Regular Public Transport Operations* (AUSTRÁLIA, 2011).

O simulador ATD é útil para desenvolver as habilidades iniciais de CRM, especialmente em transições operacionais, como no caso de pilotos recém-habilitados. Já o simulador FTD expande as possibilidades, permitindo o desenvolvimento de habilidades mais complexas, como Liderança, Gerenciamento de Erros e Ameaças, Resiliência e Gerenciamento da Carga de Trabalho. O FTD também é eficaz no gerenciamento da Fadiga e Estresse, especialmente em cenários que envolvem desgaste mental.

O FTD permite a aplicação do *Line Oriented Evaluation* - LOE, um treinamento de CRM avaliado em que todas as habilidades não técnicas (*Non Technical Skills* – NOTECHs) podem ser desenvolvidas em cenários mais complexos, com panes factíveis e condizentes com a fase do voo, e podem ser inseridos, baseando-se em relatos de prevenção e ocorrências anteriores. Se disponível, o FFS também pode ser utilizado.

O principal objetivo dos voos de CRM é consolidar habilidades, atingindo um nível de performance baseado em atividades rotineiras e bem conhecidas, que requeiram pouco esforço mental, como descrito no *Manual Aviation Non-Technical Skills* (AUSTRÁLIA, 2023). O treinamento deve abranger sempre que possível mais de um voo, preferencialmente no simulador FTD, porém, caso necessário, simuladores mais simples podem ser utilizados observando sempre as NOTECHs mais favoráveis ao seu treinamento.

O facilitador tem um papel crucial na condução do treinamento, permitindo que a tripulação desenvolva suas NOTECHs através de autoavaliação e aprendizado por meio de erros e acertos. A intervenção direta deve ser evitada, permitindo que a tripulação perceba seus pontos fortes e oportunidades de melhoria. A avaliação formal deve ser baseada em missões de treinamento, registrando o desempenho em fichas individuais ou de tripulação.

Conclui-se que o facilitador deve ter uma atuação destacada no briefing, relembrando as NOTECHs e a dinâmica do voo. Durante a sessão de LOFT, o facilitador deve observar, aplicar os problemas gradativamente e registrar o desempenho da tripulação, ajustando os cenários conforme a fase do treinamento, tipo de simulador e ameaças mais frequentes. No debriefing, o facilitador deve observar a autoavaliação e fornecer feedback junto com o psicólogo, visando aprimorar o desempenho das tripulações.

#### 4 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo explorar como a simulação virtual pode ser melhor utilizada para o ensino das técnicas de CRM nas tripulações do 4º BAvEx, visando aprimorar a segurança de voo e a operacionalidade da organização. A pesquisa identificou as plataformas de simulação mais adequadas, os fatores críticos na construção de cenários simulados e as habilidades não técnicas (NOTECHs) que devem ser desenvolvidas durante os exercícios de LOFT.

A análise concluiu que os simuladores FTD e FFS são eficazes para o treinamento de CRM, proporcionando uma imersão que permite às tripulações exercitar habilidades essenciais como Comunicação, Liderança, Consciência Situacional e Processo Decisório. Embora os simuladores ATD ofereçam uma eficácia menor, eles ainda são valiosos, especialmente para a prática dessas habilidades iniciais.

O estudo também destacou a importância de cenários de voo realistas que refletem as operações do 4º BAvEx. Cenários devem incluir ameaças e erros comuns na organização, mantendo a relevância operacional e cultural das missões simuladas. Além disso, enfatizou-se a necessidade de que o treinamento seja progressivo, com avaliações contínuas e feedbacks padronizados, assim como a postura do facilitador deve evitar ao máximo a interferência no voo, permitindo à tripulação a avaliação de suas decisões durante o *feedback*.

Diante das semelhanças entre as unidades da Aviação do Exército, sugere-se que as conclusões deste estudo sejam aplicadas em toda a AvEx. Recomenda-se a elaboração de um guia padronizado para a realização de LOFT em simuladores de voo, visando à uniformização e melhoria dos treinamentos de CRM, com o objetivo de elevar os padrões de segurança de voo em toda a organização. As conclusões desse estudo também podem ser aplicadas a operadores aeronáuticos que tenham interesse na realização de sessões de LOFT, para elaborar seus programas de treinamento.

Por fim, dada a abrangência do estudo, observou-se a necessidade de trabalhos futuros para desenvolver programas específicos para voos de instrução e aprofundar a aplicação do *Corporate Resource Management* (CRM de sexta geração), que envolve todos os participantes de uma missão aérea, além da tripulação, como uma forma de continuar aprimorando a eficácia e segurança das operações aéreas

#### REFERÊNCIAS

- ALVES, Adriano Leodônio. **A UTILIZAÇÃO LOGÍSTICA DA AERONAVE HM-1 MODERNIZADA DO EXÉRCITO BRASILEIRO EM OPERAÇÕES DE ASSALTO AEROMÓVEL**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais - CAO, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, RJ, 2018.
- AUSTRÁLIA, Civil Aviation Safety Authority. **Non-Technical Skills Training and Assessment for Regular Public Transport Operations**. Canberra, 2011.
- \_\_\_\_\_, Defense Flight Safety Bureau. **Aviation Non-Technical Skills. Fundamentals for Aviation Professionals**. Guidebook. 3 ed. Canberra, 2023.
- BALDASSARI, Marcos Rogério Fernandes e PRADO, Liz Áurea. **A IMPORTÂNCIA DO EMPREGO DO SIMULADOR DE VOO PARA O TREINAMENTO DO CRM (COCKPIT RESOURCE MANAGEMENT) DAS TRIPULAÇÕES NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO**. 2020. 15 f. Tese de Conclusão de Curso – Curso de Gestão e Assessoramento de Estado-Maior – CGAEM, Escola de Saúde e Formação Complementar do Exército, Salvador, BA, 2020.
- BRANCO FILHO, David. **Pense em emergência. Dédalo: Revista de Segurança de Voo da Aviação do Exército**, Taubaté, SP, ano 18, n.21, p. 16, out. 2018.

- BRASIL, Presidência da República. **DECRETO Nº 93.206, DE 3 DE SETEMBRO DE 1986.** Dispõe sobre a criação, no Ministério do Exército, da Aviação do Exército, e dá outras providências. Brasília, DF, 1986.
- \_\_\_\_\_. Estado Maior do Exército. **Portaria nº 071-EME, de 26 de agosto de 1999.** Aprovar as Normas para o Funcionamento do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Exército. Brasília, DF, 1999.
- \_\_\_\_\_. Estado Maior do Exército. **Portaria nº 039-EME, de 14 de abril de 2010.** Aprova as Normas para o Funcionamento do Sistema Aviação do Exército (SisAvEx). Brasília, DF, 2010.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **PORTARIA Nº 056, DE 28 DE JANEIRO DE 2011.** Altera a subordinação do 3º Batalhão de Aviação do Exército e dá outras providências. Brasília, DF, 2011.
- \_\_\_\_\_. Departamento de Educação e Cultura. **PORTARIA Nº 008, DE 10 DE FEVEREIRO DE 2011.** Aprova a diretriz para implantação do Sistema de Simulação para o Ensino do DECEX (SIMENS) . Brasília, DF, 2011b.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **EB70-CI-11.405:** Caderno de Instrução de Emprego de Simulação. 1. ed. Brasília, DF, 2015.
- \_\_\_\_\_. Estado Maior do Exército. **PORTARIA Nº 442 - EME, DE 10 DE OUTUBRO DE 2016.** Aprova a Diretriz de Iniciação do Programa Estratégico Aviação do Exército e constitui a equipe que confeccionará o Estudo de Viabilidade do Programa. Brasília, DF, 2016.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Normas Operacionais do Comando de Aviação do Exército.** Taubaté, SP, 2017.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **PORTARIA Nº 1.073, DE 21 DE AGOSTO DE 2017.** Reorganiza o Comando de Aviação do Exército e dá outras providências. Brasília, DF, 2017b.
- \_\_\_\_\_. **Manual do Comando da Aeronáutica 3-6:** Manual de Investigação do SIPAER. Brasília, DF, 2017c
- \_\_\_\_\_. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Portaria nº 039-DCT, de 26 ABR 2018** – Classifica o Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx) como Instituição Científica e Tecnológica (ICT). Brasília, DF, 2018.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil RBAC nº 60.** Requisitos para qualificação e uso de dispositivos de treinamento para simulação de voo. Brasília, DF, 2020.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.358:** Batalhão de Aviação do Exército. 1. ed. Brasília, DF, 2020b.
- \_\_\_\_\_. **PPT AvEx:** Programa-Padrão de Instrução de Capacitação Técnica e Tática do Mecânico de Voo da Aviação do Exército (EB70-PP-11.026). 1. ed. Brasília, DF, 2020c.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.373:** Brigada de Aviação do Exército. 1. ed. Brasília, DF, 2021.
- \_\_\_\_\_. **Aviação do Exército 35 anos: 1986 - 2021.** Taubaté: Comando de Aviação do Exército, 2021b.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **EB70-P-13.001:** Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. 1ª ed. Brasília, DF, 2022.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-15,** 2022c
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Formação e Capacitação dos Recursos Humanos do Sistema de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos.** - NSCA 3-10, Brasília, DF, 2022d
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Manual do Facilitador de CRM (Corporate Resource Management) da Força Aérea Brasileira** – MCA 3-10, Brasília, DF, 2023.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar Nº 141-007 Revisão D.** Programas de Instrução e Manual de Instruções e Procedimentos. Brasília, DF, 2024.
- BRAUN, Douglas e BUCHAUL, Awire Espíndola. **A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE SIMULADOR DE VOO NA SEGURANÇA DE VOO.** 2020. Artigo.
- CINTRA, Antônio Ricardo Pinheiro. O uso do FFS SHEFE como ferramenta de segurança de voo: estudo sobre o curso de pilotos de aeronaves 2018. **Revista Conexão SIPAER,** Brasília, v.10, n. 1, p. 56-61, 17 fev 2019. Quadrimestral.
- DUQUE, Rafael da Silva. **A IMPORTÂNCIA DA SIMULAÇÃO VIRTUAL NO APOIO A DECISÃO DAS TRIPULAÇÕES DA ESQUADRILHA DE HELICÓPTEROS DE EMPREGO GERAL PARA GERENCIAR SITUAÇÕES DE CONTINGÊNCIA EM VOO.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais - CAO, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, RJ, 2023.
- EASA, EQUIPE EUROPEIA DE SEGURANÇA DE HELICÓPTERO (EHST). **Vantagens dos simuladores (FSTDs) em treinamentos de voo de helicópteros.** Livreto. Köln, Alemanha, 2013.
- EUA. Federal Aviation Administration. **Crew Resource Management: An Introductory Handbook.** Washington, DC, 1992
- \_\_\_\_\_. Department of the Army. **Pamphlet 385-40.** Safety - Army Accident Investigations and Reporting. Washington, DC, 2015.
- \_\_\_\_\_. Department of the Army. **FM 3-04.** Army Aviation. Washington, DC, 2020.
- \_\_\_\_\_. Department of the Army. **ATP 5-19.** Risk Management. Washington, DC, 2021.
- \_\_\_\_\_. Department of the Army. **Army Regulation 385-10.** Safety - The Army Safety and Occupational Health Program. Washington, DC, 2023.

- ESPAÑA. Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC). **A-102/1977 y A-103/1977.** Accidente Ocurrido el 27 de Marzo de 1977 a las Aeronaves Boeing 747, Matrícula PH-BUF de K.L.M. y Aeronave Boeing 747, matrícula N736PA de PANAM en el Aeropuerto de los Rodeos, Tenerife (Islas Canarias). Espanha, 1978. Disponível em: <<https://www.mitma.es/organos-colegiados/ciaiac/publicaciones/informes-relevantes/accidenteocurrido-el-27-de-marzo-de-1977-aeronaves-boeing-747-matricula-ph-buf-de-klm-y-aeronaveboeing-747-matricula-n736pa-de-panam-en-el-aeropuerto-de-los-rodeos-tenerife-islas-canarias>>. Acesso em: 21 fev 2024
- FERREIRA, Luiz Claudio. **Primeiro voo há 115 anos: Santos Dumont aliou invenções à ciência.** Artigo. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-10/primeiro-voo-ha-115-anos-santos-dumont-aliou-invencoes-ciencia>. Acesso em 9 fev 2023.
- FLIN, R.; MARTIN, L.; GOETERS, K. M.; HORMANN, H. J.; AMALBERTI, R.; VALOT, C.; NIJHUIS, H. Development of the NOTECHS (non-technical skills) system for assessing pilots' CRM skills. **Human factors and aerospace safety**, v. 3, p. 97-120, 2003.
- INGLATERRA. Ministry Of Transport And Civil Aviation. Civil Aircraft Accident **Report of the Court of Inquiry into the Accidents to Comet G-ALYP on 10th January, 1954 and Comet G-ALYY on 8th April, 1954.** Londres, 1955.
- MARTINS, A., OLIVEIRA, B. F. **Impacto financeiro da implantação de simulador de voo na instrução aérea do 1º/11º GA v.** XII Simpósio de Aplicações Operacionais em Área de Defesa. Universidade da Força Aérea - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Rio de Janeiro, RJ, 2011.
- MASCULO, F.S., VIDAL, M.C. **Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente.** Rio de Janeiro: Elieser: ABEPRO, 2011, p. 512-516.
- MELLO, Leandro da Silva. **A utilização do treinamento LOFT no programa CRM para elevação dos níveis de segurança de voo da Aviação do Exército.** Artigo. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Curso Gestão, Assessoramento e Estado-Maior, Escola de Formação Complementar do Exército, 2018.
- 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.** 2017. 252 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais – EsAO, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2017.
- SALAS, E., TANNENBAUM, S.I., KRAIGER, K., SMITH-JENTSCH, K.A. **The Science of training and development in organizations: what matters in practice.** Psychological science in the Public Interest, 2012, v. 13, p. 74-101. Disponível em <<http://journals.sagepub.com/stoken/rbtf/g8tvuLmoeZfN2/full>> . Acessado em 27 de fevereiro de 2024.
- WISE, John A.; HOPKIN, V. David; GARLAND, Daniel J. **Handbook of Aviation Human Factors**, CRC Press, 201