



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2020

DOUGLAS YAMASHITA DE MOURA, Cap Eng

**Uso de Realidade Virtual nos treinamentos operacionais da Força
Aérea Brasileira**

Rio de Janeiro

2020

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2020

DOUGLAS YAMASHITA DE MOURA, Cap Eng

**Uso de Realidade Virtual nos treinamentos operacionais da Força
Aérea Brasileira**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação em Gestão e Emprego da Força Aérea.
Área de Concentração: Emprego da Força Aérea.
Orientador: Prof. Me. André da Costa Gonçalves

Rio de Janeiro

2020

DOUGLAS YAMASHITA DE MOURA, Cap Eng

**Uso de Realidade Virtual nos treinamentos operacionais da Força
Aérea Brasileira**

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

Aprovado por:

Prof. Me. André da Costa Gonçalves
EAOAR

Carlos Eduardo José da Silva Maj Esp Av
EAOAR

Wellington Azevedo dos Santos Maj Inf
EAOAR

Rio de Janeiro
Julho de 2020

RESUMO

Ao longo da última década, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem lidado com um aumento significativo de restrições orçamentárias e de pessoal, sendo obrigada a buscar meios inovadores para continuar cumprindo sua missão. No contexto atual de transformação e modernização da FAB, identifica-se que a Realidade Virtual (RV) é um dos alicerces estratégicos para o alcance dos objetivos traçados na DCA 11-45 “Concepção Estratégica - Força Aérea 100”. A RV é uma tecnologia que proporciona ao seu usuário uma experiência interativa e imersiva em um ambiente tridimensional simulado. A tese deste ensaio é que o uso de RV modernizará e otimizará os treinamentos operacionais da FAB que envolvam interação com objetos a curta distância e melhorará o desempenho dos treinandos. Relacionam-se a esta tese os seguintes argumentos: a redução de custos que a FAB terá tanto com a aquisição e manutenção de equipamentos de treinamento quanto com os recursos humanos necessários para a realização das atividades; o aumento do desempenho dos treinandos, indicando uma melhoria na transferência de conhecimento e de habilidades técnicas; e a capacidade de treinamento simulado de situações que, em um treinamento convencional, seriam de extremo risco à integridade física dos militares. Dessa forma, com a modernização e otimização dos treinamentos, considera-se a possibilidade do emprego de RV em outros domínios do âmbito militar, tais como simulação de ambientes de combate terrestre e treinamento de manutenção e operação de equipamentos complexos e sensíveis, de modo a expandir os benefícios da tecnologia a outros campos de atuação.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Treinamento Operacional. Segurança.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da última década, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem lidado com um aumento significativo de restrições orçamentárias e de pessoal, sendo obrigada a buscar meios inovadores para continuar cumprindo sua missão. Frente a isso, em 2016, foi publicada a DCA 11-45 “Concepção Estratégica - Força Aérea 100” (FA100), a qual contém as principais diretrizes do que a FAB deverá almejar para seu futuro, bem como quais serão suas atribuições, eixos estratégicos e capacidades.

Dentre as perspectivas estratégicas para a Força Aérea, BRASIL (2018a, p. 32) estipula que “a FAB deve ser capaz de modernizar suas técnicas de formação, especialização, preservando as normas e disciplina necessárias para alcançar a eficácia identificada na visão da FAB para o futuro” e que “um dos caminhos mais promissores para a agilidade no treinamento operacional e prontidão dos recursos humanos da Força Aérea é a simulação Real-Virtual-Construtiva”. Portanto, nesse contexto de transformação e modernização, percebe-se que a Realidade Virtual (RV) é um dos alicerces estratégicos para o alcance dos objetivos traçados na FA100.

A Realidade Virtual é uma tecnologia que proporciona ao seu usuário uma experiência interativa e imersiva em um ambiente tridimensional (3D) simulado. Em outras palavras, ela permite visualização, interação e manipulação de objetos tridimensionais. Inicialmente, a RV ganhou visibilidade nas áreas de jogos digitais e de entretenimento e, mais recentemente, com seu amadurecimento e utilização em larga escala, tem sido apontada como uma das soluções mais promissoras na área de ensino e treinamento.

Dessa forma, o presente ensaio defende que, no âmbito da Força Aérea Brasileira, o uso de Realidade Virtual modernizará e otimizará os treinamentos operacionais que envolvam interação com objetos a curta distância e melhorará o desempenho dos treinandos.

Para sustentar a tese, primeiramente, será abordada a redução de custos que a FAB terá tanto com a aquisição e manutenção de equipamentos de treinamento quanto com os recursos humanos necessários para a realização das atividades. Aliado a isso, será visto que a utilização de realidade virtual nos treinamentos operacionais aumentará o desempenho dos treinandos na execução de tarefas, indicando uma melhoria na transferência de conhecimento e de

habilidades técnicas. Finalmente, será abordada a capacidade de treinamento simulado de situações que, em um treinamento convencional, seriam consideradas de extremo risco à integridade física dos militares.

2 CONTRIBUIÇÕES DA REALIDADE VIRTUAL PARA O TREINAMENTO OPERACIONAL DOS MILITARES DA FAB

Nos últimos cinco anos, observou-se o surgimento e amadurecimento de tecnologias de baixo custo que permitem a visualização, interação e manipulação de objetos 3D, características estas que estão diretamente relacionadas à Realidade Virtual. Por conseguinte, notou-se uma diminuição nos custos de produção e de logística dos equipamentos compatíveis com RV, aumentando, assim, a disponibilidade destes no mercado. Logo, um dos resultados mais perceptíveis desse movimento é a adoção em larga escala desse tipo de tecnologia nas mais diversas áreas, dentre as quais se destaca a área de ensino e treinamento.

A capacidade de simular qualquer tipo de objeto ou entidade—seja uma aeronave ou um órgão humano—nos mais variados ambientes—desde simples escritórios até campos de batalhas—, faz com que a Realidade Virtual seja uma ferramenta extremamente versátil e propícia para o ensino e treinamento. Adicionalmente, conforme ressaltado por Barilli, Ebecken e Cunha (2011, p. 1249), uma das peculiaridades da RV “que interessa à educação é o fato de adequar-se a diferentes formas de aprender, ou seja, a cada estilo cognitivo”, o que a torna muito interessante ao se considerar o público heterogêneo do COMAER.

As contribuições do uso de VR na área de treinamento são diversas e englobam diferentes aspectos, desde econômicos até logísticos e cognitivos. Limitando-os àqueles que melhor se relacionam com o contexto atual de reestruturação e transformação da FAB, destacam-se a redução de custos com treinamento, o aumento de desempenho dos treinandos aliado à melhoria na transferência de conhecimento e de habilidades técnicas e o aumento da segurança e integridade física dos participantes.

2.1 Redução de Custos

A busca pela redução de custos com treinamentos é uma constante na FAB, ainda mais em tempos de significativa restrição orçamentária. Como exemplo, tem-

se que uma das principais soluções implementadas no meio aeronáutico, no qual a FAB está inserida, é o uso de simuladores de voo para o treinamento de pilotos. Segundo Yoon *et al.* (2019), o custo do treinamento de pilotos de linha aérea com uso de simuladores de voo é reduzido em 76% (setenta e seis por cento) quando comparado com o custo do treinamento na aeronave real. Apesar disso, os custos de aquisição de um simulador convencional ainda são relativamente altos, podendo chegar a algumas dezenas de milhões de dólares, o que limita sua abrangência e utilização. Logo, a RV surge como uma alternativa de excelente custo-benefício.

A Realidade Virtual, por permitir que quaisquer objetos 3D sejam simulados em qualquer ambiente virtual, faz com que os treinamentos possam ser realizados sem a necessidade de equipamentos e entidades reais. Logo, elimina-se a necessidade tanto dos próprios equipamentos, tal como uma aeronave real, quanto do simulador convencional, tal como um simulador de voo. Aliado a isso, com o avanço da tecnologia e a adoção em larga escala de produtos compatíveis com RV, verificou-se uma redução de seus custos de produção e de logística e, conseqüentemente, do preço final para o consumidor. Como exemplo, atualmente é possível se adquirir uma estação de treinamento de RV, com computador de última geração, óculos de VR e alguns periféricos, por menos de cinco mil dólares.

Outro aspecto relevante nos treinamentos operacionais é a necessidade de recursos humanos altamente capacitados para a execução das atividades. Além do valor homem-hora de um militar especializado da FAB ser elevado, frente à diversidade de funções que ele normalmente exerce, não raro ele encontra-se indisponível para conduzir ou participar de um treinamento. Dessa forma, a RV mostra-se como potencial solução para esses óbices, uma vez que ela possui a capacidade de simular pessoas e seus comportamentos, podendo até eliminar a necessidade de uma pessoa real para a execução do treinamento, o que resultaria em economia para os cofres públicos.

Frente a isso, com o uso de RV, os custos com treinamentos operacionais na FAB podem ser reduzidos significativamente quando comparados com custos de treinamentos tradicionais, uma vez que há a redução, ou até mesmo a eliminação, da aquisição de equipamentos reais e da necessidade de recursos humanos (COMO..., 2017).

2.2 Desempenho e Transferência de Conhecimento

Com o aumento dos produtos de RV disponíveis no mercado, bem como com a expansão de seu uso nos mais diversos meios, identificou-se a necessidade de se avaliar a eficiência e eficácia dessas ferramentas. Dessa forma, mais especificamente na área de treinamento, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de se verificar como a RV afeta o desempenho dos treinandos.

No que tange a treinamentos em que há interação com objetos a curta distância, estudos recentes indicam que o desempenho dos participantes que treinaram utilizando ferramentas com RV foi superior ao daqueles que utilizaram meios tradicionais, tais como instruções baseadas em papel ou vídeo bidimensionais (MURCIA-LOPES; STEED, 2018; DE MOURA, SADAGIC, 2019). Dentre os parâmetros avaliados, destacam-se a melhora do desempenho nas taxas de sucesso e no tempo de execução da atividade.

Adicionalmente, outro aspecto relevante no que tange a treinamento operacional é a transferência de conhecimento e de habilidades técnicas. Ao avaliar um ambiente de sala de operação, Seymour *et al.* (2002) concluiu que o uso de simulação médica com RV aumentou significativamente o desempenho dos médicos durante uma cirurgia real, resultando em maior velocidade na execução dos procedimentos e menor taxa de erros.

Por fim, fazendo um paralelo entre os estudos realizados e os treinamentos operacionais da FAB, tem-se que a utilização de RV poderá potencializar o desempenho dos militares nos treinamentos que exigem manipulação de objetos a curta distância, o que engloba desde pilotos interagindo com os instrumentos do cockpit, passando por mantenedores consertando um motor de avião, até médicos performando cirurgias numa situação de busca e salvamento. Ou seja, a RV apresenta-se como uma solução promissora para aumentar o desempenho e melhorar a transferência de conhecimento e de habilidades técnicas nos mais diversos tipos de treinamentos existentes no COMAER, fazendo com que os militares alcancem os níveis desejados de proficiência em menos tempo e com maior acurácia.

2.3 Segurança e Integridade Física

Alguns tipos de treinamentos são críticos para a formação completa do profissional. No entanto, devido à alta periculosidade à qual algum participante é exposto, muitas vezes não é possível a realização do treinamento por meios tradicionais. Um exemplo típico deste tipo de treinamento é a cirurgia intracraniana, que colocaria a vida do paciente em risco.

Nesse contexto, a RV mostra-se muito vantajosa para esse tipo de treinamento, uma vez que permite, em um ambiente seguro, a simulação de situações extremas nas quais haveria risco à integridade física dos envolvidos (COMO..., 2016). Treinamentos de pilotos, com VR, em que os motores da aeronave entram em pane, bem como cirurgias de alta complexidade, tal qual uma cirurgia cardíaca, são exemplos de situações de risco que podem ser simuladas de forma segura e controlada. Nesses casos, mesmo que ocorra a queda da aeronave ou, ainda, que a válvula do coração seja danificada, basta interromper a simulação e reiniciá-la nas condições que forem desejadas. Dessa forma, a integridade física do treinando se mantém intacta e o treinamento pode ser reiniciado de forma rápida e quantas vezes forem necessárias.

Finalmente, tal “capacidade de introduzir o conhecimento prático na sala de aula, sem colocar alunos e terceiros em risco, adiciona um valor inestimável à experiência educacional” (MACEDO, 2015, on-line), culminando, dentre outros fatores, com a otimização e modernização dos treinamentos da FAB.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Força Aérea Brasileira tem lidado com um aumento significativo de restrições orçamentárias e de pessoal, sendo obrigada a buscar meios inovadores para continuar cumprindo sua missão. No contexto atual de transformação e modernização da FAB, identifica-se que a Realidade Virtual é um dos alicerces estratégicos para o alcance dos objetivos traçados na FA100.

A RV é uma tecnologia que proporciona ao seu usuário uma experiência interativa e imersiva em um ambiente 3D simulado. Sua capacidade de simular quaisquer objetos em qualquer ambiente virtual mostra-se de extrema utilidade para o treinamento de militares. Desta forma, o uso de Realidade Virtual modernizará e

otimizará os treinamentos operacionais da FAB que envolvam interação com objetos a curta distância e melhorará o desempenho dos treinandos.

Dentre as principais contribuições advindas do uso de RV nos treinamentos operacionais, três delas mereceram destaque ao longo desse ensaio: a redução de custos com os treinamentos, o aumento do desempenho dos treinandos e a diminuição do risco à segurança e integridade física dos envolvidos.

Dado que o custo de aquisição de uma estação de RV é relativamente baixo, na ordem de alguns milhares de dólares, há uma redução significativa no custo do treinamento, uma vez que não serão mais necessárias despesas com aquisição e manutenção de equipamentos convencionais, os quais podem custar até dezenas de milhões de dólares. Além disso, o uso de RV permite a economia com recursos humanos, uma vez que ela pode simular pessoas e seus comportamentos.

Adicionalmente, estudos indicam o aumento do desempenho dos treinandos na execução de tarefas quando treinando com o uso de RV, indicando uma melhoria na transferência de conhecimento e de habilidades técnicas.

Finalmente, a RV proporciona a capacidade de treinamento simulado de situações que, em um treinamento real, seriam consideradas de extremo risco à segurança e integridade física dos militares. Tal capacidade é muito útil e propícia ao treinamento militar, uma vez que muitas das atividades inerentes à caserna envolvem riscos de vida em situações extremas.

Dessa forma, tem-se que o uso de Realidade Virtual nos treinamentos operacionais da FAB, além de estar alinhado com o objetivo estratégico de Aperfeiçoamento da Sistemática de Capacitação Operacional das Equipagens do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (BRASIL, 2018b), trará diversos benefícios ao COMAER, dentre os quais se destaca a realização do treinamento operacional de militares de forma mais eficaz e eficiente, a um custo inferior ao dos treinamentos convencionais, com aumento da segurança e do escopo de atividades.

Por derradeiro, considera-se a possibilidade do emprego de RV em outros domínios do âmbito militar, tais como simulação de ambientes de combate terrestre, planejamento de teatro operacional e treinamento de manutenção e operação de equipamentos complexos e sensíveis, de modo a expandir os benefícios da tecnologia a outros campos de atuação.

REFERÊNCIAS

- BARILLI, E. C. V. C.; EBECKEN, N. F. F.; CUNHA, G. G. A tecnologia de realidade virtual como recurso para formação em saúde pública à distância: uma aplicação para a aprendizagem dos procedimentos antropométricos. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, supl. 1, p. 1247-1256, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232011000700057&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 out. 2019.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.597/GC3, de 10 de outubro de 2018. Aprova a reedição da DCA 11-45 “Concepção Estratégica – Força Aérea 100”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 180, f. 11265, 15 out. 2018a.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição da PCA 11-47 “Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 – 2027”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 222, f. 14766, 20 dez. 2018b.
- COMO engajar colaboradores com a realidade virtual. *In: Oniria*. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://oniria.com.br/como-engajar-colaboradores-com-realidade-virtual>. Acesso em: 23 set. 2019.
- COMO usar realidade virtual (VR) para treinamentos?. *In: Oniria*. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://oniria.com.br/como-usar-realidade-virtual-vr-para-treinamentos>. Acesso em: 23 set. 2019.
- DE MOURA, D. Y.; SADAGIC, A. The Effects of Stereopsis and Immersion on Bimanual Assembly Tasks in a Virtual Reality System. **2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)**, Osaka, p. 286-294, 2019. DOI 10.1109/VR.2019.8798112. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8798112>. Acesso em: 19 set. 2019.
- MACEDO, J. Como a realidade virtual pode mudar a educação. *In: Canaltech*. [S. l.], 6 nov. 2015. Disponível em: <https://canaltech.com.br/mercado/como-a-realidade-virtual-pode-mudar-a-educacao-52092>. Acesso em: 14 out. 2019.
- MURCIA-LÓPEZ, M.; STEED, A. A Comparison of Virtual and Physical Training Transfer of Bimanual Assembly Tasks. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 1574-1583, 2018. DOI 10.1109/TVCG.2018.2793638. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2793638>. Acesso em: 20 set. 2019.
- SEYMOUR, N. E.; GALLAGHER, A. G.; ROMAN, S. A.; O'BRIEN, M. K.; BANSAL, V. K.; ANDERSEN, D. K.; SATAVA, R. M. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. **Annals of Surgery**, [s. l.], v. 236, n. 4, p. 458–464, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/00000658-200210000-00008>. Acesso em: 25 mar. 2020.

YOON, S.; PARK, T., LEE; J. H.; Kim J. A Study on Transfer Effectiveness and Appropriate Training Hours in Airplane Simulators. *In: ITEC 2019*. Stockholmsmässan, 16 mai. 2019. Disponível em: https://www.itec.co.uk/__media/libraries/human-factors-and-performance-in-a-connected-age/15---Sugjoon-Yoon-Paper.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.