



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2024

**BORIS VILLENA BISPO, Cap Av**

**O uso de óculos de Realidade Virtual no treinamento contínuo de Emergências  
pelos pilotos do 1º/1º GT.**

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2024

**BORIS VILLENA BISPO, Cap Av**

**O uso de óculos de Realidade Virtual para treinamento contínuo de  
Emergências pelos pilotos do 1º/1º GT.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Preparo da Força Aérea  
Orientadora: Robertha Lima Da Silva Matias,  
Cap Av

Rio de Janeiro

2024

**BORIS VILLENA BISPO, Cap Av**

**O uso de óculos de Realidade Virtual para treinamento contínuo de  
Emergências pelos pilotos do 1º/1º GT.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da  
Aeronáutica.

Aprovado por:

---

**Edivaldo Pires De Figueiredo**, Ten Cel Esp Sup  
EAOAR

---

**Robertha Lima Da Silva Matias**, Cap Av  
EAOAR

Rio de Janeiro

2024

## RESUMO

O acidente do TAM 3054 em Congonhas-SP, no ano de 2007, nos trouxe diversos ensinamentos, dentre eles a busca por melhoria contínua na instrução dos pilotos. Nesta busca, o uso de Simuladores de Voo é uma das ferramentas de aprimoramento mais propagadas na aviação civil e militar. A inauguração do Simulador de Voo do KC-390, na Embraer, no ano passado, é um relevante avanço para o preparo dos Esquadrões Operadores da FAB, principalmente no treinamento de emergências. Levando em conta a periodicidade anual do Simulador, surgiu o questionamento sobre a eficiência do método de reciclagem mensal dos pilotos do 1º/1º GT, referente aos procedimentos de emergência através da escrita. Este ensaio defende a implementação de treinamento com óculos Realidade Virtual (RV) para elevação do preparo operacional do 1º/1º GT na execução dos procedimentos de emergência. A mudança fundamenta-se nos seguintes argumentos: uso de metodologia de aprendizagem por repetição, já que o treinamento em Simulador de Voo possui frequência anual. O segundo argumento refere-se ao uso da memória muscular em ambiente virtual, como estratégia para aprimorar a retenção dos conhecimentos necessários à configuração da Cabine de Voo, durante gerenciamento de emergências do KC-390. Desta forma, contribuir para o desenvolvimento do Projeto KC-390 e servir de referência Operacional junto à Embraer e países operadores da aeronave, participando do contínuo aprimoramento do Preparo e Emprego da Força Aérea Brasileira e sua atuação no cenário mundial, participando da vanguarda em inovação no treinamento, Doutrina e Segurança de Voo.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual. KC-390. Treinamento. Metodologia de Aprendizagem. Memória Muscular.

## 1 INTRODUÇÃO

Em julho deste ano, completam-se 17 anos do maior acidente da aviação comercial regular brasileira: o Airbus A320 da TAM, que derrapou na pista durante o pouso em Congonhas, São Paulo e colidiu com um prédio da própria companhia aérea, resultando na morte de 199 pessoas. O acidente gerou uma intensa investigação para determinar suas causas, que incluíam dentre outras, questões relacionadas à formação e treinamento dos pilotos. (CNN BRASIL, 2022).

Os requisitos de treinamento de emergência em simulador de voo para pilotos de companhias aéreas podem variar de acordo com as regulamentações de cada autoridade de aviação civil e as políticas internas das companhias aéreas. No entanto, em muitos casos, os pilotos são obrigados a realizar treinamento de emergência em simulador de voo pelo menos uma vez por ano.

No contexto da Força Aérea Brasileira (FAB), os pilotos do Primeiro Esquadrão do Primeiro Grupo de Transporte (1º/1º GT) possuem uma frequência similar de treinamento em Simulador de Voo Categoria “D”, que é o tipo de plataforma que garante maior representatividade da aeronave e sistemas. Em complemento, são realizados testes mensais. Estes são realizados através do preenchimento de formulário digital com os procedimentos a serem executados de forma descritiva.

Desta forma, o treinamento limita-se à aspectos de memorização da linguagem escrita, em detrimento das ações executadas dentro da cabine de voo. Identificou-se assim, uma oportunidade de melhoria, mudando-se a abordagem no treinamento: retenção do conhecimento através da memória muscular, com a substituição da prova escrita, por avaliação em ambiente virtual.

Sendo assim, este ensaio defende a implementação de treinamento com óculos Realidade Virtual (RV) para elevação do preparo operacional do 1º/1º GT na execução dos procedimentos de emergência. A mudança fundamenta-se nos seguintes argumentos: uso de metodologia de aprendizagem por repetição, já que o treinamento em Simulador de Voo possui frequência anual. O segundo argumento refere-se ao uso da memória muscular em ambiente virtual, como estratégia para aprimorar a retenção dos conhecimentos necessários à configuração da Cabine de Voo, durante gerenciamento de emergências do KC-390.

## 2 DESENVOLVIMENTO

A história da realidade virtual remonta a décadas atrás, quando pioneiros como Ivan Sutherland e Morton Helig começaram a explorar os limites da interação homem-máquina. Desde as primeiras tentativas de criar ambientes virtuais imersivos até os avanços tecnológicos que temos hoje, a realidade virtual tem desempenhado um papel fundamental na transformação da forma como interagimos com o mundo digital.

Atualmente, a tecnologia viabiliza o acesso a ambientes sintéticos, imersivos e em alta definição, que nos transportam para realidades alternativas a um custo acessível. Com um smartphone moderno e um visor de papelão, experiências imersivas estão ao alcance de mais pessoas. (TORI, HOUNSELL, 2018)

Exploraremos como esse recurso pode melhorar a preparação dos pilotos para lidar com situações críticas, aumentando sua confiança e habilidades de tomada de decisão sob pressão. Além disso, analisaremos o impacto potencial da realidade virtual na segurança e eficácia das operações aéreas, bem como as considerações na melhoria do preparo dos tripulantes do 1º/1º GT.

### 2.1 Metodologia de aprendizagem por repetição

O manual Standard Operating Procedures (SOPM), dita em seu capítulo de filosofia de procedimentos de emergência, que os conhecimentos dos itens de memória, pelos pilotos, devem ser completos, executados prontamente e de memória, além de verificados pelo outro piloto da tripulação. (Embraer, 2019).

Por esse motivo, é previsto que a reciclagem dos procedimentos de emergência executados pelos pilotos seja realizada pelo menos uma vez por ano no simulador da Embraer. Além disso, é complementada com testes mensais: os pilotos preenchem os campos descritivos das ações que devem ser executadas numa lista de verificações, para cada situação de emergência específica.

A inquietação, porém, que surge dessa prática é: o teste mensal descritivo é o ideal para memorização dos procedimentos de emergência? A pesquisa buscou, então, material relacionado à memória em diferentes espectros (MONAGHAN, ROWSON, 2008): um estudo de Endress, Dehaene-Lambertz e Mehler (2007) experimentou a memorização de padrões de sequência auditivos em dois grupos de

peessoas, que abordado de modo simplificado: num 1º grupo, os indivíduos ouviram um padrão musical que tocava a mesma nota musical duas vezes em lugares diferentes de uma melodia; no 2º grupo outro padrão em que os sons seguiam uma ordem diferente, sem se repetir dentro de uma melodia. Ambos os experimentos destacaram a importância da metodologia de ensino por repetição e da similaridade na identificação de padrões musicais.

Num outro ambiente de pesquisa, também relacionado com a metodologia de ensino por repetição, estudantes de medicina usaram ferramentas para obter melhores resultados no Exame de Licenciatura em Medicina. (DENG, 2015) O desempenho superior foi obtido através do uso de aplicativos de perguntas e respostas, que ordena as respostas corretas e erradas com espaçamento de repetição diferente. Permitindo maior resgate das respostas incorretas e promovendo a retenção de informações a longo prazo.

Para ambos os estudos, o primeiro relacionado à identificação de padrões musicais e o segundo ao uso de repetição espaçada, a repetição se mostrou elemento primordial na retenção da informação. Os padrões musicais estão mais afastados da realidade de treinamento dos pilotos, porém a segunda pesquisa apresenta uma associação mais familiar com o mundo da aviação: assim como os pilotos, os médicos precisam reter uma grande quantidade de informação e precisam acessá-las, por vezes, em ambientes sob pressão e com necessidade de tomada de decisão rápida.

Neste segundo estudo, o uso de técnicas de estudo ativo foi essencial para o bom desempenho dos estudantes de medicina. Na prática, os estudantes usavam aplicativos Anki, que é um software de questionário com sistema de repetição espaçada, projetado para ajudar os usuários a memorizar informações de forma eficaz.

Transportando este cenário para o emprego do 1º/1º GT surge uma oportunidade de melhoria com o uso da RV. O óculos de RV já é usado pela empresa Azul Conecta, pelos pilotos de aeronave modelo Cessna Grand Caravan 208, com objetivo de proporcionar maior repetição dos procedimentos e deixando-os mais preparados para o simulador de voo convencional (PanRotas,2022).

Nesta ferramenta o piloto realiza as ações, e depois tem acesso a uma espécie de menu suspenso, onde pode visualizar seus erros e acertos, assim como os estudantes de medicina usando aplicativos para organizar seus estudos ao se

prepararem para exames de Licenciatura. Além disso, o óculos de RV vai permitir maior oportunidade de preparo devido sua praticidade e portabilidade, considerando a realidade dinâmica da rotina dos tripulantes da aviação de Transporte, com diversos afastamentos de sua sede, em missões e treinamentos previstos ao longo do ano.

## **2.2 Memória muscular e o uso de Realidade Virtual**

A aeronave KC-390 começou a operar em setembro de 2019, tendo suas primeiras 03 unidades recebidas pelo Primeiro Grupo de Transporte de Tropa (1º GTT), que fica sediado em Anápolis-GO. Três anos depois, duas aeronaves foram recebidas pelo Esquadrão Gordo (1º/1º GT), que fica sediado no Rio de Janeiro-RJ.(TECNOLOGIA E DEFESA, 2022) Ambos os esquadrões realizaram seus treinamentos iniciais com a Embraer e foram progredindo em suas capacidades operacionais de forma autônoma.

Em outubro do ano passado, o KC-390 ultrapassou a expressiva marca de 10.000 horas de voo (AGÊNCIA FORÇA AÉREA, 2024), sendo operada no 1º GTT e 1º/1º GT, em missões de relevância para a FAB: Transporte de Oxigênio Líquido na Pandemia, ajuda humanitária às vítimas de explosão no Líbano, resgate de refugiados na guerra da Ucrânia; lançamentos de cargas na Antártida, lançamento de mantimentos na Terra Indígena Yanomami e resgate de refugiados na guerra de Israel.

Apesar da experiência adquirida nesses 4 anos, com ações em missões de grande relevância, é importante destacar que o treinamento em simulador da Embraer foi inaugurado apenas em junho do ano passado, em São José do Campos-SP. Os pilotos, vem desde então, num processo de reciclagem no simulador para treinamento nos procedimentos de emergência.

O treinamento dos procedimentos de emergência é intimamente ligado aos movimentos do piloto na cabine. Ao pesquisar sobre aquisição de habilidades motoras, em experimentos com roedores, descobriu-se que quando aprendemos a fazer algo novo com nosso corpo, como andar de bicicleta, nosso cérebro cria novas conexões entre os neurônios (XU et al, 2009). Essas novas conexões ajudam a lembrar como fazer essa atividade mesmo depois de cessada a ação dinâmica. É

como se o cérebro construísse uma ligação para guardar essa informação motora e usá-la sempre que precisarmos.

A substituição do método atual de reciclagem, através de prova descritiva dos procedimentos, pelo treinamento em realidade virtual, terá uma elevação em sua eficiência ao promover os movimentos do piloto para acessar os diversos itens da cabine. Desta forma, assim como apontado no estudo acima, mesmo após o término do treinamento dos movimentos em ambiente virtual, as conexões neurais formadas continuarão a ser estimuladas, promovendo eficiência no preparo do preparo operacional dos pilotos.

Numa emergência a memória muscular do piloto é de vital importância, para acessar itens tal como a máscara de oxigênio, que não é retirada de seu alojamento com frequência. Em cada situação específica, segue-se um caminho diferente de itens a serem configurados dentro da cabine. Sendo a experiência de cada piloto uma variável importante no gerenciamento de recursos da cabine.

Outro estudo que versa sobre experiências pregressas, explica que a maturação da córtex pré-frontal do cérebro, área complexa responsável pela consciência, estrutura social de valores e significados pessoais (Bernardi Luft, 2004), está relacionada com a eficiência na execução de movimentos especializados e complexos, como um piloto executando movimentos durante uma emergência. Esta área do cérebro é uma das últimas que sofre mielinização, que é o processo de formação de uma camada que envolve as conexões neurais. Este processo de mielinização sofre grande influência das experiências do indivíduo.

Com a implementação do óculos de RV para treinamento dos procedimentos aumentará o contato dos pilotos com as emergências do KC-390 em ambiente muito similar ao real, assim influenciando o processo de mielinização dos pilotos e aumentando a eficiência na execução de movimentos especializados e complexos: configuração da cabine pelos pilotos durante procedimentos de emergência.

De uma maneira mais direta, os movimentos do piloto nos procedimentos de emergência, serão otimizados por estimular as conexões neurais mesmo após o término do treinamento (XU et al, 2009) e por permitir mais experiências do piloto com as emergências através de realidade virtual. Sendo assim, a implementação de treinamento com óculos Realidade Virtual (RV) contribuirá para elevação do preparo operacional dos pilotos do 1º/1º GT.

### 3 CONCLUSÃO

O acidente da TAM nos trouxe diversos ensinamentos, dentre eles a busca por melhoria contínua na instrução dos pilotos. Nesta busca, o uso de Simuladores de Voo é uma das ferramentas de aprimoramento mais propagadas tanto na aviação civil quanto na militar. A inauguração do Simulador de Voo do KC-390, na Embraer, no ano passado, é um relevante avanço para o preparo dos Esquadrões Operadores da FAB, principalmente no treinamento de emergências.

Levando em conta a periodicidade anual do Simulador, surgiu o questionamento sobre a eficiência do método de reciclagem mensal, referente aos procedimentos de emergência. Solução: a implementação de treinamento com óculos Realidade Virtual (RV) para elevação do preparo operacional do 1º/1º GT na execução dos procedimentos de emergência. A mudança fundamenta-se nos seguintes argumentos: uso de metodologia de aprendizagem por repetição e o segundo argumento refere-se ao uso da memória muscular em ambiente virtual, como estratégia para aprimorar a retenção dos conhecimentos necessários à configuração da Cabine de Voo, durante gerenciamento de emergências do KC-390.

Tal solução, vai atualizar as técnicas de capacitação dos pilotos, mas com potencial de expansão para outras funções a bordo do KC-390, como mecânicos, mestres de carga, operadores de equipamento e também na capacitação de militares da manutenção. Além disso, uma extrapolação sistêmica dentro do Esquadrão Aéreo, com participação da Doutrina, Instrução de Voo e Segurança de Voo, fazendo uso dos dados referente ao desempenho dos tripulantes, para análise de tendências e gerenciamento de risco.

Desta maneira as estatísticas de tempo de execução, erros comuns, desvio dos procedimentos, etc. poderá ser gerenciada de forma sistêmica, contribuir com o aperfeiçoamento constante da manutenção operacional dos militares envolvidos com a atividade aérea. Em suma, contribuir para o desenvolvimento do Projeto KC-390 e servir de referência Operacional junto à Embraer e países operadores da aeronave, participando do contínuo aprimoramento do Preparo e Emprego da Força Aérea Brasileira e sua atuação no cenário mundial, participando da vanguarda em Preparo, Doutrina e Segurança de Voo.

## REFERÊNCIAS

**AGÊNCIA FORÇA AÉREA.** KC-390 Millennium alcançou a marca de 10 mil horas de voo. Página inicial Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/41568/KC-390%20MILLENNIUM%20-%20KC-390%20Millennium%20alcan%C3%A7a%20marca%20de%2010%20mil%20horas%20de%20voo>. Acesso em: 01 de mar. de 2024.

ANDRADE, Alexandro; LUFT, Caroline di Bernardi; ROLIM, Martina Kieling Sebold Barros. O desenvolvimento motor, a maturação das áreas corticais e a atenção na aprendizagem motora. **Revista Digital**, v. 10, n. 78, p. 1-14, 2004.

CENTENO, Gabriel. **AEROFLAP.** KC-390: o maior avião militar da América do Sul. Página inicial Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/kc-390-o-maior-aviao-militar-da-america-do-sul/#:~:text=O%20primeiro%20KC%2D390%20foi,Foto:%20Sgt>. Acesso em: 01 de mar. de 2024.

DENG, Francis; GLUCKSTEIN, Jeffrey A.; LARSEN, Douglas P. Student-directed retrieval practice is a predictor of medical licensing examination performance. **Perspectives on medical education**, v. 4, p. 308-313, 2015.

**Embraer**, eTech Pubs for PC Executive and Defense Manual Padrão de Procedimentos de Operação tradução nossa. In: **Standard Operating Procedures Manual (SOPM)**. 2019. SOPM 7491 03-20 p.1.

João Paulo Moralez. **TECNOLOGIA E DEFESA.** Mais um esquadrão da FAB recebe o Embraer KC-390. Página inicial Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/mais-um-esquadrão-da-fab-recebe-o-embraer-kc-390/#:~:text=O%201%C2%BA%2F1%C2%BA%20Grupo%20de,com%20o%20Embraer%20KC%2D390>. Acesso em: 01 de mar. de 2024.

MONAGHAN, Padraic; ROWSON, Chris. O efeito da repetição e similaridade na aprendizagem de sequências. **Memória e cognição**, v. 36, p. 1509-1514, 2008.

PORTO e TORTELLA. **CNN BRASIL** Acidente da TAM em Congonhas completa 15 anos: veja o que mudou na aviação brasileira., 2022. Página inicial Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/acidente-da-tam-em-congonhas-completa-15-anos-veja-o-que-mudou-na-aviacao-brasileira/> Acesso em: 01 de mar. de 2024

Tenente Flávia. **Agência Força Aérea.** Comitiva da FAB participa da inauguração do simulador de voo do KC-390 Millennium. Página inicial Disponível em: [https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/40985/CERIM%C3%94NIA%20-%20Comitiva%20da%20FAB%20participa%20da%20inaugura%C3%A7%C3%A3o%20do%20simulador%20de%20voo%20do%20KC-390%20Millennium#:~:text=A%20Embraer%20inaugurou%2C%20nessa%20quinta%2Dfeira%20\(15/06\)%2C%20seu,Campos%20\(](https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/40985/CERIM%C3%94NIA%20-%20Comitiva%20da%20FAB%20participa%20da%20inaugura%C3%A7%C3%A3o%20do%20simulador%20de%20voo%20do%20KC-390%20Millennium#:~:text=A%20Embraer%20inaugurou%2C%20nessa%20quinta%2Dfeira%20(15/06)%2C%20seu,Campos%20()

[SP\)%2C%20e%20contou%20com%20a%20presen%C3%A7a](#) Acesso em: 01 de mar. de 2024.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

VICTOR, Fernandes. **PAN ROTAS**. Azul Conecta implementa realidade virtual para treinar pilotos, 2022. Página inicialDisponível em:  
<[https://www.panrotas.com.br/aviacao/empresas/2022/03/azul-conecta-implementa-realidade-virtual-para-treinar-pilotos\\_188339.html](https://www.panrotas.com.br/aviacao/empresas/2022/03/azul-conecta-implementa-realidade-virtual-para-treinar-pilotos_188339.html)>Acesso em: 01 de mar. de 2024.

XU, Tonghui et al. Formação rápida e estabilização seletiva de sinapses para memórias motoras duradouras. **Natureza** , v. 462, n. 7275, pág. 915-919, 2009.