

**A INFLUÊNCIA DO SIMULADOR DE VOO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM
DOS CADETES AVIADORES EM INSTRUÇÃO NO 1º EIA¹**

***THE INFLUENCE OF FLIGHT SIMULATOR ON THE LEARNING PROCESS OF AIR
CADETS IN INSTRUCTION AT 1º EIA***

Marcos Mordechai Previtale Casarini²
Frederico Augusto Martins Gori³

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo analisar a influência do simulador de voo modelo T-4000 no processo de aprendizagem dos cadetes aviadores, durante a fase de Pré-Solo (PS), na aeronave T-27M Tucano. Descreve-se como uma pesquisa quantitativa descritiva, uma vez que realiza comparações e análises estatísticas de dados. Os dados analisados nesse artigo são as notas de voo da fase de PS de quatro turmas de cadetes aviadores, de modo a comparar qual foi a influência após a implementação do simulador. Em adição, foi analisado a quantidade de Relatos de Prevenção (RELPREV's) antes e após a implementação do T-4000, de modo a observar qual foi a influência na quantidade de reportes. Um questionário foi aplicado aos cadetes aviadores da turma Orthrus para avaliar a percepção a respeito do simulador no processo de aprendizagem. Assim, ao final dessa pesquisa, foi possível observar através das medidas de tendência central que as notas de voo permaneceram estáveis entre os grupos analisados, mesmo após a transição de aeronave com painel analógico (T-25 Universal) para o glass cockpit (T-27M), mostrando que o simulador foi capaz de manter o nível de performance dos pilotos. Com relação à percepção dos cadetes, os gráficos demonstraram respostas de caráter positivo em relação ao simulador, apontando para os benefícios no processo de aprendizagem. Por fim, foi observado uma diminuição da quantidade de RELPREV's no que tange ao item preparação para o voo, sinalizando uma possível melhora na operação da aeronave e assimilação da dinâmica de pilotagem. Ao término da pesquisa, interpreta-se que o simulador de voo pode ter atuado de maneira benéfica no processo de aprendizagem, permitindo a manutenção da performance dos pilotos após a transição para o glass cockpit, bem como uma operação mais segura da aeronave.

Palavras-chave: T-4000; Processo de aprendizagem; Pré-Solo.

1 Artigo apresentado para Avaliação Final do Trabalho de Conclusão de Curso, como pré-requisito para a conclusão do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAV) da Academia da Força Aérea de Pirassununga/SP.

2 Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma Orthrus, 2023)

3 Major QOAV. Academia da Força Aérea.

E-mail: augustofamg@fab.mil.br

ABSTRACT

This article aims to analyze the influence of the T-4000 flight simulator on the learning process of aviation cadets during the Pre-Solo (PS) in the T-27M Tucano aircraft. It is described as a descriptive quantitative research, as it performs comparisons and statistical analysis of data. The data analyzed in this article are the flight grades from the PS of four groups of aviation cadets, in order to compare the influence after the implementation of the simulator. In addition, the number of Prevention Reports (RELPREV's) was analyzed before and after the implementation of the T-4000, in order to observe the influence on the quantity of reports. A questionnaire was applied to the aviation cadets of the Orthrus group to evaluate their perception regarding the simulator in the learning process. Thus, at the end of this research, it was possible to observe through measures of central tendency that the flight grades remained stable among the analyzed groups, even after the transition from an analog panel aircraft (T-25 Universal) to the glass cockpit (T-27M), showing that the simulator was able to maintain the pilots' performance level. Regarding the cadets' perception, the graphs showed positive responses regarding the simulator, pointing to the benefits in the learning process. Finally, a decrease in the number of RELPREV's was observed regarding the item "flight preparation," signaling a possible improvement in aircraft operation and assimilation of piloting dynamics. At the end of the research, it is interpreted that the flight simulator may have acted beneficially in the learning process, allowing the maintenance of pilots' performance after the transition to the glass cockpit, as well as a safer aircraft operation.

Key words: T-4000; Learning Process; Pre-Solo.

INTRODUÇÃO

Simuladores de voo, também conhecidos como Flight Simulator Training Devices (FSTD), são sistemas computacionais que reproduzem a experiência de pilotar aeronaves em um ambiente virtual. Esses equipamentos são projetados para oferecer treinamento de voo realista aos pilotos em formação, além de manter os pilotos operacionais atualizados e adestrados em novas tecnologias, procedimentos e práticas de segurança. Eles podem replicar diferentes tipos de aeronaves, além de simular condições climáticas adversas e ambientes complexos.

De acordo com Lacerda Júnior (2016) “o uso do simulador demonstra ser de fundamental importância também no início da aprendizagem, para a assimilação dos conhecimentos teóricos e práticos”. Desse modo, é possível observar a relevância do uso do simulador no processo de aprendizagem, especialmente nas fases iniciais, para a correlação dos conhecimentos teóricos e práticos. Assim, a utilização do simulador pode ser benéfica ao aluno, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos práticos necessários à pilotagem.

Segundo Vieira (2017) “a busca por redução de custos, com a implementação de procedimentos já testados na aviação civil, é um dos caminhos para a eficiência operacional”. Nesse sentido, a abordagem mais promissora no que diz respeito ao aprimoramento dos pilotos da Força Aérea é a instrução em simuladores, haja vista a baixa experiência de pilotagem dos cadetes aviadores que iniciam o curso no 1º EIA e a necessidade da rápida assimilação do conteúdo, para acompanharem a curva de aprendizagem ao longo da instrução aérea.

Conforme Balcerzak e Kostur (2018) os simuladores de voo replicam as características da aeronave com alto grau de fidelidade, oferecendo uma maneira de acelerar o ganho de experiência do piloto, podendo ser mais eficaz do que o treinamento em voo. Como exemplo é possível citar as condições climáticas de vento cruzado e turbulências, além da possibilidade de experimentação de falhas dos sistemas da aeronave, situações que seriam muito arriscadas para praticar em um voo real.

RELPREV é um meio de comunicação voluntário e não punitivo amplamente utilizado na cultura aeronáutica brasileira. Utilizado para reportar as condições de risco para o desempenho das atividades aéreas, permitindo que o responsável pela gestão da segurança operacional da organização tome conhecimento dessas condições. O objetivo é facilitar a adoção de ações mitigadoras, por meio de medidas corretivas adequadas, sendo portanto, uma ferramenta importante para prevenir incidentes e acidentes aéreos (BRASIL, 2016).

O objetivo deste trabalho é verificar a influência do simulador de voo no processo de aprendizagem aplicado à fase de Pré-Solo (PS) no 1º EIA. Para isso, serão desenvolvidos os seguintes objetivos específicos: averiguar, baseado na diferença de médias entre os grupos estudados, se houve ou não uma melhora no que diz respeito à fase de PS; comparar a quantidade de RELPREV's relacionado ao item preparação para o voo antes e após a implementação do T-4000; e identificar, através de um questionário aplicado aos cadetes aviadores da turma Orthrus qual foi o grau de influência do T-4000, segundo a percepção dos cadetes, no processo de aprendizagem ao longo da fase de PS.

Nesse contexto, a partir da análise das notas de voo da fase de PS de quatro turmas de cadetes aviadores, a saber: Astérion (2019), Chronos (2020), Mihos (2021) e Orthurs (2023), é possível julgar se existe alguma influência no desempenho dos cadetes, tanto positivo como negativo, ou seja, se a implementação da instrução simulada causou um aumento ou diminuição das notas. Além disso, foi aplicado um questionário aos cadetes que concluíram com aproveitamento a fase de PS, a fim de quantificar a percepção em relação ao simulador. Por fim, foi analisada a quantidade de RELPREV's relacionado ao item preparo de missão, tendo como objetivo responder ao seguinte questionamento: o uso do simulador de voo utilizado no

1º EIA realmente influencia no processo de aprendizagem dos cadetes no que tange à fase de Pré-Solo na aeronave T-27M?

Na Academia da Força Aérea (AFA) não havia entre os anos de 2019 a 2021 um simulador de voo da aeronave T-27 Tucano capaz de correlacionar o treinamento dos procedimentos de inspeções e cheques com a pilotagem da aeronave. A partir do ano de 2022 foi implementado na instrução o T-4000, um simulador cujos comandos encontrados na nacele possuem correspondência direta com o *software* utilizado, garantindo maior imersão e realidade no treinamento.

A temática dos simuladores de voo é de elevada importância para a AFA tendo em vista os benefícios que a implementação do T-4000 pode trazer aos cadetes, especialmente no que tange à melhoria da instrução, atuando como um facilitador no processo de aprendizagem. Ao atuar diretamente na instrução aérea, os simuladores podem garantir uma atuação mais segura e eficiente na operação das aeronaves, se mostrando de grande relevância para a Força Aérea Brasileira (FAB).

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a evolução tecnológica e o desenvolvimento de simuladores de voo cada vez mais próximos da realidade, diversos autores fizeram pesquisas sobre sua utilidade na formação profissional dos pilotos. Conforme Lacerda Júnior (2016) o simulador de voo demonstra ser uma ferramenta valiosa no início da aprendizagem, possibilitando a assimilação de conhecimentos teóricos e práticos, permitindo ao aluno experimentar e visualizar conceitos abstratos de forma prática e concreta antes da realização do voo real.

De acordo com Fonseca (2022), a utilização de simuladores de voo pode resultar em uma redução significativa no custo das horas de voo, sendo indiscutível a eficiência desses equipamentos e seu baixo custo operacional. O autor ressalta que a capacidade dos simuladores em treinar pilotos de forma realista, segura e econômica é evidente. Com a utilização dos simuladores, é possível criar ambientes de treinamento que simulem as condições de voo reais, permitindo aos pilotos praticarem diferentes procedimentos e situações de emergência sem os custos associados ao uso de aeronaves reais.

Rebello (2010) expõe que a infraestrutura necessária para instalar um simulador também apresenta vantagens, uma vez que sua instalação é relativamente simples. Atualmente, é possível implementar um sistema de simulação utilizando computadores pessoais de alta performance, *softwares* comerciais e alguns componentes auxiliares para entrada e saída de

informações. Com a evolução da tecnologia, é possível criar soluções de simulação mais acessíveis e com melhor desempenho, o que tem sido um fator importante para a popularização do uso de simuladores em diferentes áreas de atuação.

O uso de simuladores de voo no treinamento de pilotos tem se mostrado cada vez mais indispensável. Conforme Socha (2016), os simuladores já provaram sua eficácia e continuam a se mostrar insubstituíveis na formação de pilotos. Isso se deve, em grande parte, à capacidade dos simuladores de proporcionar hábitos de voo corretos, eliminando erros e ensinando procedimentos de voo, além de oferecer gerenciamento de crises e situações de emergência. A utilização dos simuladores permite que os pilotos adquiram habilidades de voo de maneira mais segura, econômica e eficiente, o que é de extrema importância em um cenário em que a segurança é primordial.

Conforme Gagné (1974) “é através da ocorrência da aprendizagem que se desenvolvem habilidades, apreciações e raciocínios em toda sua gama, bem como as esperanças, as aspirações, as atitudes e os valores do homem”. Nesse contexto, ainda segundo o autor, o desenvolvimento humano deve depender de dois fatores, crescimento e aprendizagem. O crescimento nesse caso, refere-se ao desenvolvimento físico, ao passo que a aprendizagem será aprofundada nesse artigo.

Dentre os processos de aprendizagem, é importante ressaltar a diferença entre a aprendizagem mecânica e a significativa. Segundo Moreira (2012) a aprendizagem mecânica é um processo em que a pessoa memoriza informações ou habilidades sem necessariamente entender seu significado ou contexto. É uma forma de aprendizado superficial que geralmente se baseia na repetição e memorização. Um exemplo comum de aprendizagem mecânica é quando um estudante memoriza uma lista de palavras ou fórmulas para uma prova, sem realmente entender o significado por trás delas. Essa forma de aprendizagem pode ser útil em algumas situações, mas geralmente não permite uma compreensão mais profunda ou aplicação prática do conhecimento.

Moreira (2012) define que “aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. Desse modo, a aprendizagem significativa é marcada pela interação entre conhecimentos prévios e novos. Esse processo permite que os novos conhecimentos adquiram significado para o aprendiz e que os conhecimentos prévios sejam reestruturados, adquirindo novos significados ou maior estabilidade cognitiva. Em outras palavras, a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é conectado a uma estrutura cognitiva já existente, tornando-se assim mais fácil de ser compreendido e retido na memória.

Aos cadetes são proporcionadas aulas expositivas sobre o tema, as quais, segundo Ausubel, servem de organizadores prévios do novo conhecimento. O somatório das experiências de voo em outras fases e aeronaves, com o conhecimento teórico recebido e a primeira missão de simulador, possibilitam a criação de um subsunçor elementar, o qual será utilizado na primeira missão de voo com a aeronave T-27. (HERCULIAN, 2017, p.9).

Ainda segundo Herculian (2017), após o treinamento realizado no simulador ocorre a missão na aeronave, na qual os exercícios executados em voo são os mesmos que foram realizados no simulador, e a relação entre os conhecimentos adquiridos anteriormente no simulador e as novas informações relevantes durante o voo na aeronave, resultam na transformação do conhecimento anterior, ainda elementar, em um conhecimento mais elaborado. Esse ciclo de aprendizagem contínua leva a uma aprendizagem significativa.

BRASIL (2016) define que o RELPREV é um mecanismo de reporte voluntário e não punitivo amplamente utilizado na cultura aeronáutica do país. Esse instrumento tem como finalidade reportar condições que possam representar riscos para as atividades operacionais aeronáuticas, permitindo que o responsável pela gestão da segurança operacional da organização tome conhecimento dessas situações e adote medidas corretivas adequadas para mitigar os riscos identificados. É uma ferramenta importante para o fortalecimento da cultura de segurança operacional, incentivando a transparência e a aprendizagem contínua a partir dos relatos dos colaboradores.

Conforme França (2019) o RELPREV reflete a preocupação da equipe de uma instituição com a segurança e permite avaliar o nível de cultura de segurança com base na quantidade e qualidade dos relatórios emitidos. Quanto maior a quantidade de relatórios, considerando a qualidade das informações reportadas, maior será o nível de cultura de segurança da organização. É importante ressaltar que a ação de reportar decorre de uma promoção consistente da cultura de segurança operacional e denota um nível elevado de maturidade nessa cultura. A implementação dessa cultura deve ser liderada pela alta gestão, que deve definir os valores e objetivos relacionados à cultura de segurança e motivar os colaboradores a cumpri-los.

Santos *et al.* (2016) enfatizam que o uso de ferramentas estatísticas é essencial para o gestor contribuir no crescimento e desenvolvimento da organização. Através da análise de dados, o gestor pode identificar padrões e tendências que ajudam a compreender melhor os processos e operações da empresa e, assim, tomar decisões mais precisas e eficazes. No contexto dos simuladores, torna-se possível avaliar, através dos resultados obtidos após a implementação, a viabilidade da continuidade e ampliação do projeto.

De acordo com Callado *et al.* (2013), a estatística tem uma grande relevância na elaboração de metas estratégicas e no monitoramento do desempenho institucional por meio de indicadores de desempenho. Esses indicadores possibilitam avaliar o desempenho da organização em relação aos seus objetivos, identificar pontos de melhoria e tomar decisões baseadas em fatos e dados concretos. Dessa forma, a estatística é uma ferramenta essencial para a gestão eficiente e eficaz das organizações, permitindo a tomada de decisões informadas e ações mais direcionadas para a melhoria contínua dos resultados.

Desse modo, através da análise estatística dos dados coletados para esse artigo, é possível afirmar se a implementação do simulador de voo modelo T-4000 na instrução aérea influenciou no processo de aprendizagem. Assim, essa pesquisa, ao apresentar dados e análises estatísticas concretas, pode auxiliar no âmbito da AFA o processo de tomada de decisão a respeito da continuidade ou readequação da instrução simulada aplicada aos cadetes no 1º EIA.

2 MÉTODOS DE ANÁLISE DO OBJETO DE ESTUDO

O T-4000 é um simulador de voo da aeronave T-27M Tucano na qual os comandos encontrados na nacele possuem correspondência direta com o *software* utilizado para simulação, ou seja, se for comandado o recolhimento do trem pela alavanca situada na nacele, a ação ocorrerá também no *software* de simulação. Desse modo, é possível aos cadetes correlacionarem o treinamento de inspeções e cheques com a pilotagem da aeronave, garantindo elevada imersão e realismo na simulação.



Figura 1 Simulador de voo modelo T-4000

Fonte: acervo pessoal do autor.

Outro aspecto importante do T-4000 é a possibilidade do treinamento *online* com outros cadetes e controladores de voo conectados à fonia. Tendo em vista a complexidade envolvida na pilotagem de uma aeronave, como manutenção de parâmetros (velocidade, altitude, proa), executar os procedimentos de inspeções e cheques e se comunicar com outras aeronaves, é de extrema importância proporcionar aos cadetes a possibilidade de treinar a execução simultânea de todas as tarefas envolvidas na pilotagem antes da prática no voo real.

O custo da hora de voo da aeronave T-27M é de aproximadamente 970 dólares a hora, ao passo que o custo da hora do T-4000 chega a ser irrelevante se comparado à complexidade da operação do T-27M. Além de não consumir lubrificantes e combustível, por possuir lugar próprio, a AFA não possui custos com aluguel ou aquisição de infraestrutura para montagem dos simuladores. Desse modo, os gastos relacionados à operação do T-4000 giram em torno dos profissionais de manutenção, peças de reposição e energia elétrica. Assim, é possível afirmar que ao possibilitar ao cadete uma experiência de pilotagem muito próxima à realidade, os simuladores agregam experiência de voo a um baixo custo se comparado à hora de instrução na aeronave.

Na prática da instrução aérea alguns conceitos são adotados e utilizados para a aplicação no ensino, como forma de padronizar a instrução e avaliar o processo de aprendizagem dos alunos. Conforme o curso avança, é esperado um nível de compreensão maior, bem como a capacidade de executar os itens previstos na missão sem interferência do instrutor, ou seja, o instruendo inicia as primeiras missões em um nível de percepção e assimilação, e evolui gradualmente para uma etapa na qual autonomamente seja capaz de identificar e corrigir seus erros, sem a presença do instrutor. Dessa forma, segundo o Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) são definidos quatro conceitos para medir os níveis de aprendizagem esperados do aluno.

Preparação (PR), por ser muitas das vezes o primeiro contato do aluno com a atividade aérea ou determinado item da missão, é a etapa na qual será demonstrado pelo instrutor a correta execução de cada exercício. Desse modo, é esperado do aluno o conhecimento teórico acerca da aeronave e dos itens presentes na missão, de modo a possibilitar a percepção e assimilação da dinâmica do voo.

Resposta Orientada (RO), nesse nível entende-se que o aluno já passou da fase de percepção e possui capacidade de executar os itens que foram demonstrados pelo instrutor. Assim, o aluno desenvolve habilidades motoras simples, agindo sob orientação verbal e mecânica do instrutor.

Resposta Mecânica (RM), o aluno desenvolveu confiança e proficiência na sua técnica

de pilotagem, demonstrando capacidade de executar as ações por conta própria e com relativa segurança. Essa ação já se tornou habitual para ele, sendo as orientações emitidas pelo instrutor, normalmente de forma verbal, no sentido do aperfeiçoamento.

Resposta Aberta Complexa (RC) quando o aluno atinge esse nível, ele adquire um alto grau de habilidade, pois é capaz de executar um conjunto integrado de movimentos com eficiência e fluidez. Além disso, é capaz de identificar e corrigir seus próprios erros com propriedade, sem a necessidade da presença do instrutor. Isso demonstra sua autonomia e confiança na execução da ação. A partir desses quatro itens, o instrutor de voo avalia o instruendo em cada item presente na missão conforme o grau de aprendizagem esperado do aluno. Os graus de cada item avaliado na missão podem variar de um a seis conforme preconizado no PIMO.

O Grau 1 (Perigoso), será atribuído às situações em que as normas da atividade aérea forem violadas sem justificativa ou quando o instrutor manualmente intervier nos comandos de voo ou sistemas auxiliares para evitar acidentes previamente previsíveis. Adicionalmente, se o aprendiz receber um Grau 1 (um) em um ou mais itens da ficha de voo, a missão será classificada como Grau 1 (um) perigoso.

O Grau 2 (Deficiente) será atribuído quando o aluno apresentar erros que o impeçam de atingir o nível de aprendizagem previsto em um ou mais itens de avaliação, poderá ser atribuído a qualquer item avaliado da ficha de voo, de acordo com os níveis de aprendizagem previstos. Se o aluno obtiver Grau 2 em um ou mais itens da ficha de voo, será considerado reprovado na missão e o Grau da missão será 2. Nesse caso, o aluno deverá repetir a missão, de acordo com o PIMO e limitado às quantidades previstas em cada fase/estágio.

O Grau 3 (Satisfatório nos Mínimos) será atribuído quando o aluno for julgado apto na missão, no entanto sendo necessário um elevado número de repetições de exercícios, atingindo o mínimo rendimento aceitável.

O Grau 4 (Satisfatório) será atribuído quando o aluno apresentar erros, mas com orientações do instrutor for capaz de atingir o nível previsto na missão. O Grau 4 representa que o aluno teve dificuldades, mas foi capaz de progredir ao longo da missão.

O Grau 5 (Bom) será atribuído quando o aluno com pouco treinamento, for capaz de corrigir os erros, demonstrando bom preparo e desenvolvimento na missão.

O Grau 6 (Excelente) será atribuído quando o desempenho do aluno na missão for muito acima da média, demonstrando elevado domínio e confiança na pilotagem da aeronave. Assim, conforme o nível de aprendizagem previsto em cada item da missão, o instrutor avaliará o aluno, atribuindo um grau final da ficha de voo que varia conforme o desempenho do aluno.

A metodologia utilizada nessa pesquisa é de natureza quantitativa descritiva, visto que realiza comparações e análises estatísticas de dados. Conforme Michel (2015), a pesquisa quantitativa é uma abordagem de pesquisa que se baseia na utilização de dados numéricos, coletados por meio de técnicas padronizadas e sistemáticas, e em sua análise através de métodos estatísticos. A análise dos dados obtidos foi realizada através de técnicas estatísticas descritivas, como média, mediana e moda que permitem descrever o comportamento dos dados em relação às variáveis de interesse. O objetivo dessa abordagem é identificar padrões e tendências no comportamento das variáveis e fornecer uma descrição detalhada e precisa do fenômeno estudado.

Este artigo tem como objetivo realizar uma pesquisa quantitativa ao comparar as notas de voo dos cadetes que realizaram o Curso de Formação de Oficiais Aviadores na AFA. Foram coletados dados das turmas de 2019, 2020, 2021 e 2023, sendo que apenas a turma de 2023 recebeu instrução no simulador de voo T-4000. Os dados utilizados nesta pesquisa serão as notas de voo relativas à fase de PS, adquiridos através da Subseção de Estatística da Divisão de Operações Aéreas. Os dados das turmas de 2019, 2020 e 2021 foram utilizados como grupo de controle, enquanto os dados da turma de 2023 foram utilizados como grupo experimental. Foi calculada as notas finais da fase de PS de cada cadete, de modo a comparar as médias finais das turmas analisadas.

Como modo de realizar a análise dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. O teste de Shapiro é um teste estatístico que avalia se uma amostra de dados segue uma distribuição normal, o resultado desse teste é um número chamado valor p (ou p-value). Ele mostra se é provável que os dados sigam uma distribuição normal ou não. Se o valor “p” for pequeno, é menos provável que os dados sigam uma distribuição normal, ao passo que se for elevado é mais provável.

Se o valor de “p” for maior que o nível de significância escolhido (geralmente 0,05), então não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula e podemos assumir que a amostra segue uma distribuição normal. Por outro lado, se o valor de “p” for menor que o nível de significância escolhido, então rejeitamos a hipótese nula e podemos concluir que a amostra não segue uma distribuição normal. Desse modo, ao identificar a distribuição dos dados da amostra, é possível escolher qual teste estatístico será melhor utilizado, de acordo com os dados em análise.

Foi utilizado o *software* estatístico JASP (Jeffrey’s Amazing Statistics Program) para análise dos dados. O JASP é um programa de estatística desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Amsterdã em reconhecimento a Sir Harold Jeffreys, um pioneiro na inferência

Bayesiana. Este pacote foi criado em código aberto, é gratuito e compatível com várias plataformas. A equipe tinha como objetivo desenvolver um programa de estatística gratuito que incluísse técnicas estatísticas padrão e avançadas, enfatizando uma interface de usuário simples e intuitiva.

A plataforma fornece uma interface simples que se denomina gratuita (*Free*), amigável (*Friendly*) e flexível (*Flexible*). A proposta, em contraste com os demais pacotes de softwares de análise de dados disponíveis no mercado, é apresentar uma área de interação mais simples, podendo arrastar e soltar os dados, menus intuitivos e de fácil visualização e resultados exibidos em tempo real aos cliques realizados na interface. Além disso, todos os gráficos e tabelas são apresentados no formato da American Psychological Association (APA). (SILVA, 2023, p.6).

O RELPREV é utilizado na aviação como uma ferramenta para coletar, analisar e registrar informações sobre eventos, incidentes e acidentes aeronáuticos. Seu objetivo é fornecer subsídios para a identificação de riscos, deficiências e pontos fracos no sistema de aviação, visando a adoção de medidas preventivas para minimizar ou eliminar essas ameaças. Assim, a análise da quantidade de RELPREV's se faz de grande valia para este trabalho, uma vez que a redução da quantidade de reportes relacionado a determinado item, após a implementação do T-4000 na instrução aérea, pode indicar um aspecto positivo oriundo da implementação do simulador.

Os RELPREV's para esta pesquisa foram adquiridos através da Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAA) da AFA. Será analisado a quantidade de reportes relacionado ao item preparação para o voo, antes e após a implementação do T-4000, de modo a observar se houve um aumento ou diminuição da quantidade de reportes. A partir desses dados, espera-se observar qual foi a influência do simulador de voo no que tange o item preparação para o voo.

Além disso, foi realizado um levantamento de dados através de um questionário aplicado aos cadetes da turma Orthrus, com o objetivo de quantificar a percepção dos cadetes acerca da implementação das instruções simuladas na fase de PS. O questionário é composto por cinco perguntas relacionadas ao simulador e sua influência no processo de aprendizagem. Para isso, foi levado em consideração aspectos como habilidade de pilotagem, consciência situacional e desconflito de tráfego. O questionário foi aplicado aos cadetes aviadores da turma Orthrus que concluíram com aproveitamento a fase de PS na aeronave T-27M.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE DAS NOTAS DE VOO

Nesta seção os dados coletados pela Subseção de Estatística da Divisão de Operações Aéreas serão analisados de forma descritiva e inferencial, de modo a observar se existem diferenças quantitativas significantes entre os grupos analisados. As turmas de 2019, 2020 e 2021 foram utilizadas como grupo de controle, a turma de 2022 foi desconsiderada em função de ter sido o ano da implementação e a doutrina não estar consolidada, ao passo que os dados da turma de 2023 foram utilizados como grupo experimental, ou seja, o grupo na qual foi implementada a instrução no simulador de voo modelo T-4000.

O ano referente aos grupos analisados fazem menção ao ano em que foi realizado o curso no 1º EIA, as turmas analisadas serão Astérion, Chronos, Mihos e Orthrus, as quais realizaram o curso no 1º EIA nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2023, respectivamente. Os dados referentes aos cadetes desligados no curso foram desconsiderados dessa pesquisa, bem como os dados referentes aos cadetes estrangeiros, visto que o número de graus deficientes previstos para os estrangeiros é maior quando comparado aos demais cadetes. Desse modo, esses dados poderiam influenciar na análise dos resultados obtidos.

Os dados coletados foram analisados através do *software* estatístico JASP. Para interpretação dos dados fornecidos, foi considerado a fase de PS e os dados foram codificados de acordo com o uso do simulador. O código “0” significa que a turma não utilizou o T-4000 e “1” significa que foi utilizado. Na análise descritiva o *software* fornece uma tabela com duas colunas de comparação, uma para cada turma analisada.

Ao comparar dados em um estudo, é possível que os dados de uma amostra sigam uma distribuição normal, enquanto outra amostra possa apresentar uma distribuição não normal. A distribuição normal é caracterizada por uma curva simétrica em forma de sino, enquanto a distribuição não normal pode assumir diferentes formas, como uma distribuição assimétrica ou bimodal. A implicação disso para a pesquisa é que, se os dados forem normalmente distribuídos, podemos utilizar testes estatísticos para distribuição normal, como o teste T de Student ou análise de variância (ANOVA). No entanto, se os dados não forem normalmente distribuídos, devemos utilizar testes para distribuição não normal, como o teste de Mann-whitney, que não exige a suposição de normalidade dos dados.

É importante determinar se os dados seguem uma distribuição normal antes de realizar a análise estatística, pois o uso indevido de testes paramétricos em dados não normais pode

levar a conclusões equivocadas e resultados imprecisos. Desse modo, para verificar a normalidade dos dados foi realizado o teste de Shapiro-Wilk considerado um valor p (p -value) no nível de significância de 0,05. Ou seja, um valor de “ p ” menor que 0,05 significa que os dados não seguem uma distribuição normal. Após a verificação da normalidade das amostras, foi utilizado o teste “ u ” de Mann-Whitney para verificar se as diferenças encontradas possuem alguma relevância estatística.

3.1.1 Turmas 2019 e 2023

As amostras coletadas forneceram um total de 78 cadetes que concluíram o curso com aproveitamento no ano de 2019 comparado com 88 da turma de 2023. Com base nos dados coletados das turmas de 2019 e 2023, foram realizados testes para comparar as distribuições das notas. Inicialmente, foi testada a hipótese de normalidade das amostras por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os resultados indicaram que a amostra da turma de 2019 não segue uma distribuição normal ($W = 0,955$, $p = 0,008$). Da mesma forma, a amostra da turma de 2023 também não segue uma distribuição normal ($W = 0,933$, $p < 0,001$). Desse modo, rejeita-se a hipótese de normalidade dos dados das turmas de 2019 e 2023 ao nível de significância de 5%.

Como os dados não seguem uma distribuição normal, foi utilizada como medida de tendência central a média e a mediana. Conforme observado na figura 2, através das análises descritivas feitas pelo JASP, é possível observar que a mediana (*Median*) se manteve em 45 para as duas turmas e a moda (*Mode*) aumentou de 47 da turma de 2019 para 48 em relação a turma de 2023.

Descriptive Statistics

	PS	
	0	1
Valid	78	88
Mode	47.000	48.000
Median	45.000	45.000
Shapiro-Wilk	0.955	0.933
P-value of Shapiro-Wilk	0.008	< .001
Minimum	39.000	35.000
Maximum	51.000	50.000

Figura 2 Análise descritiva extraída do JASP

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Para comprovar a relevância estatística na variação encontrada, foi utilizado o teste de Mann-Whitney para amostras não paramétricas. Segundo os valores fornecidos pelo JASP conforme figura 3, o resultado indicou que não há diferença significativa entre as turmas de 2019 e 2023 ($W = 3459.500$, $p = 0.930$). Desse modo, não é possível afirmar que houve uma mudança estatisticamente significativa da moda e mediana.

Independent Samples T-Test

	W	df	p
PS	3459.500		0.930

Note. Mann-Whitney U test.

Figura 3 Teste-T de Mann-Whitney extraído do JASP

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

3.1.2 Turmas 2020 e 2023

As amostras coletadas forneceram um total de 77 cadetes que concluíram o curso com aproveitamento em 2020 comparado com 88 da turma de 2023. Inicialmente, foi testada a normalidade das amostras através do teste de Shapiro-Wilk. Os resultados indicaram que a amostra da turma de 2020 não segue uma distribuição normal ($W = 0,955$, $p = 0,008$). Da mesma forma, a amostra da turma de 2023 também não segue uma distribuição normal ($W = 0,933$, $p < 0.001$).

Como os dados são não paramétricos, foi utilizada como medida de tendência central a média e a mediana. Conforme observado na figura 4, através das análises descritivas feitas pelo JASP, é possível observar que a mediana aumentou de 44 da turma de 2020 para 45 em relação a turma de 2023 e a moda se manteve em 48 para as duas turmas.

Descriptive Statistics

	PS	
	0	1
Valid	77	88
Mode	48.000	48.000
Median	44.000	45.000
Shapiro-Wilk	0.955	0.933
P-value of Shapiro-Wilk	0.008	< .001
Minimum	34.000	35.000
Maximum	50.000	50.000

Figura 4 Análise descritiva extraída do JASP

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Para comprovar a relevância estatística na variação encontrada, foi utilizado o teste de Mann-Whitney para amostras não paramétricas. Segundo os valores fornecidos pelo JASP conforme figura 5, o resultado indicou que não há diferença significativa entre as turmas de 2020 e 2023 ($W = 3220.000$, $p = 0.582$). Desse modo, não é possível afirmar que houve uma mudança estatisticamente significativa da moda e mediana.

Independent Samples T-Test

	W	df	p
PS	3220.000		0.582

Note. Mann-Whitney U test.

Figura 5 Teste-T de Mann-Whitney extraído do JASP

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

3.1.3 Turmas 2021 e 2023

As amostras coletadas forneceram um total de 104 cadetes que concluíram o curso com aproveitamento em 2021 comparado com 88 da turma de 2023. Com base nos dados coletados das turmas de 2021 e 2023, foram realizados testes para comparar as distribuições das notas das turmas. Inicialmente, foi testada a hipótese da normalidade das amostras por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os resultados indicaram que a amostra da turma de 2021 não segue uma distribuição normal ($W = 0,969$, $p = 0,015$). Da mesma forma, a amostra da turma de 2023 também não segue uma distribuição normal ($W = 0,933$, $p < 0.001$). Desse modo, rejeita-se a hipótese de normalidade dos dados das turmas de 2021 e 2023 ao nível de significância de 5%.

Como os dados não seguem uma distribuição normal, foi utilizada como medida de tendência central a média e a mediana. Conforme observado na figura 6, através das análises descritivas feitas pelo JASP, é possível observar que a mediana diminuiu de 49 para 45 e a moda diminuiu de 52 da turma de 2021 para 48 em relação a turma de 2023.

Descriptive Statistics

	PS	
	0	1
Valid	104	88
Mode	52.000	48.000
Median	49.500	45.000
Shapiro-Wilk	0.969	0.933
P-value of Shapiro-Wilk	0.015	< .001
Minimum	39.000	35.000
Maximum	56.000	50.000

Figura 6 Análise descritiva extraída do JASP

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Para comprovar a relevância estatística na variação encontrada, foi utilizado o teste de Mann-Whitney para amostras não paramétricas. Segundo os valores fornecidos pelo JASP conforme figura 7, o resultado indicou que há uma diferença estatisticamente significativa entre as turmas de 2021 e 2023 ($W = 7227.500$, $p < 0.001$). Desse modo, é possível afirmar que houve uma mudança significativa da moda e mediana.

Independent Samples T-Test

	W	df	p
PS	7227.500		< .001

Note. Mann-Whitney U test.

Figura 7 Teste-T de Mann-Whitney extraído do JASP

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Após indagações do autor acerca do desempenho da turma de 2021, conforme ilustrado na figura 8, foi possível observar que 34 cadetes obtiveram no mínimo uma missão grau 6 na fase de PS, ao passo que somente um cadete obteve grau 6 em 2019 e nenhum cadete obteve grau 6 nas turmas de 2020 e 2023. Desse modo, a turma de 2021 foi considerada um outlier nessa pesquisa, sendo portanto, desconsiderada para fins de comparação de médias na fase de PS antes e após a implementação do simulador de voo na instrução.

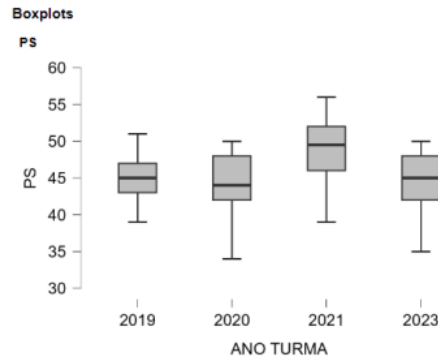


Figura 8 Box Plots entre as quatro turmas analisadas

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

A pesquisa realizada por Kal'avsky *et al* (2018) tinha como objetivo analisar a performance dos pilotos ao realizar a transição de pilotagem de aeronaves com painel analógico para o painel digital (*glass cockpit*). Desse modo, um conjunto de pilotos voluntários foram separados em dois grupos A e B. Todos os pilotos envolvidos na pesquisa possuíam pouca experiência de voo (máximo de 100 horas) e somente em aeronaves com painel analógico. Os pilotos do grupo A, antes de iniciar o voo em uma aeronave *glass cockpit* passaram por uma familiarização rápida de 1 hora com o painel digital, no entanto, não realizaram missões no simulador de voo. Já os pilotos do grupo B passaram por um processo de familiarização detalhada com o *glass cockpit*, iniciando com um treinamento teórico detalhado com duração de 3 horas a respeito do funcionamento do painel digital e um treinamento básico em simulador de voo equipado com *glass cockpit* com duração de 4 horas.

Os resultados da pesquisa apontaram que os pilotos do grupo A tiveram a performance de pilotagem degradada nas primeiras missões com a aeronave equipada com o *glass cockpit*, ao passo que os pilotos do grupo B mantiveram o padrão de performance que apresentavam ao pilotar a aeronave com painel analógico, e até mesmo, em alguns pilotos, foi possível observar uma significativa melhora na performance de pilotagem.

Os cadetes iniciam a atividade aérea com baixa experiência de pilotagem, aproximadamente 20 horas de voo na aeronave T-25 Universal, que é equipada com um painel analógico. Em concordância com os resultados da pesquisa de Kal'avsky (2018), seria esperado dos cadetes que ao realizarem a transição da aeronave analógica para a aeronave com painel digital, ocorresse uma degradação na performance de pilotagem. No entanto, conforme foi realizado uma transição gradual, com missões no simulador de voo equipado com o mesmo sistema de painel digital utilizado na aeronave real, foi possível observar, segundo as notas da fase de PS, que o padrão de notas entre as turmas manteve-se muito próximo.



Figura 9 Painel das aeronaves T-25 Universal e T-27M.

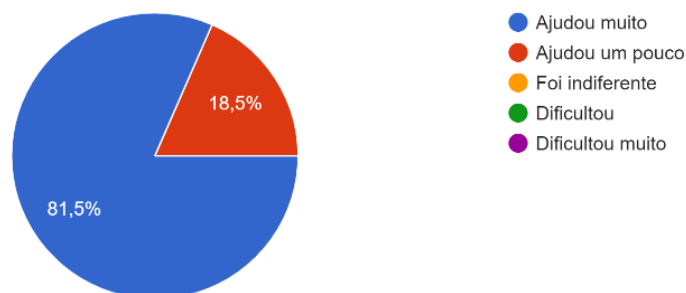
Fonte: acervo pessoal do autor.

Dessa forma, é possível afirmar que o simulador de voo pode ter auxiliado no processo de aprendizagem, uma vez que ao comparar as medidas de tendência central da Turma Orthrus com duas turmas anteriores, foi possível observar pouca ou nenhuma diferença na moda e mediana. Assim, o simulador de voo modelo T-4000 utilizado pelo 1º EIA na instrução dos cadetes pode ter auxiliado do processo de aprendizagem, em especial durante a transição da aeronave com painel analógico para o *glass cockpit*, possibilitando um melhor aproveitamento da instrução na aeronave real.

3.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

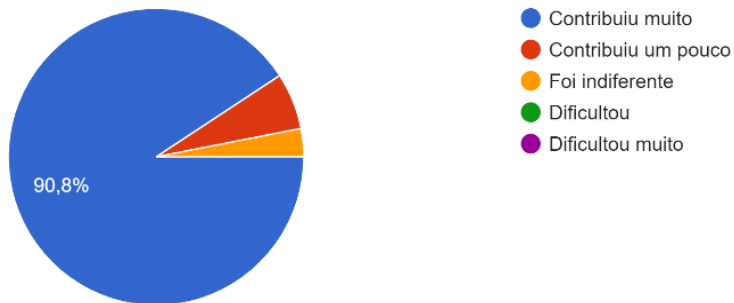
Como forma complementar à pesquisa, foi realizado um questionário entre os cadetes aviadores da Turma Orthrus que concluíram com aproveitamento a fase de PS na aeronave T-27M. Foram obtidas 65 respostas, as quais foram agrupadas graficamente e expostas a seguir:

Gráfico 1 – A instrução no simulador de voo ajudou a melhorar suas habilidades de pilotagem?



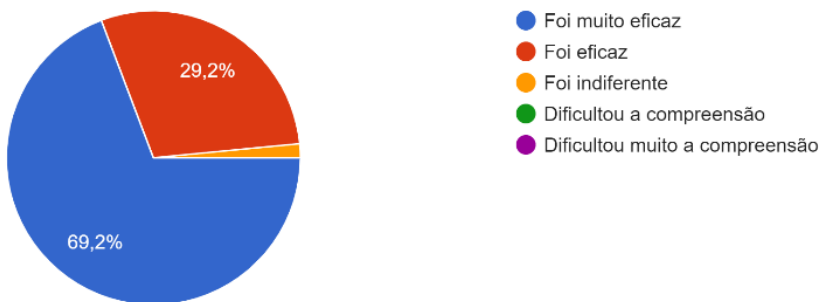
Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Gráfico 2 – O simulador de voo contribuiu para correlacionar os assuntos estudados na parte teórica com a pilotagem da aeronave?



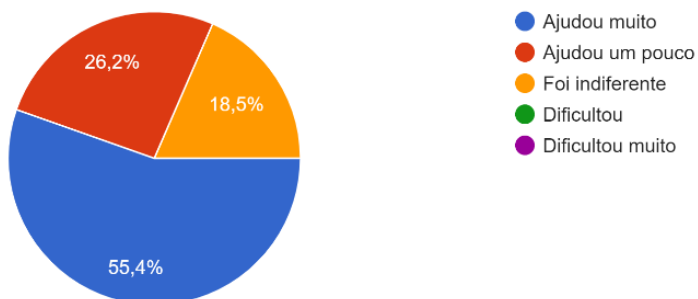
Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Gráfico 3 – A instrução no simulador de voo foi eficaz em melhorar sua compreensão do funcionamento da aeronave e seus sistemas?



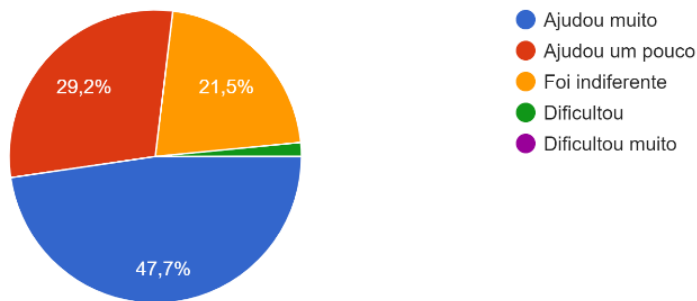
Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Gráfico 4 – Com relação ao item consciência situacional, você acredita que as missões no simulador de voo te ajudaram nesse aspecto?



Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Gráfico 5 – Com relação ao item desconflito de tráfego, você acredita que as missões no simulador de voo com controlador online te ajudaram nesse aspecto?



Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

De acordo com a primeira pergunta, a instrução no simulador de voo ajudou a melhorar as habilidades de pilotagem de todos os entrevistados. Grande parte dos entrevistados 90,8% afirmaram que o simulador contribuiu muito para correlacionar os assuntos estudados na parte teórica com a pilotagem da aeronave, ao passo que 3,1% afirmaram que foi indiferente. Além disso, a instrução no simulador de voo também foi considerada eficaz em melhorar a compreensão do funcionamento da aeronave e seus sistemas, como indicado por 98,4% dos entrevistados.

Quanto ao item consciência situacional, 55,4% dos entrevistados acreditam que o simulador de voo ajudou muito nesse aspecto, e 26,2% que ajudou um pouco, destacando a importância do T-4000 para treinar a capacidade de gerenciar a informação do ambiente em torno da aeronave. Por fim, em relação ao item desconflito de tráfego, 47,7% dos entrevistados responderam que o simulador ajudou muito, permitindo aos cadetes aprenderem a lidar com situações de tráfego aéreo complexas e melhorando suas habilidades de comunicação.

Sendo os dados acima diretamente relacionados ao processo de aprendizagem, é possível afirmar, através da percepção dos cadetes, que o simulador de voo foi capaz de atuar como um facilitador na aprendizagem. Em concordância com Herculian (2017), o simulador foi capaz de criar subsunçores prévios do conhecimento, permitindo que se realizasse a aprendizagem significativa, ou seja, a partir das missões no T-4000, foi possível relacionar os conhecimentos adquiridos através das aulas teóricas e da experiência de pilotagem da aeronave T-25, criando um subsunçor elementar que foi utilizado nas primeiras missões na aeronave T-27M.

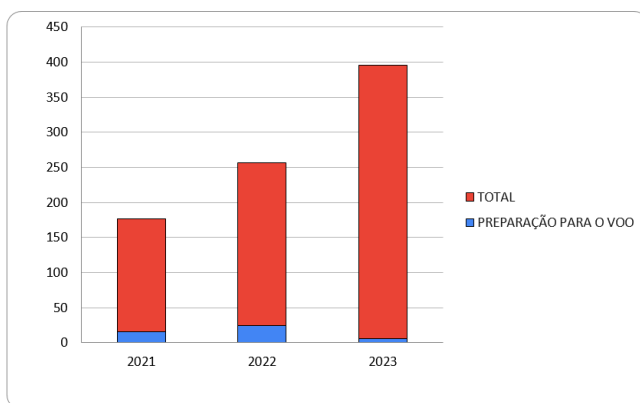
3.3 ANÁLISE DOS RELPREV's

Os dados de RELPREV's são divididos pela SIPAA da AFA em categorias, de acordo com o motivo do reporte, por exemplo, um reporte relativo ao erro de operador pode ser classificado como preparação para o voo, erro de julgamento ou desvio de procedimento. Considerando o objetivo dessa pesquisa, que é analisar a influência do T-4000 no processo de aprendizagem, foi considerada a categoria "preparação para o voo" devido à sua estreita relação com o processo de aprendizagem. Essa categoria abrange informações essenciais sobre as atividades prévias ao voo, incluindo aspectos teóricos e práticos que são essenciais para garantir um bom desempenho no decorrer da missão.

Tendo em vista a data de entrega desse artigo, os dados de RELPREV's do ano de 2023 abrangem o período de 01 JAN 2023 até 30 MAIO 2023. Assim, para realizar a comparação com os anos de 2021 e 2022 foi considerada a proporção de reportes, realizando a divisão entre o número de RELPREV's relacionado ao item preparação para o voo sobre o total de relatos no ano. Desse modo, mesmo não estando concluído o ano de 2023, foi possível estabelecer uma análise com os demais anos, de modo a observar qual foi a influência da implementação do T-4000 no que diz respeito à preparação para o voo.

No ano de 2021 foram realizados um total de 160 RELPREV's, desses 16 foram classificados na categoria preparação para o voo, totalizando um total de 10% de todos os Relatos. No ano de 2022 foram realizados 232 Reportes, sendo 24 relacionados ao item preparação para o voo, totalizando 10,34%. Já no ano de 2023, entre 01 JAN 2023 até de 30 MAIO de 2023 foram realizados 389 reportes, sendo 6 relacionados ao item preparação para o voo, totalizando 1,54% dos relatos, conforme exposto no gráfico 6.

Gráfico 6 – Quantidade de RELPREV's relacionado ao item preparação para o voo.



Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Portanto, com base nos dados analisados, fica evidente que houve uma significativa diminuição na proporção de RELPREV's relacionados à preparação para o voo. Nos anos de 2021 e 2022, essa proporção era de 10%, mas em 2023, esse número caiu para apenas 1%. Essa queda expressiva pode ser atribuída à implementação do T-4000, sugerindo que essa tecnologia teve um impacto positivo na redução dos relatos relacionados a esse item.

4 CONCLUSÃO

O presente artigo teve como objetivo analisar o impacto do simulador de voo modelo T-4000 no processo de aprendizagem dos cadetes aviadores durante a fase de PS na aeronave T-27M. Para atingir esse objetivo, foram realizadas comparações e análises estatísticas das notas de voo, avaliação da quantidade de RELPREV's e aplicação de um questionário aos cadetes aviadores que concluíram com sucesso a fase de PS. Os resultados obtidos permitiram estabelecer uma relação entre o desempenho alcançado e a influência do simulador no contexto da instrução aérea.

Com base nas respostas do questionário aplicado aos cadetes aviadores, foi possível concluir que o T-4000 teve um impacto positivo no processo de aprendizagem. A maioria dos entrevistados destacou a contribuição do simulador para correlacionar os conhecimentos teóricos com a pilotagem, melhorar a compreensão dos sistemas da aeronave e desenvolver habilidades de consciência situacional e gerenciamento de tráfego aéreo. Esses resultados indicam que o simulador atuou como um facilitador na aprendizagem dos cadetes, proporcionando a criação de subsunçores elementares que possibilitaram a ocorrência da aprendizagem significativa.

Tendo em vista que as turmas de 2019 e 2020 pilotaram o T-27 na versão analógica e a turma de 2023 na versão modernizada, equipado com o *glass cockpit*, era esperado, segundo a pesquisa realizada por KAL'AVSKY, P. *et al*, um desempenho menor da turma de 2023 em função da transição do painel analógico para um painel totalmente digital. A partir da análise das notas da fase de PS, foi possível observar que as médias e medianas se mantiveram muito próximas, sendo as diferenças estatisticamente insignificantes. Desse modo, o simulador de voo pode ter influenciado no processo de transição entre as aeronaves, permitindo uma adaptação rápida através das missões no simulador.

Ao analisar a proporção de RELPREV's relacionados ao item preparação para o voo nos anos de 2021, 2022 e 2023, observou-se uma redução significativa. Enquanto nos dois primeiros anos a proporção foi de 10%, no ano de 2023 essa proporção caiu para apenas 1%. Essa queda

indica que o simulador de voo pode ter influenciado na melhoria das atividades prévias ao voo, contribuindo para a diminuição dos relatos relacionados a erros e desvios nessa fase. Esses resultados sugerem que o T-4000 pode ter auxiliado na preparação dos cadetes, proporcionando um melhor desempenho no decorrer do curso.

Em virtude da implementação do simulador ter sido consolidada somente no ano de 2023 e considerando a data de entrega deste artigo, não foi possível analisar as demais fases do curso, como por exemplo voo por instrumentos e formatura. Além disso, a ausência de dados por parte da Seção de Estatística do 1º EIA anteriores a 2019 pode ter impactado os resultados desta pesquisa, restringindo a comparação a apenas quatro turmas. No que diz respeito aos dados de RELPREV's a comparação se restringiu à proporção de reportes com o ano de 2023, tendo a pesquisa sido afetada pela falta de dados anteriores ao ano de 2021. Desse modo, visando trabalhos posteriores a serem desenvolvidos sobre a temática, fica como sugestão explorar as demais fases do voo, bem como outras turmas após 2023.

Este estudo analisou o impacto do simulador de voo T-4000 no processo de aprendizagem dos cadetes aviadores durante a fase de PS na aeronave T-27M. Os resultados mostraram que o simulador teve um impacto positivo, correlacionando conhecimentos teóricos e práticos e desenvolvendo habilidades essenciais para a prática da pilotagem. Apesar da transição para o painel digital, a turma de 2023 não apresentou diferenças significativas nas notas em comparação com turmas anteriores. A proporção reduzida de RELPREV's relacionados à preparação para o voo sugere que o simulador contribuiu para a melhoria dessa fase. No entanto, são necessários estudos futuros para explorar outras fases do curso, bem como incluir outras turmas na pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALCERZAK, Tomasz; KOSTUR, Katarzyna. Flight Simulation in Civil Aviation: advantages and disadvantages. **Revista europea de derecho de la navegation maritma y aeronautica**, 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6953721>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. Portaria AFA nº 190/AFA, de 7 de janeiro de 2022. Aprova a edição do “Programa de Instrução e Manutenção Operacional da Academia da Força Aérea para o ano de 2022”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Pirassununga, SP, 2022^a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Portaria nº 2231/GC3, de 23 de dezembro de 2013.

Aprova a reedição da NSCA 3-3 que dispõe sobre o a Gestão da Segurança 10 de Voo na Aviação Brasileira (NSCA 3-3). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 248, f. 12147, 30 dez. 2013. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/> Acesso em: 7 mai. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria n° 59/DGCEA, de 19 de abril de 2016. Aprova a reedição da ICA 63-16 que dispõe sobre o Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Departamento de Controle do Espaço Aéreo para 2016 (ICA 63-16). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 77, f. 3165, 09 mai. 2016.

CALLADO, Antônio André Cunha; MENDES, Eulinio; CALLADO, Aldo Leonardo Cunha. **Um estudo empírico da significância das relações entre a elaboração de metas estratégicas e o uso de indicadores de desempenho. Revista Iberoamericana de Contabilidade de Gestão**, n. 21, v. 11, 2013. Disponível em: www.observatorio-iberoamericano.org/ricg/Nº_21/Antonio_Cunha,_Eulino_Mendes_y_Aldo_Cunha.pdf . Acesso em: 11 mai. 2023

FONSECA, Matheus Muniz da. **Simuladores de voo: a importância do seu uso para a formação do aeronauta**. R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 79-104, jan-fev. 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/3018> . Acesso em 27 abr. 2023.

FRANÇA, Bruno Roberto de. **A relação entre a cultura de segurança e o uso do RELPREV no cenário do controle do espaço aéreo**. Rio de Janeiro, 2019 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica. Disponível em: <https://redebias.direns.fab.mil.br/> . Acesso em: 12 abr. 2023.

GAGNE, Robert Mills. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro: S. A., f. 135, 1974. 270 p.

HERCULIAN, Guilherme Gonçalves. **A influência da diferença de parâmetros entre o simulador e a aeronave T-27 Tucano, no processo de aprendizagem do cadete do 4º ano da AFA**. Rio de Janeiro, 2017 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica. Disponível em: <https://redebias.direns.fab.mil.br/> . Acesso em: 25 abr. 2023.

LACERDA JÚNIOR, Januário Miranda. **A importância do uso do simulador de voo para planadores na formação de cadetes do clube de voo a vela**. Pirassununga, 2016 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais Aviadores) - Academia da Força Aérea. Disponível em: <https://redebias.direns.fab.mil.br/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

KAL'AVSKY, Peter. *et al.* Pilots' Performance in Changing from Analogue to Glass Cockpits. In: TRANSPORT MEANS, n. 22. 2018. **Anais eletrônicos** [...] Lithuania: Kaunas University of Technology, 2018, p. 1104 -1109. Disponível em: <http://idoaba.eu/567/pub18/lf/200944.pdf> . Acesso em: 21 abr. 2023.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, f. 91, 2012. 179 p.

REBELO, Diego Rocha. **Automação, integração de dados e instrumentação de um simulador de voo**. 2010. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://www.coro.cpdee.ufmg.br/publications/diego_rebelo.pdf . Acesso em: 25 mai. 2023.

SANTOS, Bruna Maria dos et al. **A Importância e o uso da estatística na área empresarial: uma pesquisa de campo com empresas do município de Elói Mendes - MG**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2016. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/5024102.pdf> . Acesso em: 25 abr. 2023.

SILVA, Emmanuel Gonçalves e; COUTO, Cleno; MELO, Saulo Barros de; NEIVA, Elaine Rabelo. **Análises estatísticas com JASP: um guia introdutório**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://jasp-stats.org/wp-content/uploads/2023/04/v.2-Analises-Estatisticas-com-JASP-Um-Guia-Introdutorio.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.

SOCHA, Vladimir. et al. **Training of pilots using flight simulator and its impact on piloting precision**. In: Proceedings of the 20 International Scientific Conference Transport Means. Kaunas Univ. of Technology Press, Kaunas, Lituânia, 2016, p. 374–379. Disponível em: <http://idoaba.eu/567/pub16/lf/174425.pdf> . Acesso em: 25 abr. 2023.

VIEIRA, Fabio Pires. **A formação do piloto no simulador de voo e a realização de voo local**. Rio de Janeiro, 2017 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Comando e Estado-Maior) - Escola de Comando e Estado-maior da Aeronáutica. Disponível em: <https://redebias.direns.fab.mil.br/> . Acesso em: 7 mai. 2023.