

A MODERNIZAÇÃO DA AERONAVE T-27 TUCANO: INFLUÊNCIA NA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL DOS CADETES AVIADORES DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA

MODERNIZING THE T-27 TUCANO AIRCRAFT: INFLUENCE ON THE SITUATIONAL AWARENESS OF AIR FORCE ACADEMY CADETS

Luca Galvão Demori¹

Fernando Ribeiro Neves da Costa²

Rennan Rodrigues de Souza Melo³

RESUMO

O objetivo deste trabalho é compreender como a modernização da aeronave Embraer EMB-312 Tucano (T-27), principalmente com a implementação do *Primary Flight Display* (PFD) e do *Multi-function Display* (MFD), influencia o cognitivo do cadete aviador da Força Aérea Brasileira em relação a sua consciência situacional. Caracteriza-se de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa. A partir da análise do projeto, foi possível perceber o quanto o uso dos novos instrumentos afeta a capacidade cognitiva. Propõe-se a familiarização do futuro oficial com dispositivos implementados na maioria das aeronaves, a fim de promover significativas melhoras técnicas e não técnicas ao longo da carreira. Ademais, pode-se afirmar que a modernização, além de permitir um melhor desempenho, é fundamental, também, para a segurança operacional e eficiência das operações, visto que agiliza a tomada de decisões. Ao finalizar o trabalho, pode-se concluir que a modernização da instrução aérea dos cadetes com a automação dos instrumentos gera influências positivas ao longo da formação.

Palavras-chave: Modernização; Instrução Aérea; Cadetes; Consciência Situacional.

¹ Cadete Aviador(a) do 4º Esquadrão (Árion, 2024).

² Capitão Fernando Ribeiro Neves da Costa. Graduação no Curso de Formação de Oficiais Aviadores e Bacharelado em Ciências Aeronáuticas com habilitação em Aviação Militar pela Academia da Força Aérea (AFA) em 2012. Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise do Ambiente Eletromagnético no Instituto de Tecnologia da Aeronáutica (ITA) em 2017. Possui cursos operacionais voltados para a área de inteligência, guerra eletrônica e emprego D'armas. Possui cursos na área de gestão de processos e da qualidade.

E-mail: fernandocostafrnc@fab.mil.br.

³ Capitão Aviador Rennan Rodrigues de Souza Melo. Graduação no Curso de Formação de Oficiais Aviadores e Bacharelado em Ciências Aeronáuticas com habilitação em Aviação Militar pela Academia da Força Aérea (AFA) em 2012. Pós-graduação *Lato Sensu* em Direito Administrativo. Cursando *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Humano Operacional. Cursos na aérea de Segurança de Voo e Segurança do Controle do Espaço Aéreo Brasileiro.

E-mail: rennanr13@gmail.com.

ABSTRACT

The objective of this work includes the modernization of the Embraer EMB-312 Tucano (T-27) aircraft, mainly through the implementation of the Primary Flight Display (PFD) and the Multi-function Display (MFD), the cognitive influence of the Brazilian Air Force cadet aviator on their situational awareness. Characterization of a fishing farm with a qualitative approach. From the project analysis, it is possible to understand the quantity or use of our new instruments to have cognitive capacity. It is proposed to familiarize future officers with the devices implemented in the main aircraft, to promote new technologies and significant non-technical ones throughout their career. However, we can say that modernization, even if it allows for better performance, is also essential for operational safety and efficiency of operations, as it speeds up decision-making. Upon completion of the work, it can be concluded that the modernization of cadets' aerial instruction with the automation of instruments generates positive influences throughout the mission.

Keywords: Modernization; Flight Instruction; Cadets; Situational Awareness.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, a aviação iniciou um processo contínuo de evolução, visando aprimorar o controle da aeronave e seus equipamentos de voo. Isso foi impulsionado pela necessidade de melhorar tanto o desempenho da aeronave quanto às habilidades de pilotagem dos pilotos (Lemos, 2012). A implementação de sistemas digitais refere-se a equipamentos tecnológicos destinados a integrar a maioria das aeronaves ao longo do tempo e a melhorar procedimentos específicos, permitindo um crescimento contínuo (Ribeiro, 2008).

A Academia da Força Aérea (AFA), localizada em Pirassununga, São Paulo, é uma Organização Militar subordinada ao Comando da Aeronáutica (COMAER). Sua missão é formar os futuros Oficiais da Força Aérea Brasileira (FAB) em três áreas distintas: Intendência, Aviação e Infantaria. O período de formação compreende quatro anos, durante os quais são ministradas aulas teóricas e práticas específicas para cada área (Brasil, 2023, p.13).

Na área de aviação, os cadetes aviadores recebem instruções voltadas para a aptidão militar em relação ao voo, com aulas práticas ocorrendo no segundo e quarto ano de formação. Essas instruções são realizadas no 2º e 1º Esquadrão de Instrução Aérea (EIA), respectivamente. A instrução aérea na AFA é realizada utilizando a aeronave T-25 no 2º EIA e a aeronave T-27 no 1º EIA. Esta última, além de oferecer melhor desempenho e potência, conta com avanços tecnológicos em seus instrumentos e a utilização de simuladores modernos (Gonçalves, 2018, p.26).

Com o objetivo de aprimorar a formação e capacitação dos novos pilotos, a FAB continua investindo em inovações para o curso, visando o aprimoramento profissional e tecnológico. A partir de 2022, a introdução da aeronave modelo Embraer 312 (T-27) na instrução do 1ª EIA representou uma modernização significativa, especialmente nos sistemas de instrumentação, essenciais para a instrução e pilotagem. O propósito é adaptar os futuros pilotos e reduzir o uso de ferramentas obsoletas presentes em aeronaves convencionais (Gonçalves, 2018, p.28-30).

A necessidade de modernização mencionada anteriormente, visando acompanhar os avanços tecnológicos, decorre da previsão de operação de uma quantidade significativa de aeronaves modernizadas ao longo da carreira dos pilotos (Souza, 2021, p.15-16). Nesse contexto, são fundamentais os simuladores que auxiliam na instrução, proporcionando uma experiência realista, o que contribui para uma formação eficiente e contemporânea (Gonçalves, 2018, p.23-25).

A modernização do painel de instrumentos, realizada por meio da introdução do Glass Cockpit, componente que incorpora os instrumentos de voo em displays eletrônicos, resultou em melhor desempenho e eficiência dos sistemas (Cavichioli, 2023, p.8). Além disso, proporciona aos pilotos uma quantidade e qualidade superiores de informações. Esse display eletrônico inclui equipamentos como o Primary Flight Display (PFD) e o Multi-function Display (MFD), os quais são essenciais para a condução do voo, fornece informações e oferece uma visão ampla de funções suplementares (Souza, 2021, p.6).

A automação das aeronaves segundo Billings (1997) foi elaborada para melhorar a segurança de voo e minimizar os erros humanos ao passo que visa reduzir a carga de trabalho dos pilotos. De acordo com Afonso (2019) o avanço tecnológico é inevitável, e na aviação ele se encontra bastante evidente pois gera grandes benefícios e deixa o voo cada vez mais seguro, é muito importante a pesquisa e a busca por melhorias nos sistemas das aeronaves.

É crucial ressaltar que, embora essa inovação contribua para monitorar e controlar a aeronave de maneira segura e eficiente, ela também resulta na redução da carga de trabalho dos pilotos e, conseqüentemente, na diminuição de certas capacidades cognitivas. Isso ocorre devido à multiplicidade de informações ou à alta confiança no sistema (Billings, 1997).

É inegável que tais inovações nas aeronaves não eliminam completamente a possibilidade de erro humano (Abreu Jr, 2008). Por conseguinte, a necessidade de treinamento em simuladores torna-se essencial diante da automação dos instrumentos aeronáuticos. Essa preparação proporciona aos pilotos um melhor entendimento dos sistemas com os quais irão operar (Lacerda; Lopes, 2006).

Endsley (1996), confirma que a consciência situacional é a percepção dos elementos de um determinado meio existente, e está diretamente ligada à automação, pois o indivíduo ao realizar um papel mais passivo de atuação gera uma queda no nível de atenção sobre algum comando. Em um dos seus estudos ela relaciona que o principal problema se deve ao deficiente monitoramento das informações transmitidas pelos sistemas automatizados, visto que ao aumentar consideravelmente a complexidade dos sistemas, o volume de informações e o número de tarefas, a equipe pode sofrer com análises errôneas ou incompletas, mesmo se tratando de um projeto com o objetivo de minimizar os erros humanos.

Além disso, neste contexto de modernização e aviação estreitamente relacionadas, é evidente que o maior desafio para os pilotos é a adaptação a um novo sistema. A familiaridade com uma rotina estabelecida pode gerar desafios e incertezas para todos os envolvidos. No entanto, as mudanças que ocorrem geralmente trazem vantagens e benefícios significativos, especialmente no setor da aviação (Brotto, 2021).

O presente estudo aborda a evolução contínua e o desenvolvimento de inovações na aviação, a preocupação da FAB em atualizar suas aeronaves para a formação dos futuros pilotos, a importância do estudo e treinamento devido aos efeitos positivos e negativos da automação das aeronaves, bem como o impacto na capacidade situacional quando ocorre uma nova adaptação de uma determinada sistemática. Surge, então, a seguinte questão: **qual é o impacto que a modernização da aeronave T-27 pode ter na consciência situacional do cadete aviador da FAB?**

A escolha deste tema é justificada pela sua relevância na formação dos cadetes e dos futuros oficiais da FAB. Nos dias atuais, a automação e modernização das aeronaves são cada vez mais comuns, levando a uma tendência de assumirem os voos e, conseqüentemente, reduzirem o papel dos pilotos como gerenciadores. Diante desse cenário, torna-se crucial analisar como essa evolução tecnológica afeta a consciência situacional da tripulação, visto que pode tanto comprometer quanto aprimorar a segurança e preparação dos voos.

O objetivo geral do trabalho é compreender como a modernização da aeronave Embraer EMB-312 Tucano (T-27), principalmente com a implementação do PFD e MFD, influencia o cognitivo do cadete aviador da FAB em relação a sua consciência situacional. Para uma melhor compreensão do projeto como um todo, foram desenvolvidos determinados objetivos específicos (OE):

OE1: mostrar a nova aviônica do T-27M em relação ao Garmin G-600, GTN-650 Xi e GI-275, e compará-la com o modelo convencional para dimensionar a necessidade de adequação aos novos sistemas e preparo das missões;

OE2: identificar a consciência situacional assim como seus níveis e o quanto é afetada em relação à automação dos sistemas aviônicos;

OE3: correlacionar os impactos da consciência situacional com a preparação dos cadetes para o voo.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 EVOLUÇÃO

Para Hollnagel e Woods (2006), durante esse período de evolução como os dias de hoje, a utilização segura das novas tecnologias de gerenciamento do voo necessita da interação homem-máquina eficiente. O aumento da automação e o seu emprego nos diversos sistemas de operação proporcionam a transferência de atividades de natureza física para atividades cada vez mais mentais, isto é, a preparação se torna cada vez mais necessária para a operabilidade de máquinas modernas. A inadequada adaptação aos sistemas automatizados pode ser um desafio e levar a erros inaceitáveis, o que poderia acarretar um grande problema a segurança.

O surgimento dos componentes PFD e MFD, através da implementação do *glass cockpit*, tela de *Liquid Crystal Display* (LCD) localizada na cabine de comando, tiveram como objetivo reduzir algumas tarefas da tripulação e fornecer informações necessárias para o piloto. Além disso, é fundamental perceber que nos dias de hoje essa tecnologia vem sendo introduzida nas aeronaves e que as fabricantes estão antecipando a necessidade de fornecer treinamento específico para os pilotos em transição de aeronaves convencionais para aquelas com telas de voo digitais, visto que são instrumentos que afetam a consciência situacional e o controle cognitivo dos pilotos (NTSB, 2010).

Todo exercício e técnica exigida pode ser fornecida por um simulador de voo, que por sua vez proporcionará a experiência de um ambiente real para o piloto. Ademais, pode consistir em infinitas possibilidades de treino, desde reposicionar a aeronave em qualquer situação até qualquer outro tipo de configuração. Desse modo, entende-se que o preparo pode ser obtido por meio de simuladores proporcionando a melhor capacitação (Lee, 2005).

O estudo intitulado “*Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft*” elaborado pelo *National Transportation Safety Board* (NTSB) foi traduzido pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) em vista que foi observado o mesmo cenário na aviação geral brasileira, a transição da operação de aeronaves com cabines convencionais para cabines *glass cockpits*. A importância é de investigar se essa mudança resultou em melhorias na segurança e de avaliar recursos e requisitos para esta nova tecnologia (Cenipa, 2018).

1.2 MODERNIZAÇÃO

A modernização do T-27 Tucano representa um marco significativo para a FAB, traz uma série de vantagens que impactam diretamente na formação dos futuros pilotos. O benefício de propor o contato direto dos cadetes com a tecnologia que utilizarão em suas futuras missões é indiscutível (Brasil, 2021). A aeronave EMB-312 (T-27) conhecida como Tucano, na AFA é uma aeronave apenas para treinamento, possui capacidade de 2 pilotos, um na nacele traseira e um na nacele dianteira (tipo tandem).

O EMB-312 é uma aeronave monomotor, asa baixa, de construção inteiramente metálica, com capacidade para dois ocupantes. Destina-se, basicamente, às missões de treinamento e ataque. Toda a estrutura da aeronave é do tipo semi monocoque, com revestimento trabalhante (Embraer, 2021, p. 1-1).

O T-27 possuía um sistema ultrapassado não condizente a uma Força Aérea Moderna. Dessa forma, ele foi modernizado com a visão de um futuro moderno e eficiente. A transição do modelo convencional para o modelo modernizado resultou na substituição de determinados sistemas e instrumentos, tais como de indicação do motor, altímetro, velocímetro, horizontes artificiais, indicadores de curva, indicador de velocidade vertical e bússolas por um Garmin G-600, GTN-650 Xi e GI-275. A figura abaixo mostra essa diferença entre o painel do modelo convencional (instrumentos analógicos) e o painel do modelo modernizado com o sistema *Glass Cockpit* (Souza, 2021, p.6).



Figura 1 Painel de instrumentos do modelo convencional (analógico)
Fonte: Caiafa, 2018.



Figura 2 Painel de instrumentos do modelo modernizado (*glass cockpit*)
Fonte: Força Aérea Brasileira, 2021.

1.2.1 G600

Equipado com o Garmin GDU 1060, possui uma tela de 10,6 polegadas dividida em três seções distintas, cada uma com funções específicas. O *Engine Indicator System* (EIS) localizado à direita da tela fornece informações precisas sobre o funcionamento do motor permitindo que os pilotos monitorem o desempenho do motor em tempo real e tomem decisões precisas; o PFD localizado no centro apresenta o “*Six Pack*” que é um conjunto de instrumentos básicos de voo que facilita a leitura e interpretação das informações de voo reduzindo a carga de trabalho dos pilotos; e o MFD localizado a esquerda que apresenta informações complementares ao voo (Garmin, 2019, p. 30-35).



Figura 3 Garmin G600
 Fonte: Elaboração própria.⁴

1.2.2 GTN-650 Xi:

É um componente crucial do projeto como um todo, ele integra as funções de navegação e comunicação da aeronave, oferecendo aos pilotos uma experiência de voo mais segura e eficiente. Em relação a suas funcionalidades ele promove precisão e flexibilidade em rotas, e permite a inserção rápida, otimizada e fácil de frequências e códigos de transponder durante o voo. Possui uma interface similar ao GDU 1060, utilizando knobs ou touchscreen para sua operação (Garmin, 2020, p. 3-2).



Figura 4 Garmin GTN-650 Xi
 Fonte: Elaboração própria.

⁴ As imagens foram capturadas nos programas de simuladores fornecidos pela Garmin para fins de treinamento. Esta representação oferece uma visualização mais abrangente e precisa das funcionalidades e capacidades dos equipamentos em questão.

1.2.3 GI-275:

É um *Multifunction Instrument* (MFI) que complementa o sistema *glass cockpit*. Ele oferece diversas funcionalidades que garantem a segurança e redundância em caso de falhas nos outros sistemas citados acima. O fato de servir como um backup promove confiança e garante aos pilotos confiança necessária para realizar as missões (Garmin, 2020, p. 1-5).



Figura 5 Garmin GI-275
Fonte: Garmin, 2024.

Conforme dito acima percebe-se que os cadetes possuem muitos recursos disponíveis após a modernização, é importante ressaltar que durante as missões de navegação por instrumentos os pilotos necessitam interpretar as informações dos instrumentos da aeronave para ter a capacidade de pilotar e demonstrar suas habilidades previstas. Durante essa fase, o manuseio desses sistemas é mais amplo e exige maior treinamento e preparo, a navegação em rota e os procedimentos de aproximação são altamente influenciados, uma vez que na aeronave modernizada é possível criar planos de voo, adicionar pontos na rota, definir determinados procedimentos e visualizar o radar no próprio instrumento, o que antes, com o modelo convencional não era possível pelo fato dos instrumentos serem analógicos.

1.3 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

De acordo com Moacdieh, Prinet e Sarter (2013) através de um estudo realizado sobre os efeitos da modernização dos sistemas aviônicos em relação a performance do voo, mostra que existe uma significativa influência, que é o aumento do tempo de resposta aos alertas devido a imensa dimensão de informações mostradas durante as fases de alta carga de trabalho. Além disso,

é importante ressaltar que para a realização dessa análise feita no estudo houve a utilização de um simulador de voo de base fixa, semelhante ao *cockpit* de uma aeronave modernizada.

Endsley (1999) afirma que a automação age diretamente no cognitivo dos operadores por meio de mecanismos que proporcionam mudanças na vigilância e monitoramento das tarefas, na operacionalidade e na qualidade de operação. Embora seja útil, impacta a consciência situacional de diversas maneiras. Ela pode levar à complacência, tornar o operador passivo e alterar o feedback, dificultando a vigilância, a compreensão e a projeção da situação. Além disso, a dificuldade em manter múltiplos objetivos na memória e a automação de tarefas habituais podem agravar o problema. Para minimizar os riscos e aproveitar os benefícios da automação, é essencial investir em treinamento, interfaces eficazes e cultura de segurança. Tudo isso é fundamental para a futura tomada de decisão e para o controle eficaz da operação. Em sua teoria, ela divide a consciência situacional em três aspectos, tais como projeção, compreensão e percepção, essa que por sua vez é a mais relacionada com os níveis de acidente.

Percepção – refere-se à monitoração, a detecção de evidências e o reconhecimento básico; geralmente conhecida como o nível 1 da consciência situacional. (objetos, eventos, gente, sistemas, fatores ambientais) e seus estados presentes (localização, condições, modos, ações). Compreensão – refere-se à habilidade de compreender os dados e o reconhecimento de padrões, a interpretação e sua avaliação; gera o que se denomina de nível 2 da consciência situacional. Seu resultado é um entendimento do significado global dos elementos percebidos – como se 6 ajustam todos em uma peça global, em que tipo de situações ocorrem e o que significam em termos de objetivo da missão.

Projeção – envolve a antecipação e a simulação mental; gera-se no nível 3 da consciência situacional, uma consciência de como se ajusta a missão às expectativas e às planificações prévias, de forma a averiguar quais são os elementos e estados prováveis. É o nível mais alto da consciência situacional. (Endsley, 1999, p.259):

Segundo Henriqson (2009) a consciência situacional é a habilidade de um indivíduo estar consciente do ambiente ao seu redor, identificar possíveis perigos e compreender suas implicações. Essa habilidade exerce uma forte influência na capacidade cognitiva dos pilotos; portanto, analisar esse efeito é fundamental para identificar e aprimorar as tomadas de decisão necessárias. Na aviação, essa competência é crucial, pois permite que a tripulação responda de forma eficiente a situações imprevistas. Além disso, a automação tem sido eficaz em fornecer informações básicas sobre os sistemas da aeronave e pode auxiliar na localização da mesma no mapa, facilitando a consciência situacional.

No entanto, no contexto das instruções do 1º EIA, é crucial evitar uma redução no nível de percepção da consciência situacional dos pilotos devido à automação da aeronave T-27. Essa diminuição pode ser atribuída a um monitoramento deficiente das informações, o que pode resultar em falhas na detecção e interpretação dos dados fornecidos pelos sistemas automatizados, comprometendo a percepção do ambiente de voo. Além disso, a confiança excessiva na automação pode diminuir a vigilância e a capacidade de resposta a eventos inesperados. Fatores como estresse e fadiga também podem aumentar o risco de perda da consciência situacional, gerando ansiedade, dificuldade de concentração e diminuição da capacidade de manter a vigilância e responder adequadamente.

Segundo Reason (1995), essas falhas humanas representam a principal ameaça à segurança de sistemas complexos, essa situação se origina de uma série de causas interligadas, onde os fatores são considerados os mais desafiadores de gerenciar devido às extremas dificuldades de controlá-lo. No entanto, existe uma medida que pode ser tomada para minimizar esses efeitos que é o treinamento, o preparo adequado pode ajudar os profissionais a desenvolver habilidades mentais e técnicas.

Depender dos sistemas automatizados, pode perder a prontidão para reagir rapidamente a situações anormais ou de emergência. Isso pode ser especialmente perigoso quando os sistemas automatizados falham, deixando os pilotos despreparados para assumir o controle manual da aeronave.

Por outro lado, se os pilotos confiam exclusivamente em suas habilidades manuais, podem não aproveitar as vantagens oferecidas pela automação em situações onde ela seria mais eficaz, como em condições de baixa visibilidade ou durante longos períodos de voo monótono.

Encontrar um equilíbrio entre o uso da automação e a manutenção das habilidades manuais, garante que os pilotos estejam sempre preparados para assumir o controle total da aeronave, se necessário, enquanto ainda aproveitam os benefícios da tecnologia disponível. Ribeiro (2008), explora essa questão da seguinte maneira:

[...] Se os pilotos utilizarem muito a automação, ou, por outro lado, se somente mantiverem as habilidades manuais, estes dois cenários antagônicos podem gerar problemas de pilotagem em duas situações distintas: falha dos sistemas automatizados ou ocasiões em que é mais apropriado voar manualmente. Portanto, o treinamento deverá capacitar os pilotos a voar em situações adversas, utilizando tanto o automatismo como atuando manualmente nos controles da aeronave, estando apto a conduzir o voo de maneira segura. Pilotos que confiam excessivamente em seus computadores tendem a tornar-se mais complacentes em

suas atitudes e reações. Quando algo anormal acontece, não estando em um estado de alerta situacional adequado para lidar com a situação rapidamente, pode relaxar no seu estado de vigilância.

Os benefícios trazidos, principalmente, para a segurança na aviação são inegáveis. No entanto, a perda de habilidade e a redução da consciência situacional é uma consequência dos sistemas automáticos, pois leva o piloto a confiar excessivamente nos instrumentos, caso apresente alguma falha o operador pode não estar preparado para assumir o controle da máquina devido ao longo período que passa pouco concentrado na cabine (Wise,1999). Endsley (1996, p.03, tradução nossa) aborda este problema da seguinte forma:

A complacência, gerada pelo excesso de confiança, é um importante fator associado com a falta de vigilância no monitoramento da automação. A complacência tem sido atribuída à tendência do operador humano em depositar muita confiança no sistema automatizado. [...] Associado a esta confiança, no entanto, os operadores podem optar por negligenciar os sistemas automatizados e os parâmetros de voo supervisionados por eles, em favor de outras tarefas, através do desvio de sua atenção.

1.4 PREPARO PARA O VOO

Em seu livro "Automation and Situation Awareness", Mica R. Endsley enfatiza que o preparo técnico e teórico assume uma importância fundamental enquanto componente da consciência situacional e da tomada de decisão eficaz em ambientes complexos e dinâmicos. Além disso, ela ressalta que neste contexto de avanço, onde as aeronaves estão equipadas com sistemas altamente avançados e funções cruciais para o controle do voo, torna-se evidente que a falta de treinamento e estudo pode resultar na perda de habilidades cognitivas pelo piloto, anulando os benefícios almejados pelo projeto e tornando o voo menos seguro.

Após a recente modernização da aeronave T-27 Tucano, foi noticiado a inauguração do simulador T-4000 para treinamento, a possibilidade de desenvolver uma melhora na instrução e de permitir aos cadetes a total interação com o painel permite que seja possível realizar procedimentos de maneira realista e busquem treinar a consciência situacional. Essa modernização é uma consequência dos esforços do Comando da Aeronáutica com o objetivo de trazer melhores condições para a formação dos seus futuros líderes (Brasil, 2022).



Figura 6 Simulador T-4000
Fonte: Força Aérea Brasileira (2022).

Durante o curso os cadetes aviadores possuem competências que devem ser desenvolvidas e consolidadas ao longo do tempo (Brasil, 2023). Quando se trata da atividade aérea deve-se entender a dinamização da instrução por meio da relação entre a parte teórica e prática dos estudos, é o caso dos aprontos que por sua vez buscam padronizar os procedimentos e técnicas necessárias para a execução dos exercícios. Com foco nessa metodologia, a intenção é formar o futuro oficial da FAB com habilidades, comportamentos e reflexos altamente desenvolvidos. Sendo assim, para tornar isso possível torna-se relevante conhecer os sistemas remotamente pilotados.

De acordo com Lee (2005), embora a replicação do ambiente físico do voo não seja totalmente semelhante, o simulador cria experiências para o piloto e o estimula capacidades cognitivas, principalmente, no campo da consciência situacional, proporcionando um treinamento valioso. Fornecem informações necessárias para treinar a capacidade de resposta dos tripulantes. Levando para o contexto da instrução no 1^a EIA, é fundamental o seu uso, uma vez que ao cometer um erro em treinamento simulado o leva a evitar cometer o mesmo erro em voo.

2 METODOLOGIA

Para a explicação da metodologia deste trabalho, foi necessário entender algumas informações sobre o processo de modernização das aeronaves T-27 da FAB. Iniciado em 2020, após um trabalho realizado entre o Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo (IPEV) e Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), que por sua vez contribuíram para avaliar a funcionalidade, desempenho e a confiabilidade dos novos sistemas apresentados no *Glass Cockpit*, com base nos regulamentos aeronáuticos e técnicas especializadas. Essa modernização teve como

objetivo contribuir para o nível de formação dos cadetes e futuros oficiais aviadores da FAB. (Brasil, 2022).

Para a realização da pesquisa, que, de acordo com Gil (2019), é classificada como exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema de pesquisa e alcançar um objeto de estudo pouco explorado, foram utilizados estudos dos manuais dos novos equipamentos e artigos que apresentam resultados e informações necessárias para embasar o estudo. Além disso, foram consultados livros e manuais que explicam o efeito e a funcionalidade dos equipamentos introduzidos.

Possui caráter qualitativo pois é fundamentalmente interpretativa, ou seja, através de uma análise preditiva foi possível identificar o problema e tirar conclusões para responder à pergunta de pesquisa do trabalho (Creswell, 2007). No entanto, espera-se a consideração de variáveis relativas ao fato estudado devido a ser um projeto flexível.

Dessa forma, trata-se de uma abordagem metodológica que envolveu uma extensa análise de artigos científicos nas áreas de consciência situacional, inovação e modernização. Essa análise foi conduzida com o objetivo de compreender de que forma a modernização do T-27 poderia influenciar a consciência situacional dos cadetes. Através da revisão crítica desses estudos, foi possível identificar fatores relevantes que forneceram uma base sólida para a formulação de recomendações no contexto do projeto.

3 DISCUSSÕES E ANÁLISES

O presente estudo investigou diversos aspectos relacionados ao impacto da modernização da aeronave T-27 na consciência situacional dos cadetes aviadores da FAB. Iniciou-se com uma contextualização do cenário atual e da crescente necessidade de sistemas mais avançados, dada a constante evolução tecnológica. Surgiu então a proposta de implementar essa automação em toda a Força Aérea, especialmente na AFA, com o propósito de preparar os pilotos do futuro e, por conseguinte, formar os próximos oficiais. Após uma análise da importância de desenvolver suas aeronaves, explorou-se a aplicação prática da modernização dos sistemas da aeronave T-27.

Em primeiro lugar, para atingir o primeiro objetivo específico da pesquisa, que era comparar o modelo tradicional com o modernizado para avaliar a necessidade de adaptação aos sistemas modernos e ao treinamento foram analisadas as características da nova configuração aviônica e como ela se diferencia da antiga, essa análise foi feita demonstrando os instrumentos que

substituem e foram substituídos, até quais recursos foram disponibilizados após a automação da cabine; determinadas funções e ações não eram possíveis de serem feitas com o modelo convencional.

O segundo objetivo específico, que é a análise da consciência situacional, de seus diversos níveis e de sua relação com a automação dos sistemas de aviônicos, foi abordado mediante uma exploração detalhada do conceito de consciência situacional. Este foi definido e examinado, utilizando-se artigos científicos e obras de autores reconhecidos como base de análise. Após a análise dos materiais pertinentes, foi ressaltada a significância da consciência situacional como uma competência fundamental, sendo investigados seus distintos níveis para uma compreensão abrangente e dinâmica, especialmente no contexto da aviação. Os materiais da Mica R. Endsley, engenheira e cientista chefe da Força Aérea dos Estados Unidos, desempenharam um papel crucial ao integrar a consciência situacional com a automação dos sistemas, seus artigos foram fundamentais para a elaboração e fundamentalização desta pesquisa; em um dos seus trabalhos Endsley (1999, p.264, tradução nossa), diz:

A Consciência Situacional pode também, dentre outras coisas, ser afetada pelo uso da automação do processo de informação. A automação pode levar a superação dos limites de atenção, mas pode também deixar o piloto suscetível a esquecer um novo estímulo. [...]. Quando algo é diferente, como por exemplo uma autorização diferente da usual, o piloto pode esquecer isso e acabar executando aquela de habitual. [...]. Um processo automático é vantajoso para prover uma boa performance com o mínimo uso da atenção [...], mas quando usando um processo automatizado o baixo nível de consciência situacional pode causar situações atípicas, diminuindo com isso o tempo de execução e a eficácia.

Ao abordar o terceiro objetivo específico de correlacionar a consciência situacional com a preparação dos cadetes para o voo, constatou-se, por meio das análises realizadas, que enquanto a automação proporciona benefícios e uma segurança indispensável, também pode acarretar efeitos adversos, como a complacência excessiva e a diminuição da concentração dos pilotos em comparação com os métodos anteriores. Esta análise resalta a importância do estudo e da preparação para atenuar os impactos negativos da modernização, conforme inferido ao término do embasamento teórico.

Em relação ao objetivo geral, a modernização da aeronave T-27 através da introdução de novos sistemas aviônicos terá um impacto significativo nos futuros pilotos da FAB, sendo essencial para o treinamento dos cadetes da AFA e para suas carreiras após a formatura. Essas atualizações trazem consigo uma série de benefícios, como a capacidade de realizar tarefas que antes não eram

possíveis com o modelo analógico e recursos que facilitam a interpretação dos parâmetros durante o voo.

No entanto, é importante notar que a automação pode levar os pilotos a confiarem demasiadamente nos sistemas, o que pode se tornar um problema em situações onde ocorra falha dos sistemas automatizados ou em momentos em que é mais adequado voar manualmente. Contudo, com treinamento simulado e estudos apropriados, é possível mitigar esses efeitos negativos e garantir uma transição segura para os novos sistemas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração o que foi apontado neste artigo, percebe-se que os avanços tecnológicos estão sendo cada vez mais comuns nos dias de hoje. As aeronaves modernas, equipadas com sistemas sofisticados oferecem uma melhora indiscutível quando relacionadas a capacidade de pilotagem e de aprendizado. Os sistemas aprimorados afetam significativamente o nível de consciência situacional dos pilotos e da tripulação.

Ao comparar a cabine de um modelo modernizado com um modelo convencional, é evidente que a substituição de vários instrumentos por monitores reflete uma iniciativa para reduzir a carga de trabalho, facilitando assim uma maior concentração durante o voo. Essa reconfiguração dos instrumentos aviônicos é projetada para acompanhar a evolução atual, exigindo não apenas um entendimento teórico e técnico dos instrumentos de fácil operação, mas também uma adaptação eficaz da tripulação. Isso garante que a operação futura dessas aeronaves seja realizada com confiança e eficiência.

Além de simplesmente exibir informações do voo, os sistemas modernizados conseguem auxiliar ativamente os pilotos na interpretação e compreensão do ambiente ao seu redor, a consciência em tempo real capacita os pilotos em novas decisões informadas e a lidarem proativamente com os perigos que possam existir. A integração dos sistemas avançados garantem que os pilotos possam se manter informados e conectados durante todo o voo.

A modernização do T-27, quando acompanhada com o estudo e quando direcionada à capacidade de consciência situacional dos cadetes, futuros oficiais, desenvolverá habilidades essenciais para trabalhar de forma eficaz, compartilhando responsabilidades e tomando decisões importantes, o que será crucial para garantir a segurança e sucesso das operações aéreas.

Embora essa modernização seja um grande passo para a FAB, ela é um desafio significativo para as próximas turmas, visto que a adaptação às novas tecnologias e procedimentos exigirá dedicação e estudo por parte dos cadetes para que possam operar a aeronave com eficiência e segurança. Uma oportunidade única de preparar os novos pilotos para o futuro da aviação e de garantir que estejam prontos para enfrentar diversas situações e aproveitar os benefícios dessa modernização.

Em virtude da importância do tema para a formação dos futuros oficiais, este assunto não se esgota nesta pesquisa, deixando a possibilidade para que outros pesquisadores explorem aspectos que também possam influenciar na consciência situacional, além da modernização. Dessa forma, ao passo que se atingiu o objetivo geral do estudo, entende-se que a abordagem feita neste trabalho não restringe a realização de outras pesquisas futuras que enfatizam fatores diferentes a esta. Uma futura coleta de dados com os tripulantes do 1º-EIA e a realização de uma análise da percepção dos instrutores em relação ao modelo convencional e modernizado em questionários, por exemplo, enriqueceria o trabalho com informações mais quantitativas.

Para futuros trabalhos, seria interessante explorar livros e artigos que relacionem a consciência situacional com a automação, ressaltando a importância do treinamento e da simulação para desenvolver essa habilidade. Além disso, seria válido investigar como características individuais, tais como personalidade e experiência passada, podem influenciar o treinamento e preparo para o voo. Uma área promissora seria analisar como a utilização de tecnologias modernas pode afetar a consciência situacional em contextos militares. Essas sugestões podem ampliar o entendimento sobre o tema e a sua contribuição na formação dos futuros oficiais.

REFERÊNCIAS

ABREU JR, Célio Eugênio de. Automação no cockpit das aeronaves: um precioso auxílio à operação aérea ou um fator de aumento da complexidade no ambiente profissional dos pilotos? **Ação ergonômica**. v. 3, n. 2, 2008.

AFONSO, Lucas Carvalho de Paula. **A influência da modernização dos equipamentos de navegação aérea para a aviação civil**. UNISUL, 2019. 37 p Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina.

BILLINGS, C. E. **Aviation automation**: the search for a human-centered approach. Ohio: Lawrence Erlbaum, 1997.

BRASIL. Academia da Força Aérea. Corpo de Cadetes da Aeronáutica. Doutrina. **Manual do Cadete**. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. FORÇA AÉREA BRASILEIRA: **Aeronave T-27 modernizada chega ao DCTA**. 2022. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/39781/MODERNIZA%C3%A7%C3%A3O%20-%20Aeronave%20T-27%20modernizada%20chega%20ao%20DCTA>. Acesso em: 11 jan. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. FORÇA AÉREA BRASILEIRA: **Aeronave T-27 Tucano modernizada realiza primeiro voo em Minas Gerais**. 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36518/MODERNIZA%C3%A7%C3%A3O%20-%20Aeronave%20T-27%20Tucano%20modernizada%20realiza%20primeiro%20voo%20em%20Minas%20Gerais>. Acesso em: 11 jan. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. FORÇA AÉREA BRASILEIRA. TECNOLOGIA: **AFA inaugura novo Simulador de Voo para instrução de Cadetes Aviadores**. 2022. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/39635/TECNOLOGIA%20-%20AFA%20inaugura%20novo%20Simulador%20de%20Voo%20para%20instru%C3%A7%C3%A3o%20de%20Cadetes%20Aviadores>. Acesso em: 11 jan. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. FORÇA AÉREA BRASILEIRA: **Cerimônia de entrega das aeronaves T-27M acontece na Academia da Força Aérea**. 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38353/MODERNIZADOS%20-%20Cerim%C3%B4nia%20de%20entrega%20das%20aeronaves%20T-27M%20acontece%20na%20Academia%20da%20For%C3%A7a%20A%C3%A9rea>. Acesso em: 11 jan 2024.

BROTTO, Thaiana Filla. **Aprenda a aceitar as mudanças na sua vida**. Psicólogos Berrini. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.psicologosberrini.com.br/blog/aprenda-a-aceitar-as-mudancas-nasua-vida/>.

CAIAFA, Roberto. O cockpit analógico de um T-27 Tucano. **Tecnodefesa**, 2018. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/o-projeto-t-27m-tucano-modernizado/>. Acesso em: 10 ago 2023.

CAVICHIOILLI, Augusto Saciloto. **A influência da modernização do T-27 na capacidade de navegação dos futuros pilotos militares: uma análise sob a óptica estratégica.** 2023. Disponível em: https://redebria.direns.aer.mil.br/index.php?codigo_sophia=91840. Acesso em: 10 jun. 2024.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **Introdução de Displays Eletrônicos Digitais em Aeronaves de Pequeno Porte.** 2018. Disponível em: <http://cesv.cenipa.gov.br/index.php/destaques/377-introducao-de-displayseletronicos-digitais-em-aeronaves-de-pequeno-porte-estudo-traduzido-e-comentado>.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto** / John W. Creswell ; tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2007.

EMBRAER. **Manual de voo avião T-27 EMB-312 Tucano:** São José dos Campos, 2021.

ENDSLEY, M. R. **Automation and situation awareness.** In: Parasuraman, R.; Mouloua, M. Automation and human performance: Theory and applications. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996. p. 163-181.

ENDSLEY, M. R. **Situation awareness in aviation systems.** In: Garland, D. J.; Wise, J. A.; Hopkin, V. D. Handbook of aviation human factors. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999. p. 257-276.

GIL, Antônio Carlos, 1946- **Como elaborar projetos de pesquisa**/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002.

GARMIN. **G500(H)/G600/G700 TXi: Pilot 's Guide.** H ed. Garmin International, 2019. Disponível em: http://static.garmin.com/pumac/190_01717-10_h.pdf. Acesso em: 22 dez 2023.

GARMIN: **GI 275 Attitude Indicator (AI/ADI).** Garmin International, 2024. Disponível em: <https://www.garmin.com/en-US/p/719027>.

GARMIN. **GI 275: Pilot 's Guide.** 1 ed. Garmin International, 2020. Disponível em: https://static.garmin.com/pumac/190-02246-01_h.pdf. Acesso em: 22 dez 2023.

GARMIN. **GTN 6XX/7XX: Part 27 AML STC Maintenance Manual.** 4 ed. Garmin International, 2020. Disponível em: http://static.garmin.com/pumac/190_01007-b1_04.pdf. Acesso em: 22 dez 2023.

GONÇALVES. **Uso de simuladores de voo para a instrução de voo na AFA.** 2018, p.20-30. Pirassununga, SP.

HENRIQSON, E.; CARIM JÚNIOR, G. C.; SAURIN, T. A.; AMARAL, F. G. Consciência situacional, tomada de decisão e modos de controle cognitivo em ambientes complexos. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 433-444, 2009.

LACERDA, E. T.; LOPES, J. R. Universidade de São Paulo. **Avaliação da Carga de Trabalho dos Pilotos em Função de Duração e Horário de Treinamento no Simulador de Voo do Airbus 320.**

LEE, Alfred. **Flight Simulation: virtual environments in aviation**. Surrey: Ashgate, 2005.

LEMOS, Valmir **História da aviação** : livro didático Valmir Lemos ; design instrucional Marina Melhado Gomes da Silva. – Palhoça : UnisulVirtual, 2012.

MOACDIEH, N. M., PRINET, J. C., SARTER, N. B. **Effects of Modern Primary Flight Display Clutter: Evidence from Performance and Eye Tracking Data. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, 2013.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (NTSB). **Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft**. Safety Study. Washington, DC, 2010.

REASON. Understanding adverse events: human factors. **Qual Health Care**. 1995.

RIBEIRO, Elones Fernando. **A formação do piloto de linha aérea : caso varig: o ensino aeronáutico acompanhando a evolução tecnológica**. 2008.

SOUZA, Leonardo Simões de. **Modernização do T-27: desafios e benefícios**. 2021. 020,p.6-16.Pirassununga, SP.

WISE, J. **Handbook of Human Factors**. Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates, 1999.

WOODS, DAVID; HOLLNAGEL, Erik. **Joint cognitive systems**: Patterns in cognitive systems engineering. CRC Press, 2006.