



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

MÁRCIO ANDRÉ **VIEIRA** JUNIOR, Cap Av

**A periodicidade dos treinamentos em simulador de voo como fator de
segurança operacional na Inspeção em Voo.**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

MÁRCIO ANDRÉ **VIEIRA** JUNIOR, Cap Av

**A periodicidade dos treinamentos em simulador de voo como fator de
segurança operacional na Inspeção em Voo.**

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: Segurança de Voo
Orientador: Wellington Azevedo dos Santos
Maj Inf

Rio de Janeiro

2023

MÁRCIO ANDRÉ **VIEIRA** JUNIOR, Cap Av

**A periodicidade dos treinamentos em simulador de voo como fator de
segurança operacional na Inspeção em Voo.**

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

Aprovado por:

Jaqueline de Azevedo Bruno, Ten Cel Int
EAOAR

Wellington Azevedo dos Santos, Maj Inf
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

No Brasil, o Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV) é o responsável por aferir os diversos equipamentos e procedimentos de navegação aérea com o propósito de garantir a segurança das operações na aviação. Para cumprir esta missão com segurança, o GEIV utiliza treinamento em simuladores, porém adota um intervalo não satisfatório de 24 meses entre as sessões. Argumenta-se que agir em prol da mitigação do esquecimento, aumentando a frequência dos treinamentos, atua diretamente sobre a capacidade de acesso à memória, uma vez que o esquecimento é uma tendência natural do ser humano que aumenta a possibilidade de que ocorra um acidente aéreo em caso de emergência em voo. Ademais, observa-se que a tomada de decisão de pilotos mais treinados tende a ser mais acurada, pois estes são expostos a mais situações-problema, aumentando sua experiência, combatendo o startle effect e gerando uma maior capacidade de identificação de cenários adversos que podem ocorrer nas inspeções e potencialmente impactar na segurança de voo. Assim, este ensaio defende que a diminuição do intervalo entre os treinamentos de inspeção em voo em simulador para 12 meses colabora para o aumento do nível de segurança durante as inspeções. Por fim, operar com altos níveis de segurança de voo visa mitigar possíveis acidentes que colocariam em baixa os níveis de confiança na FAB perante a comunidade aeronáutica brasileira, e da América do Sul, onde o GEIV é frequentemente chamado a atuar para garantir uma operação segura.

Palavras-chave: Segurança de Voo. Curva do Esquecimento. Tomada de Decisão. Simulador de Voo. Inspeção em Voo.

1 INTRODUÇÃO

O Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV) é o responsável pela atividade de inspeção em voo no Brasil. Sua tarefa consiste em realizar a aferição dos mais variados equipamentos de auxílio a navegação aérea, aproximação e pouso, bem como procedimentos de navegação aérea de grande precisão com o objetivo de garantir a operacionalidade e a segurança da aviação em nosso espaço aéreo.

A inspeção em voo, entretanto, é uma missão complexa, pois apresenta diversos desafios decorrentes da especificidade dos perfis de manobra necessários para o correto aferimento dos equipamentos de navegação aérea, colocando as tripulações expostas às fases críticas do voo (decolagens, pousos e aproximações) por um grande período.

Já o treinamento em simulador de voo é uma prática consolidada no meio da aviação que traz benefícios às habilidades psicomotoras e cognitivas dos pilotos, além de possibilitar a experiência de situações anormais e de emergência em ambiente controlado. No GEIV este tipo de capacitação já é utilizado para a formação e manutenção operacional de seus pilotos, porém o intervalo médio mantido entre os treinamentos é de 24 meses, o que pode causar uma deterioração do conhecimento e, conseqüentemente, uma queda no nível de segurança operacional dos voos de inspeção por baixa eficiência na realização dos corretos procedimentos em caso de emergência. Por outro lado, a aviação comercial tem uma operação com risco considerado mais baixo que a inspeção em voo e mesmo assim adota o intervalo de 12 meses entre seus treinamentos periódicos.

Dessa forma, este ensaio defende que a diminuição do intervalo entre os treinamentos de inspeção em voo em simulador para 12 meses colabora para o aumento do nível de segurança durante as inspeções.

Para embasar a tese, mostra-se que agir em prol da mitigação do esquecimento, aumentando a frequência dos treinamentos, atua diretamente sobre a capacidade de acesso à memória, uma vez que o esquecimento é uma tendência natural do ser humano que cresce quanto maior a distância temporal do último contato com o conhecimento previamente adquirido, o que aumenta a possibilidade de que a situação evolua para um acidente aéreo em caso de emergência em voo.

Adicionalmente, observa-se que a tomada de decisão de pilotos mais treinados tende a ser mais acurada, pois estes são expostos a mais situações-problema,

aumentando sua experiência, combatendo o *startle effect* e gerando uma maior capacidade de identificação de cenários adversos que podem ocorrer nas inspeções e potencialmente impactar na segurança de voo.

2 DESENVOLVIMENTO

As características da inspeção em voo diferem de um voo comercial regular em diversos aspectos, dentre os quais podem-se destacar os seguintes, segundo Wede (2014):

- Frequentes voos a baixa altura (abaixo das altitudes de segurança);
- Grande carga de trabalho da tripulação, pois existe a necessidade de comunicação simultânea com os órgãos de controle do tráfego aéreo (ATC), com equipe de manutenção em solo e com o operador de sistema de inspeção em voo (OSIV) a bordo; e
- Voos em espaços aéreos conturbados em perfis não convencionais, requerendo constante atenção aos demais tráfegos.

Além disso, segundo o *Statistical Summary Of Commercial Jet Airplane Accidents* da *Boeing Aerospace Company* (2021), enquanto a parcela de acidentes com fatalidades ocorridos entre 2011 e 2020 nas fases críticas dos voos (aproximação, decolagem e pouso) representa 67% do total de acidentes, essas mesmas fases correspondem a apenas 6% do tempo total de voo, já durante uma inspeção em voo esse número sobe para 70% a 80% do tempo de voo (WEDE, 2012).

Dessa forma, entende-se que a inspeção em voo é uma atividade com grau de risco mais elevado que a operação de voos comerciais. No entanto, o intervalo previsto pela Agência Nacional de Aviação Civil (2016) para treinamentos periódicos na aviação comercial é de 12 meses, metade do que hoje é empregado para os pilotos do GEIV. Portanto, seria ao menos razoável implantar o mesmo requisito utilizado para pilotos de linhas aéreas aos integrantes da inspeção em voo.

2.1 Mitigação do esquecimento

A memória humana e o fenômeno do esquecimento são alvos de estudos e pesquisas científicas há muito tempo, sendo a Teoria da Deterioração, com a Teoria de Ebbinghaus como sua precursora, a principal representante daquelas que afirmam

haver uma perda das informações com a influência do tempo (PERGHER; STEIN, 2003). A curva de Ebbinghaus objetiva estabelecer uma relação entre retenção do conhecimento e o tempo desde a aprendizagem e, apesar de datar do final do século XIX, ainda continua relevante (MURRE; DROS, 2015). Através dela percebe-se que, com o passar do tempo, há um decaimento da chance de acesso ao conhecimento aprendido caso este conteúdo não seja revisitado.

A Teoria da Deterioração, por sua vez, segue os preceitos de Ebbinghaus acrescentando que existem níveis de força diferentes para cada memória e que elas apresentam duas diferentes propriedades: fortalecer com a reativação e enfraquecer com o desuso (POTTER, 1991 apud PERGHER; STEIN, 2003).

Através do modelo matemático, proposto por Ebbinghaus (1913) e replicado por Murre e Dros (2015), é possível indicar que a baixa frequência de reativação da memória em simulador praticada no GEIV atualmente pode causar falha ao recuperar o conhecimento, pois há grande perda de retenção já nos primeiros 31 dias (intervalo máximo que foi experimentado), nos quais em torno de apenas 20% são retidos caso não haja nenhum tipo de reativação.

Entretanto, é economicamente inviável realizar treinamentos em simulador mensalmente para todos os pilotos do GEIV, causando enfraquecimento da memória por desuso. Portanto, utiliza-se o recurso de provas mensais com o objetivo de fortalecer as memórias, através de reativação, para diminuir o impacto do esquecimento entre atividades em simulador que se tornariam anuais, assim como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) prevê para a aviação comercial.

Tendo em mente as teorias que versam sobre a força das memórias e com o objetivo de indicar uso de ferramentas para seu fortalecimento, analisam-se os estudos de Koglbauer (2016), nos quais foram realizados testes em simulador e voo real com 31 pilotos (17 treinando e 14 para grupo controle). A pesquisa era composta por três fases: colocar os pilotos em uma situação de perda de controle em um voo real com instrutores, seguido de treinamento em simulador para um grupo enquanto o grupo controle treinava apenas exercícios de navegação e então, no dia seguinte, a realização de outro voo real, repetindo a situação de perda de controle.

Nos resultados, ficou evidenciado que além de melhor performance em relação ao grupo controle, os pilotos que realizaram o treinamento em simulador de voo tiveram também uma resposta mais rápida para conclusão da tarefa de recuperação, indicando aprimoramento da memória procedural. Dessa forma, é possível indicar que

os simuladores de voo despontam como ferramentas eficazes no processo de reativação de memória e seu conseqüente fortalecimento já citado anteriormente.

Adicionalmente, verificou-se que mesmo quando expostos a situações relacionadas, porém diferentes das apresentadas nos testes, os pilotos do grupo que efetivamente treinou tiveram desempenho melhor que os demais. Portanto, a realização de mais treinamentos possibilitaria aos aviadores do GEIV atuar com mais agilidade e correção no enfrentamento dos cenários já observados e até mesmo daqueles que não foram especificamente treinados.

Aplicando-se as teorias apresentadas ao contexto do ensaio, entende-se que o intervalo de 24 meses hoje adotado entre os treinamentos em simulador no GEIV gera dificuldade ou lentidão por parte dos pilotos em acessar os conhecimentos necessários para agir adequadamente em caso de situação anormal ou emergência.

Sendo assim, ao analisarmos as particularidades da inspeção em voo em conjunto com estas constatações, é notório o impacto causado por estes fatores na segurança operacional pois, vivenciar com maior frequência os procedimentos de emergência em simulador reduz as chances de ocorrer falha no acesso à memória e, conseqüentemente, reduz o tempo de execução das tarefas, o que em voos à baixa altura pode ser um fator decisivo para a reversão da situação adversa.

2.2 Tomada de decisão

Atualmente, os fatores humanos são os mais presentes dentre os que contribuem para acidentes aéreos. Com base nisso, verifica-se a necessidade de voltar a atenção para o desenvolvimento das habilidades humanas como forma de reduzir sua contribuição aos acidentes e incidentes aeronáuticos. Para tal, diversos estudos na área de *Aeronautical Decision Making* (ADM - Tomada de Decisão Aeronáutica) vem identificando que o treinamento dessa competência tem impacto significativo no aprimoramento da segurança de voo através da redução da presença de fatores humanos nos acidentes (ADAMS; ERICSSON, 1992).

Tendo isto em vista, a utilização de simuladores de voo surge como opção para o êxito desta prática, pois segundo Adams e Ericsson (1992), estudos realizados pela FAA (*Federal Aviation Administration*) mostraram que a efetividade deste tipo de treinamento subiu de 8% – aplicando-se apenas a leitura de manuais – para 46% ao empregar o uso de simuladores na realização da atividade.

Constatados os benefícios do treinamento, pode-se ainda analisar o seguinte:

(...)o piloto que treina em simulador e que realiza **reciclagens periódicas**, no intuito de massificar seu conhecimento, pode apresentar uma dinamicidade maior para o **processo decisório** em situações estressoras durante o voo, pois se intui que o aviador não focalizará sua atenção em um único vetor situacional, estando atento às **multiplicidades de estímulos presentes no interior do cockpit, no ambiente externo à aeronave e nas informações fornecidas a ele**. (PENTEADO; DAOU, 2013, p. 17, grifo nosso)

Esta afirmação permite relacionar o exercício diretamente à prática da inspeção em voo, pois apresenta vantagens que se adequam perfeitamente às já citadas especificidades do tipo de voo em análise.

Dessa forma, cabe complementar que são esperados ganhos adicionais ao aumentar a frequência dos treinamentos em simulador para os aviadores do GEIV. O aprimoramento da experiência dos pilotos, por exemplo, tem consequências importantes para melhorar competências associadas à tomada de decisão. Adams (1993, p. 52), prega que “a exposição a uma grande quantidade de problemas aumenta a percepção e habilidades de reconhecimento dos pilotos ao mesmo tempo que melhora o julgamento.”

Adicionalmente, estudos sobre o efeito de sobressalto (*startle effect*) corroboram para mostrar o valor do treinamento em simulador aplicado a habilidade de tomada de decisão. Por definição, o *startle effect* é uma resposta fisiológica automática que ocorre quando uma pessoa é exposta a um estímulo repentino e inesperado, porém quando esta reação decorre de um evento com possível ameaça à vida, como em um evento grave inesperado na aviação, pode haver comprometimento cognitivo, particularmente na habilidade de tomada de decisão, o que seria crítico para a efetiva recuperação da situação (MARTIN *et al.*, 2015).

Portanto, a aplicação do treinamento frequente em simulador atua diretamente no combate à essa reação natural, pois, ainda segundo Martin *et al.*, quanto maior a exposição a eventos de *startle effect* (que podem ser treinados em simulador), maior o nível de autoeficácia para gerenciar eventos de estresse.

Em suma, pode-se concluir que com a maior frequência nos treinamentos vem também um ganho de experiência por parte dos pilotos, proporcionando melhor capacidade de tomada de decisão, gerenciamento do *startle effect* e, por consequência, maior grau de segurança de voo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da inspeção em voo é realizar a aferição *dos diversos equipamentos e procedimentos de navegação aérea com o propósito de garantir a segurança das operações na aviação* em geral. Com este intuito, busca-se sempre o maior grau possível de segurança nos voos do GEIV. Para isso, uma das ferramentas utilizadas é o simulador de voo, porém o intervalo médio de 24 meses entre os treinamentos dos pilotos que é adotado atualmente pelo GEIV não é considerado satisfatório, já que a missão de inspeção apresenta diversas peculiaridades que a tornam complexa.

Tendo isso em mente, verificou-se através das Teorias de Ebbinghaus e da Deterioração que o longo tempo entre a aquisição do conhecimento e sua utilização causa dificuldade no acesso à memória. Observou-se ainda em estudo aliado às teorias citadas, a eficácia do uso de simulador de voo como ferramenta de reativação de memória e que pilotos mais treinados, além de atuarem melhor nas situações enfrentadas, também agiram de forma mais rápida, o que claramente impacta o grau da segurança de voo nas inspeções.

Adicionalmente, argumentou-se que, em razão de o fator humano ser atualmente o mais presente entre os contribuintes para acidentes aeronáuticos, é necessário investir no treinamento das habilidades humanas, sendo a tomada de decisão uma competência decisiva na segurança de voo. Nesse sentido, estudos mostraram que, para o treinamento desta habilidade, o simulador de voo é uma ferramenta eficaz, que se utilizada com boa periodicidade, traz ganhos em experiência e capacidade de tomada de decisões, enquanto combate o *startle effect*, colaborando ainda mais para elevar o nível da segurança de operacional.

Portanto, constatou-se que a diminuição do intervalo entre os treinamentos de inspeção em voo em simulador para 12 meses colabora para o aumento do nível de segurança durante as inspeções, pois age diretamente na mitigação do esquecimento de procedimentos e na sua velocidade de execução em situações adversas, enquanto aumenta a experiência dos pilotos e melhora a capacidade de tomada de decisão.

Por fim, operar com altos níveis de segurança de voo visa mitigar possíveis acidentes que colocariam em baixa os níveis de confiança na Força Aérea Brasileira perante não somente toda a comunidade aeronáutica brasileira, como também da América do Sul, onde o GEIV é frequentemente chamado a atuar de modo a garantir uma operação segura a todas as aeronaves em circulação em seus espaços aéreos durante todas as fases de voo.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. J.; ERICSSON, A. K. **Introduction to cognitive processes of expert pilots**. ADVANCED AVIATION CONCEPTS INC JUPITER FL, 1992. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA254760.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- ADAMS, R. J. **How Expert Pilots Think Cognitive Processes in Expert Decision Making**. Advanced Aviation Concepts Inc Jupiter Fl, 1993. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA265356.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil, RBAC nº 121, emenda nº 16**. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 12 dez. 2016. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-121>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- BOEING AEROSPACE COMPANY. **Statistical summary of commercial jet airplane accidents: Worldwide Operations, 1959-2020**. Virgínia: Boeing, set. 2021. Disponível em: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/32664.pdf>. Acesso em 28 fev. 2023.
- EBBINGHAUS, H. **Memory: a contribution to experimental psychology**. Tradução: Henry A. Ruger, Clara E. Bussenius. New York: Teachers College, Columbia University, 1913. Disponível em: <https://ia804703.us.archive.org/10/items/memorycontributi00ebbiuoft/memorycontributi00ebbiuoft.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2023.
- KOGLBAUER, I. Simulator Training Improves Pilots' Procedural Memory And Generalization of Behavior in Critical Flight Situations. **Cognition Brain Behavior: An Interdisciplinary Journal**, v. 20, n. 5, jan. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312173784_Simulator_training_improves_pilots_procedural_memory_and_generalization_of_behavior_in_critical_flight_situations. Acesso em: 28 fev. 2023.
- MARTIN, W. *et al.* Fear-potentiated startle: a review from an aviation perspective. **The International Journal of Aviation Psychology**, v. 25, n. 2, p. 97-107, abr. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10508414.2015.1128293>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- MURRE, J. M. J.; DROS, J. Replication and analysis of Ebbinghaus' forgetting curve. **PloS One**, San Francisco, v. 10, n. 7, p. e0120644, jul. 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0120644>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- PENTEADO, R. V.; DAOU, M. Tomada de decisão de pilotos de caça em voos praticados em simulador. **Revista Conexão SIPAER**, v. 4, n. 2, p. 40-68, dez. 2013. Disponível em: <https://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/media/conexaosipaer/Vol.4n3-2013.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023.

PERGHER, G. K.; STEIN, L. M. Compreendendo o esquecimento: teorias clássicas e seus fundamentos experimentais. **Psicologia USP**, v. 14, n. 1, p. 129-155, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pusp/a/vpcfd6StvHKKPbZkLPBq4GG/?lang=pt>. Acesso em 25 fev. 2023.

WEDE, C. T. Common standards in flight inspection Operations : the way ahead to improve safety? *In*: INTERNATIONAL FLIGHT INSPECTION SYMPOSIUM, 18., 2014, Oklahoma City. **Proceedings** [...]. Stanford: ICASC, 2014. p. 257-264. Disponível em: http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/18th_IFIS_Documents/18_IFIS_Proceedings_Book.pdf. Acesso em: 28 fev. 2023.

WEDE, C. T. Flight safety on flight inspection missions: past statistics and future strategies. *In*: INTERNATIONAL FLIGHT INSPECTION SYMPOSIUM, 17., 2012, **Proceedings** [...]. Stanford: ICASC, 2012. p. 247-258. Disponível em: http://www.icasc.co/sites/faa/uploads/documents/17_IFIS_Paper_Collection/ifis_2012_proceedings_120612_Update_Internet.pdf. Acesso em: 28 fev. 2023.