



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

TIAGO MOREIRA DA **SILVEIRA**, Cap Av

Aumento da capacidade operacional da Força Aérea Brasileira: uso eficiente de simuladores de baixo custo

Rio de Janeiro

2025

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

TIAGO MOREIRA DA SILVEIRA, Cap Av

Aumento da capacidade operacional da Força Aérea Brasileira: uso eficiente de simuladores de baixo custo

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola 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: Emprego da Força Aérea
Orientadora: Mellina dos Santos Ferreira Barbosa,
Maj Int

Rio de Janeiro

2025

TIAGO MOREIRA DA SILVEIRA, Cap Av

Aumento da capacidade operacional da Força Aérea Brasileira: uso eficiente de simuladores de baixo custo

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Presidente, Rafael de Lima Santana, Maj Inf - EAOAR

Mellina dos Santos Ferreira Barbosa, Maj Int - EAOAR

Rio de Janeiro

2025

RESUMO

A Força Aérea Brasileira (FAB) enfrenta desafios na manutenção operacional de pilotos devido a restrições orçamentárias. Em contrapartida, observa-se a ampliação na utilização de simuladores de voo de baixo custo, semelhantes aos dispositivos *Aviation Training Device* (ATD) e *Flight Training Device* (FTD), empregados na Academia da Força Aérea (AFA) e no Esquadrão Rumba. No entanto, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 55-14, que regulamenta a habilitação em voo por instrumentos (IFR), considera apenas a experiência em simuladores *Full Flight Simulator* (FFS) classe D, desconsiderando a obtida em simuladores equiparados a ATD e FTD. Este trabalho defende a atualização desta instrução para incluir o cômputo de experiência IFR em simuladores equiparados a ATD e FTD, baseando-se em dois argumentos principais: Capacidade técnica comprovada, pois estudos demonstram que esses simuladores proporcionam transferência efetiva de habilidades, melhorando o desempenho em voos reais, conforme evidenciado em pesquisas na AFA e no Esquadrão Rumba; e otimização de horas de voo, já que haverá uma redução da necessidade de horas em aeronaves para treinamento IFR e liberando recursos para outras missões, como patrulha e treinamento básico. A atualização da ICA 55-14 motivará os esquadrões a adquirir simuladores de baixo custo. Isso permitirá aos pilotos manter-se operacionais em diferentes tipo de missões, aumentando a capacidade operacional mesmo com restrições financeiras e redução de horas de voo reais. Dessa forma, ocorrerá um aprimoramento do adestramento das equipagens utilizando simuladores, alinhado às diretrizes do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER).

Palavras-chave: capacidade técnica; otimização; uso eficiente; capacidade operacional.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem enfrentado desafios na manutenção operacional de seus pilotos, especialmente em um contexto de redução de gastos. Paralelamente, a FAB tem realizado investimentos significativos em simuladores de voo, dispositivos que permitem o treinamento de pilotos a um custo relativamente menor em comparação com as horas de voo reais.

A Academia da Força Aérea (AFA) e o Esquadrão Rumba adquiriram recentemente dispositivos de baixo custo, semelhantes aos simuladores de categoria Treinador de Voo por Instrumentos (ATD - *Aviation Training Device*) e Dispositivo de Treinamento de Voo (FTD - *Flight Training Device*). Embora seja possível realizar treinamento de navegações sob Regras de Voo por Instrumentos (IFR - *Instrument Flight Rules*), a experiência adquirida pelos pilotos nesses dispositivos não é considerada para a manutenção operacional.

A habilitação para o voo sob regras de voo por instrumentos na FAB é regulamentada pela ICA 55-14, que estabelece os requisitos para a obtenção e renovação dos Cartões de Voo por Instrumento (CVI). Entre os parâmetros exigidos, estão o cômputo de horas IFR, o número de procedimentos de descida e a quantidade de localidades. Atualmente, a ICA 55-14 prevê apenas o cômputo de horas em simuladores *Full Flight Simulator* (FFS) de classe D, desconsiderando as horas realizadas em equipamentos equiparados a ATD ou FTD (Brasil, 2022).

Diante dos recentes investimentos na aquisição de simuladores equiparados a ATD ou FTD pela FAB, esse trabalho defende a atualização da ICA 55-14, de modo que a experiência adquirida pelos pilotos nesses dispositivos possa ser considerada para a aquisição ou renovação dos CVI, permitindo assim se manter operacional para o voo IFR.

O primeiro argumento que sustenta a tese é a capacidade técnica dos novos treinadores de voo adquiridos pela FAB, pois oferecem uma imersão adequada e desempenho equivalente ao de simuladores homologados para o cômputo de horas em regras de voo por instrumentos na aviação civil.

O segundo argumento é a otimização das horas de voo, pois ao considerar a experiência adquirida em simuladores equivalentes a ATD e FTD, reduzirá o esforço aéreo necessário para a obtenção e revalidação dos CVI. Dessa forma, essas horas poderão ser realocadas para outros tipos de missão, conforme necessidade operacional.

2 DESENVOLVIMENTO

Atualmente, a ICA 55-14 cita os tipos de simuladores ATD e FTD, entretanto não permite o cômputo de experiência IFR nesses equipamentos. Sabendo que a FAB não tem nenhum órgão responsável pela homologação de simuladores militares, é possível obter um atestado de conformidade por meio do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), a fim de comprovar a equivalência aos parâmetros exigidos pelas legislações da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e da *Federal Aviation Administration* (Administração Federal de Aviação – FAA), órgãos responsáveis por essa classificação na aviação civil.

Vale ressaltar que, recentemente, a FAB tem investido cada vez mais em simuladores de voo, tendo como destaque os equipamentos adquiridos na AFA, por meio das plataformas T-2000 e T-4000, e no Esquadrão Rumba, com o simulador do C-95M. Os parâmetros e desempenhos desses simuladores são equivalentes às classificações de ATD e FTD.

2.1 CAPACIDADE TÉCNICA DOS SIMULADORES DE VOO

A falta de cômputo de experiência IFR em simuladores de voo de baixo custo, equiparados a ATD e FTD, mascara a experiência obtida pelos pilotos nesse tipo de voo, dificultando a correta mensuração do nível atual de habilidade motora desses profissionais. Além disso, Schmidt e Lee (2016) definem o princípio da transferência de aprendizagem, pelo qual um indivíduo transfere habilidades adquiridas de uma situação para outra. Em seu livro, os autores destacam a aplicabilidade desse conceito em simuladores de voo destinados à formação de pilotos. Diante dessa teoria, uma atualização da legislação torna-se necessária, uma vez que ela não considera a aprendizagem em simuladores de níveis inferiores ao FFS.

Outro fato é que a transferência de habilidades é observada na melhora do desempenho dos cadetes aviadores da AFA durante o curso da aeronave T-27 Tucano. Corroborando essa afirmação, Casarini (2023) demonstrou que o simulador T-4000 facilitou e contribuiu positivamente para o aprendizado dos cadetes. Magalhães (2023) concluiu, em seu estudo, que houve uma redução de aproximadamente 50% nas reprovações entre cadetes que utilizaram o T-2000 em comparação àqueles que não tiveram acesso a esse recurso no segundo ano de formação na AFA.

Outro simulador que apresentou eficácia na transferência de habilidades foi o implementado em 2020 no Esquadrão Rumba. Faulstich (2023) evidencia uma melhora nas notas obtidas na especialização operacional, especialmente em itens referentes ao voo IFR, após

a adoção do simulador. Conforme mencionado, os simuladores da AFA e do Rumba demonstraram capacidade de transferência de aprendizagem. Portanto, uma atualização da ICA 55-14 é necessária para que seja computada a experiência obtida nesses equipamentos.

O uso de simuladores, como ATD e FTD, para o aprendizado de procedimentos por instrumentos é frequente na aviação civil, devido às características desse tipo de voo e aos custos reduzidos dos equipamentos. Lathan *et al.* (2002) corrobora essa ideia, afirmando que a precisão visual e física tem menor relevância no treinamento IFR, uma vez que o objetivo principal é desenvolver habilidades baseadas na interpretação dos instrumentos.

Considerando a capacidade técnica adquirida por meio de simuladores de voo, a ANAC e FAA permitem a utilização de ATD e FTD, além dos FFS, para comprovação de experiência na obtenção e revalidação de licenças IFR (Brasil, 2024; United States, 2024). Considerando o cenário da frequente utilização na aviação civil de simuladores ATD e FTD, a atualização da ICA 55-14, defendida neste trabalho, garantirá o nível de habilidade motora, conforme já se mostrou válido.

Diante da argumentação realizada, nota-se a importância de atualizar a ICA 55-14, permitindo que a experiência adquirida em equipamentos equiparados a ATD ou FTD seja considerada para a obtenção ou renovação do CVI. Essa medida garantirá a qualidade técnica necessária, haja vista a comprovada capacidade de transferência de habilidades motoras proporcionada por esses simuladores, conforme demonstrado em estudos e alinhado com as legislações vigentes na aviação civil.

2.2 OTIMIZAÇÃO DAS HORAS DE VOO

Além da utilização das aeronaves para navegação IFR, a FAB as emprega em uma variedade de missões, como reconhecimento, patrulha marítima, emprego armado, interceptação de tráfego desconhecido, busca e salvamento, ajuda humanitária, entre outras. Sabendo dessa gama de atividades, uma grande preocupação é o esquecimento de habilidade psicomotora que, segundo Schmidt e Lee (2016), tem por definição um período em que a atividade não é realizada, o que prejudica o desempenho. Esse conceito reforça a necessidade de treinamento contínuo para os diversos tipos de voo realizados pela FAB. Dessa forma, a falta de cômputo da experiência em voo IFR em simuladores equivalentes a ATD e FTD aumentará os gastos com horas nesse tipo de voo em detrimento de outras atividades.

A ANAC e a FAA preveem, em suas respectivas legislações, um abatimento de até 50% do total de horas necessárias para comprovar a experiência exigida para a habilitação do piloto

em voo IFR. Nessas regulamentações, estão contemplados os simuladores ATD, FTD e FFS (Brasil, 2024; United States, 2024). Diante disso, uma atualização da ICA 55-14 para considerar a experiência adquirida nos novos simuladores da FAB permitirá uma otimização das horas de voo, tornando possível destinar as horas que seriam utilizadas para obtenção e revalidação do CVI a outros tipos de voo, conforme já validado na aviação civil.

Na AFA, observa-se uma redução progressiva do esforço aéreo. Em 2009, os cadetes do 4º ano voavam, em média, 125 horas cada, número superior às atuais 80 horas (Kube, 2010; Brasil, 2025). Considerando que, para ministrar a instrução IFR, os instrutores precisam manter-se adaptados a esse tipo de voo, isso demandará uma quantidade significativa de horas de voo, em detrimento das horas destinadas à instrução básica dos cadetes do 4º ano, que é a atividade principal da AFA. Portanto, a atualização defendida neste estudo permitirá realocar as horas de voo para o voo básico dos cadetes, que é a atividade fim da AFA.

Nos esquadrões de aviação de patrulha, que operam a aeronave P-95 Bandeirulha, muitos voos são realizados sem o uso de regras IFR. Por essa razão, seus pilotos enfrentam dificuldades para atingir os parâmetros necessários à manutenção da operacionalidade em voo por instrumentos, precisando dedicar esforços aéreos a esse treinamento em detrimento das atividades operacionais. Conforme mencionado, a atualização da ICA proposta neste trabalho permitirá que as horas que seriam gastas para a revalidação e obtenção do CVI poderão ser utilizadas na manutenção das atividades operacionais de patrulha.

Nos esquadrões de transporte sediados na região Norte, a maioria das missões ocorre em aeródromos que operam sob regras de voo visual, o que dificulta a aquisição da experiência necessária para a adaptação ao voo IFR. Corroborando essa ideia, Alves e Amaral (2012) discutem a situação dos aeroportos da região Norte, onde há um número reduzido de pistas que operam sob regras de instrumentos. Diante desse cenário, a atualização da ICA trará o benefício da otimização das horas de voo, possibilitando realocar as horas que seriam gastas para obtenção e revalidação do CVI para outros tipos de missão.

Considerando que a experiência exigida para obtenção e revalidação do CVI é mensurada por meio do quantitativo de horas e localidades na ICA 55-14, a contabilização da experiência IFR realizadas em equipamentos equivalentes a ATD ou FTD reduzirá a necessidade de horas para esse fim nos esquadrões. Dessa forma, uma atualização deste regulamento garantirá uma melhor distribuição das horas de voo, otimizando seu uso e assegurando uma manutenção operacional mais eficaz nos demais tipos de missão.

3 CONCLUSÃO

Conforme foi visto, a FAB enfrenta um desafio operacional significativo: a necessidade de manter pilotos qualificados em voo por instrumentos (IFR) em um contexto de restrições orçamentárias e redução de horas de voo reais. Apesar dos investimentos em simuladores de baixo custo, como os dispositivos equivalentes a ATD e FTD adquiridos pela AFA e pelo Esquadrão Rumba, a atual regulamentação, ICA 55-14, não reconhece a experiência obtida nesses equipamentos para fins de obtenção ou renovação do CVI. Essa lacuna normativa gera um descompasso entre os recursos disponíveis e sua utilização eficiente.

Diante desse cenário, tornou-se claro a necessidade da atualização da ICA 55-14 para incluir o cômputo de experiência IFR realizada em simuladores equivalentes a ATD e FTD, além do FFS, garantindo assim uma utilização eficiente dos novos simuladores de voo, mantendo a operacionalidade dos pilotos para o voo sob regras de voo instrumento.

O primeiro argumento que sustentou essa tese foi a capacidade técnica comprovada desses simuladores. Como foi visto nos estudos mencionados neste trabalho, os novos simuladores que são equiparados a ATD e FTD proporcionaram uma transferência efetiva de habilidades psicomotoras, especialmente em treinamentos IFR. Além disso, a ANAC e a FAA já regulamentam o uso de dispositivos semelhantes na aviação civil, atestando sua confiabilidade.

O segundo argumento foi a otimização das horas de voo. A incorporação da demonstração de experiência IFR obtida nos novos simuladores de voo da FAB na ICA 55-14 reduzirá a demanda por horas reais em aeronaves, liberando recursos para outras missões operacionais, como patrulha marítima, treinamento básico, busca e salvamento. Com isso, a FAB conseguirá manter uma melhor adaptação às suas atividades aéreas operacionais, mesmo em um cenário de redução de horas de voo.

Atualmente, apenas os esquadrões de instrução possuem simuladores equiparados a ATD e FTD. Após a atualização da ICA 55-14 defendida neste trabalho, haverá uma conscientização das vantagens da utilização de simuladores de baixos custos. Sendo assim, ocorrerá um incentivo na aquisição de novos equipamentos nos demais esquadrões da FAB.

Dessa forma, será garantido um incremento na capacidade operacional, por meio da otimização das horas de voo, o que permitirá uma melhor adaptação dos pilotos às diversas missões e um uso mais eficiente dos simuladores. Conseguindo assim, aprimorar o adestramento das equipagens, por meio de equipamentos de simulação, conforme diretrizes estabelecidas no Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2024 – 2033 (PEMAER).

REFERÊNCIAS

- ALVES, C.J.P.; AMARAL, F.C.F. A situação da infraestrutura aeroportuária na região norte e seu potencial apoio à aviação regional. **Journal of Transport Literature**, v. 6, p. 171-184, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jtl/a/CLt7SrwYc3zCwKCFnFFQBGk>. Acesso em: 16 abr. 2025.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **RBAC nº 61: Requisitos de certificação para produtos aeronáuticos, partes e equipamentos**. Brasília: ANAC, 2024. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-61>. Acesso em: 16 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria AFA nº 738/AFA, de 8 de janeiro de 2025. Aprova a edição do Programa de Instrução e Manutenção Operacional da Academia da Força Aérea para o ano de 2025. **Boletim Interno Ostensivo**, Pirassununga, n. 6, p. 104, 9 jan. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER nº 43/3SC, de 31 de dezembro de 2022. Aprova a reedição da Instrução que dispõe sobre a “Habilitação para o voo por instrumentos na FAB”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 215, p. 15, 22 nov. 2022.
- CASARINI, M.M.P. **A influência do simulador de voo no processo de aprendizagem dos Cadetes aviadores em Instrução no 1º EIA**. 2023. Pirassununga. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.php?codigo_sophia=91530. Acesso em: 16 abr. 2025.
- FAULSTICH, R.F. **A influência do simulador de voo do C-95 modernizado na formação dos pilotos do curso de especialização operacional do 1º/5º GAV**. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Curso Avançado de Comando e Estado-Maior) – Escola de Comando e Estado Maior da Aeronáutica. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.php?codigo_sophia=91830. Acesso em: 16 abr. 2025.
- KUBE, L.C. **Aptidão físico-profissional aeróbica, carga laboral e distribuição do estresse em cadetes do 4º ano do CFOAV da AFA em 2009**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Aeroespaciais) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.php?codigo_sophia=9896. Acesso em: 16 abr. 2025.
- LATHAN, C.E. *et al.* Using Virtual Environments as Training Simulators: Measuring Transfer. In: HALE, K.S.; STANNEY, K.M. **Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2001. E-book. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9780585399102/handbook-virtual-environments-kelly-hale-kay-stanney>. Acesso em: 16 abr. 2025.
- MAGALHÃES, T.B. **Impacto da implementação do treinamento de simulador na fase de pré-solo do estágio primário no CFOAV**. 2023. Pirassununga. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.php?codigo_sophia=91616. Acesso em: 16 abr. 2025.

SCHMIDT, R.T.; LEE, T.D. **Aprendizagem e Performance Motora:** dos princípios à aplicação. Tradução de Denise Costa Rodrigues. **lobalização:** as consequências humanas. Porto Alegre: Artmed, 2016.

UNITED STATES. Federal Aviation Administration (FAA). **14 CFR Part 61 – Certification: Pilots, Flight Instructors, and Ground Instructors.** Section 61.65 – Instrument rating requirements. Washington, 2024. Disponível em: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-D/part-61/subpart-B/section-61.65>. Acesso em: 16 abr. 2025.