



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

ANDRÉ AFFONSO VIDAL, Cap Av

**A utilização estratégica do simulador de voo na formação básica dos pilotos  
da aeronave H-36 Caracal**

Rio de Janeiro

2023

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

ANDRÉ AFFONSO **VIDAL**, Cap Av

**A utilização estratégica do simulador de voo na formação básica dos pilotos  
da aeronave H-36 Caracal**

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 Souza da Silva,  
Cap Av

Rio de Janeiro

2023

ANDRÉ AFFONSO **VIDAL**, Cap Av

**A utilização estratégica do simulador de voo na formação básica dos pilotos da aeronave H-36 Caracal**

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

Aprovado por:

---

Thiago Diorgilis Ribeiro **Daniel**, Ten Cel Av  
EAOAR

---

**Robertha** Lima Souza da Silva, Cap Av  
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

## RESUMO

A aquisição das modernas aeronaves H-36 Caracal, em meados de 2011, proporcionou grande avanço tecnológico para as operações de helicópteros no Brasil. Para garantir a aptidão dos pilotos no cumprimento das diversas possibilidades de emprego, é necessária uma maior quantidade de treinamento teórico e prático. Porém, a conjuntura econômica mundial impõe ao Brasil uma série de restrições orçamentárias que dificultam o incremento de horas de voo para melhor adestramento dos pilotos. Nesse contexto, o simulador de voo surge como uma alternativa economicamente viável, aliando didática de ensino e segurança de voo. Dessa forma, o presente ensaio visa defender que a utilização do simulador de voo na formação básica dos pilotos de H-36 garante maior eficiência operacional nos Esquadrões que utilizam o projeto. Como argumento, serão apresentadas as funcionalidades do simulador de voo que favorecem a didática da instrução de voo e o aprendizado, contribuindo para a melhora da qualidade do processo de ensino na formação inicial. Além disso, destaca-se o aumento da segurança de voo, através de um programa de formação ampliado, que viabiliza o desenvolvimento de consciência situacional e aperfeiçoamento do processo decisório. Adicionalmente, o uso do simulador de voo na formação básica pode ser aplicado para todos os operadores da aeronave H-36, bem como ser estendido para os demais projetos das diversas aviações da FAB, aperfeiçoando seus respectivos processos de ensino e incrementando a segurança de voo das Unidades, colaborando para uma Força Aérea mais operacional e eficiente, em prol da garantia da soberania do espaço aéreo brasileiro.

**Palavras-chave:** Simulador de voo. Formação Básica. Consciência Situacional. Didática. Segurança de voo.

## **1 A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR DE VOO NA FORMAÇÃO BÁSICA DOS PILOTOS DA AERONAVE H-36 CARACAL**

A aquisição do moderno projeto H-36 Caracal, em acordo entre o Brasil e a França, trouxe um grande avanço tecnológico para os pilotos de helicóptero da Força Aérea Brasileira (FAB), proporcionando maior segurança nas operações e uma extensa gama de possibilidades de emprego, que podem ir desde um simples voo de treinamento em local controlado, até uma infiltração de tropa, com uso de óculos de visão noturna, utilizando sensores de autoproteção e comunicação segura em ambiente hostil.

Para atingir as competências e desenvolver as habilidades necessárias ao cumprimento de todo esse leque de operações complexas, o piloto precisará ter experiência e demonstrar muita dedicação. No entanto, ao considerar apenas a formação básica de pilotos que possuem pouca experiência na aviação de helicópteros, o desenvolvimento da aprendizagem de uma aeronave tão moderna torna-se ainda mais desafiador, obrigando-os a adquirir não só um maior preparo teórico e técnico, mas também necessitando uma maior quantidade de treinamento prático.

Entretanto, o cenário econômico global impõe ao Brasil uma série de restrições orçamentárias que dificultam o incremento de horas de voo para maior adestramento dos pilotos. Nesse contexto, faz-se necessária a busca por uma solução, economicamente viável, que alie realidade do treinamento, didática de ensino e segurança nas operações.

A fim de solucionar esse impasse, o presente ensaio visa defender que a utilização de simulador de voo na formação básica dos pilotos da aeronave H-36 Caracal garante maior eficiência operacional nos Esquadrões que utilizam o projeto.

Para fundamentar essa proposta, argumenta-se que as funcionalidades encontradas no simulador de voo da aeronave H-36 favorecem, substancialmente, a didática da instrução de voo e o aprendizado, contribuindo para a melhora da qualidade do processo de ensino na formação inicial.

Outrossim, alega-se que a aplicação do simulador de voo proporciona aumento da segurança de voo para os pilotos, através de um programa de formação ampliado que contribui para o desenvolvimento de consciência situacional, fator essencial para o aperfeiçoamento do processo decisório.

## 2 CARACTERÍSTICAS DO USO DO SIMULADOR DE VOO

O simulador de voo utilizado pelos pilotos de H-36 Caracal fica localizado no Centro de Treinamento e Simuladores (CTS) da empresa Helibras, situado no Rio de Janeiro, categorizado pela ANAC (2020) como *Full Flight Simulator* (FFS), Classe D, que atualmente é a versão mais moderna e equipada existente.

Possui capacidade de simular diversos cenários e condições de voo, locais distintos de treinamento, condições meteorológicas adversas, diferentes configurações de peso, temperatura e pressão, além de conseguir reproduzir fielmente as sensações de um voo real, através de sistemas de amortecedores que imprimem acelerações, mudanças de direção, atitude e velocidade. Tudo isso com uma disponibilidade média de 96%, conforme dados da Helibras.

Atualmente, cada piloto realiza um treinamento em simulador de voo de doze horas, a cada dois anos, abrangendo apenas treinamentos de emergências. Em virtude de diversos fatores, nem sempre é possível a realização desse treinamento com pilotos recém-formados dentro da formação básica. Com isso, por vezes um oficial é declarado Piloto Básico sem ter participado de um treinamento simulado de emergências.

### 2.1 Incremento da didática na instrução aérea

Segundo Libâneo (1990), a didática é o campo de estudo dedicado à análise e a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem, bem como à busca do desenvolvimento de estratégias e metodologias, com o objetivo de facilitar e promover a aprendizagem dos alunos. Ainda sobre a ótica do ensino, destacam-se os conceitos de aprendizagem significativa e experiencial, essenciais para a construção de conhecimento de forma fácil e duradoura.

Aprendizagem significativa é citada por Ausubel (2000) como sendo a aprendizagem advinda da ressignificação de um conhecimento prévio. Ou seja, da capacidade de uma pessoa construir conexões claras e relevantes entre uma informação nova e outra já adquirida anteriormente.

Já a aprendizagem experiencial é definida por Kolb (2015) como sendo um processo de aprendizagem baseado em experiências vivenciadas pelo indivíduo, que servirão como base para criação de pensamento crítico após análise,

comparação e revisão do conteúdo, tendo como principal benefício obter um aprendizado mais significativo e memorável.

Nesse contexto, a utilização do simulador de voo na formação inicial dos pilotos vai ao encontro dos preceitos da didática e das aprendizagens significativa e experiencial, uma vez que as ferramentas de ensino disponíveis ajudam a explicar a teoria aprendida em sala de aula, sendo possível vivenciá-las na prática de forma simples e interativa.

Quanto ao treinamento simulado, o CTS dispõe de profissionais de alta capacidade técnica para realização de testes de desempenho na plataforma ou esclarecimentos de eventuais dúvidas, além de diversas facilidades que contribuem para uma boa instrução e consequente construção de conhecimento pelo aluno.

Antes do voo, os pilotos utilizam salas de *briefing* com painéis da cabine do helicóptero, em tamanho real, que favorecem a mentalização dos procedimentos e operam do *Virtual Cockpit Procedures Trainer (VCPT)*, *software* desenvolvido pela Empresa Fabricante *Airbus* que contém representações visuais da sequência dos procedimentos a serem utilizados em cada tipo de emergência.

Durante o voo, é possível treinar diferentes cenários meteorológicos e locais de pouso, gravar todo o perfil de voo, bem como pausar o voo a qualquer momento, com possibilidade de reposicionamento a aeronave, se necessário, facilitando o processo de *feedback*, permitindo a repetição do exercício até a excelência, de forma ágil. Essa ferramenta contribui para a exposição, compreensão e correção, em tempo real, de possíveis erros cometidos pelo instruendo.

Após o término do voo, a tripulação segue para uma sala de *debriefing*, onde o voo gravado pode ser projetado em uma tela, com visualização do perfil e de todos os parâmetros de voo. Nesse momento, serão elucidados possíveis erros não compreendidos pelos pilotos durante a instrução, bem como serão apontados os pontos que necessitam ser aperfeiçoados para o voo seguinte.

Ainda sob o ponto de vista da instrução, ao comparar os níveis de estresse e pressão vivenciados pelo aluno em um voo real *versus* voo de simulador, nota-se que o instruendo treinará, na simulação, com menor nível de estresse, atuando em ambiente climatizado, ergonômico, sem a interferência de outras aeronaves compartilhando o mesmo circuito de tráfego e imune aos riscos de colisão com pássaros ou qualquer outro tipo de acidente.

De acordo com Lima e Soares (2019), o estresse e a tensão são fatores determinantes para a dificuldade de concentração e foco, interferindo diretamente no desempenho da aprendizagem de adultos. Logo, sem as preocupações do voo real, o piloto estará mais predisposto a aprender e a massificar os conhecimentos.

Portanto, corrobora-se que o uso do simulador na formação inicial permitirá uma aprendizagem ampliada por ferramentas didáticas, contribuindo para um maior ganho operacional, conduzindo o piloto a uma construção de conhecimento através de experiências práticas, desenvolvendo competências para um voo eficiente.

## **2.2 Aumento da Segurança de voo através do aperfeiçoamento da formação**

Matsuura (1995) aponta que os simuladores dispõem de diversos benefícios, dentre eles: o aumento da segurança das operações e a redução de custos operacionais. O primeiro se deve a possibilidade de expor o voo simulado a perigos que, por precaução, não são treinados no voo real, como por exemplo a simulação de uma pane no motor. O segundo está relacionado ao baixo custo de utilização quando comparado ao voo real.

De acordo com Caro (1973 apud ALLERTON, 2009), o benefício evidente de se treinar em um simulador de voo é que o tempo de treinamento gasto em um simulador pode substituir o tempo de voo gasto em uma aeronave. Nos simuladores modernos, é possível reproduzir uma mesma missão sem perdas operacionais.

Sob o aspecto financeiro, é possível substituir uma hora de voo real da aeronave H-36 por aproximadamente cinco horas de simulador de voo. Portanto, o remanejamento financeiro de algumas horas de voo para utilização em simulador permite uma maximização do treinamento sem custos adicionais ao orçamento da União.

A Formação Básica da aeronave H-36 contempla diversas missões de treinamento que perfazem, em média, 15:30 horas de voo para o tripulante ser declarado piloto básico. Como forma de exemplificar, se fossem remanejadas apenas cinco horas de voo do total supracitado, utilizando o fator de multiplicação (1:5), ficariam disponíveis vinte e cinco horas de simulador, que poderiam ser divididas da seguinte forma: cinco horas para realizar o mesmo treinamento previsto para ser feito na aeronave, doze horas para treinamento de emergências, sobrando ainda oito horas para complementar a formação inicial.

Como resultado, o acréscimo de horas aperfeiçoaria a formação inicial, com a inclusão do treinamento de emergências e outras missões específicas, possibilitando a construção de novas experiências e aquisição de Consciência Situacional, com a finalidade de garantir um ganho na segurança operacional.

Consciência Situacional (CS) é definida por Endsley e Garland (2000), como uma junção de três fatores, sendo o primeiro a habilidade de percepção dos elementos de um ambiente, seguido de uma correta compreensão desses elementos, bem como da capacidade de projeção desses elementos em um futuro próximo. Possuir Consciência Situacional é fundamental para realização de um voo seguro. Dessa forma, um incremento de horas de simulador na formação básica auxiliará na construção de experiência, aumentando os níveis de CS para uma tomada de decisão acertada.

A filosofia da segurança de voo prega a necessidade de equilíbrio entre os três fatores envolvidos com a atividade aérea: a máquina, o meio e o homem. A máquina relaciona a aeronave e suas perfeitas condições de voo. O meio engloba todo o ambiente operacional e condições climáticas durante a atividade aérea. Já o homem associa os fatores fisiológicos e psicológicos do ser humano. Após análise dos acidentes aéreos mais recentes, fica evidente que o elemento mais vulnerável e que mais contribuiu para a ocorrência de desastres foi o Fator Humano.

Segundo Castro (2019), os treinamentos em simulador objetivam preparar o piloto para atuar de forma mais padronizada possível, visando a redução de erro humano em meio a um procedimento de emergência.

Para reduzir a vulnerabilidade do fator humano durante uma emergência, diversos processos foram aperfeiçoados, como a criação de *checklists* de emergências, que são uma sequência lógica de procedimentos pré-determinados por profissionais experientes para cada tipo de pane, visando padronizar a atitude do piloto frente a uma emergência em voo. Porém, apenas em um simulador de voo, um piloto pode experienciar, com segurança, uma visualização prática de uma pane, podendo treinar e estar preparado para diversas situações críticas.

Diante do exposto, evidencia-se a necessidade de utilizar o simulador de voo na formação básica dos pilotos de H-36 como forma de incrementar a segurança nas operações aéreas, por meio do desenvolvimento de consciência situacional que melhora a tomada de decisão, visando a redução do erro humano, para a realização de voos seguros e eficientes, por todo território nacional.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O recebimento das modernas aeronaves H-36 Caracal revolucionou a aviação de helicóptero do Brasil, com capacidades que ampliaram o escopo de operações e tecnologias que elevaram o país no quesito operacionalidade. Para isso, os pilotos precisam se adequar à nova realidade em busca de novos conhecimentos e desenvolvimento de competências necessárias ao voo eficiente, enquanto envolvidos em um cenário de restrições orçamentárias que impede o acréscimo de horas de voo na aeronave para maior treinamento prático.

Ao longo do ensaio foram expostos os benefícios do uso do simulador de voo na atividade aérea, através de ferramentas essenciais para a formação dos pilotos, permitindo o desenvolvimento de uma aprendizagem mais fácil e duradoura. Dessa forma, o presente ensaio defendeu que a utilização do simulador de voo na formação básica do piloto de H-36 garante uma maior eficiência operacional nos Esquadrões que utilizam o projeto.

Para isso, foram apontadas as funcionalidades do simulador de voo que favorecem a didática da instrução de voo e o aprendizado, de modo a contribuir para uma melhora na qualidade do processo de ensino na formação inicial.

Em seguida, foi correlacionada a aplicação do simulador de voo com o aumento da segurança das operações aéreas, através do desenvolvimento de consciência situacional dos pilotos, para melhora do processo decisório e diminuição do erro humano.

Diante do exposto, a utilização do simulador de voo na formação básica dos pilotos de H-36 mostra-se bem adequada e necessária, sendo capaz de garantir uma instrução de maior qualidade, bem como um voo mais seguro, resultando assim, em um destacado ganho operacional para os operadores do projeto H-36.

Adicionalmente, o uso do simulador de voo na formação básica dos pilotos pode ser aplicado para todos os operadores da aeronave H-36 Caracal, bem como ser estendido para os demais projetos das diversas aviações da FAB, de modo a aperfeiçoar seus respectivos processos de ensino e incrementar a segurança de voo das Unidades Aéreas, colaborando para uma Força Aérea mais operacional e eficiente, com o objetivo de assegurar o sucesso no cumprimento das missões de interesse nacional, em busca da garantia e da manutenção da soberania do espaço aéreo brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ALLERTON, D. **Principles of Flight Simulation**. Chichester: Wiley, 2009.

ANAC. **Requisitos para qualificação e uso de dispositivos de treinamento para simulação de voo**. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 60, emenda nº 00. Agência Nacional de Aviação Civil, 2020. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-60/@@display-file/arquivo\\_norma/RBAC60EMD00.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-60/@@display-file/arquivo_norma/RBAC60EMD00.pdf). Acesso em: 25 fev. 2023.

AUSUBEL, D. P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000.

CASTRO, W. M. **Importância do Treinamento de Pilotos Profissionais para a Segurança de Voos nas Linhas Aéreas**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8353/1/monografia%20winder%28.06.2019.pdf>. Acesso em: 25 fev.2023.

ENDSLEY, M. R.; GARLAND, D. J. **Situation Awareness Analysis and Measurement**. Mahwah: LEA, 2000.

KOLB, D. A. **Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development**. 2nd. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc, 2015.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1990.

LIMA, C. F.; SOARES, A. J. C. Estresse, atenção e efeitos na aprendizagem de adultos: dados da literatura. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 14, n. 31, p. 235-253, set./dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20500/rce.v14i31.24007>. Acesso em: 01 mar. 2023.

MATSUURA, J. P. **Aplicação dos Simuladores de Voo no Desenvolvimento e Avaliação de Aeronaves e Periféricos**. 1995. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia da Computação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1995. Disponível em: <http://www.ele.ita.br/~jackson/files/tg.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023.