

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS SIMULADORES T-2000 E T-3000 EM 2021 NA FORMAÇÃO PRIMÁRIA DE PILOTOS DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA¹

IMPACTS OF THE DEPLOYMENT OF THE T-2000 AND T-3000 SIMULATORS IN 2021 ON THE PRIMARY TRAINING OF PILOTS IN THE BRAZILIAN AIR FORCE

Arthur Luiz Savino de Moura²

Gabriel Brandello de Oliveira Haguenaer Moura³

João Paulo Martins dos Santos⁴

RESUMO

A Academia da Força Aérea (AFA), é a organização militar da Força Aérea Brasileira (FAB) diretamente responsável pela formação dos pilotos militares. Neste contexto, alinhando-se com a DCA 11-45 - Concepção Estratégica - Força Aérea 100, a qual delinea uma visão prospectiva para o ano de 2041: “Uma Força Aérea de grande capacidade dissuasória, operacionalmente moderna e atuando de forma integrada para a defesa dos interesses nacionais”, a AFA efetivou, em seu Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO), no ano de 2021, a utilização dos Simuladores de Voo T-2000 e T-3000, fomentando, assim, um progresso tecnológico na formação primária dos Cadetes Aviadores, por meio da sinérgica associação entre o Esquadrão de Treinamento Simulado (ETS) e o 2º Esquadrão de Instrução Aérea (EIA). Este trabalho objetivou identificar, através de um levantamento, quais aspectos psicomotores podem ter sido influenciados pelo Treinamento Simulado na Instrução Primária de 2021. Portanto, foi adotada uma abordagem metodológica quali-quantitativa, contemplando a análise estatística de dados, como as notas de voo dos Cadetes Aviadores anteriores e posteriores a instalação dos simuladores (nos anos de 2020 e 2021, respectivamente). Ademais, promoveu-se uma pesquisa documental por meio de questionário direcionado aos Cadetes Aviadores que foram instruídos no ano de 2021, almejando-se identificar os impactos da introdução dos novos simuladores em sua formação inicial.

Palavras-chave: Simuladores; Instrução Aérea; Modernização; Ensino.

¹ Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA).

² Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma Árion, 2024).

³ Major Aviador. Doutor em Ciências Aeroespaciais pela Universidade da Força Aérea. 1º/1º Grupo de Comunicação e Controle. E-mail: brandellojbohm@fab.mil.br.

⁴ Doutor em Ciências (USP). Academia da Força Aérea. E-mail: joaopaulojpms1@fab.mil.br.

ABSTRACT

The Air Force Academy is the military organization of the Brazilian Air Force directly responsible for the training of military pilots. In this context, aligning with DCA 11-45 - Concepção Estratégica - Força Aérea 100, which outlines a forward-looking vision for the year 2041: "An Air Force with great dissuasive capability, operationally modern and acting in an integrated manner for the defense of national interests," the AFA implemented, in its "Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO), in the year 2021, the use of T-2000 and T-3000 Flight Simulators, thus promoting technological progress in the primary training of Aviation Cadets through the synergistic association between the Simulated Training Squadron (ETS) and the 2nd Air Instruction Squadron (EIA). The overall objective of this study is to identify, through a survey, which psychomotor aspects may have been influenced by Simulated Training in the Primary Instruction of 2021. Therefore, a qualitative-quantitative methodological approach was adopted, including the statistical analysis of data such as the flight grades of Aviation Cadets before and after the installation of simulators (in the years 2020 and 2021, respectively). Furthermore, a documentary research was conducted through a questionnaire directed at the Aviation Cadets who were trained in the year 2021, aiming to identify the impacts of the introduction of the new simulators in their initial training.

Keywords: Simulator; Air Instruction; Modernization; Education.

INTRODUÇÃO

A Concepção Estratégica da Força Aérea Brasileira (FAB) prevê a necessidade da modernização das técnicas de formação para atender a visão futura da FAB (DCA 11-45). Para tanto, e, em consonância com as diversas atualizações da indústria aeroespacial, que ocorrem diuturnamente no Brasil e no mundo, é notável a adoção pelo Comando de Preparo (COMPREP) da utilização dos simuladores de voo para a instrução e adaptação de seus vetores nos esquadrões operacionais (Ministério da Defesa, 2018).

Nesse contexto, a Academia da Força Aérea (AFA), instituição da FAB responsável pela formação inicial de todos os pilotos militares da aeronáutica, através do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv), modernizou-se e inaugurou, no ano de 2021, os simuladores de voo T-2000 e T-3000, foco do presente trabalho, em conjunto com o Centro de Computação da Aeronáutica (CCA-SJ).

A Instrução Aérea na AFA, na qual os Cadetes Aviadores aprendem a pilotar aeronaves militares, é atualmente administrada pelo 2º Esquadrão de Instrução Aérea (EIA) no segundo ano do CFOAv, na aeronave T-25 Universal, e pelo 1º EIA no quarto ano do CFOAv, na aeronave T-27

Tucano, modernizada no ano de 2022 com *glass-cockpit* e outros aviônicos. Dessa forma, eleva-se a qualidade da formação dos pilotos militares brasileiros.

A implementação dos simuladores T-2000 e T-3000 no Esquadrão de Treinamento Simulado (ETS) trouxe modificações significativas nas capacidades de Instrução Aérea na AFA, utilizando o voo simulado como ferramenta fundamental para o entendimento dos exercícios e manobras de pilotagem. Sob tal ótica, há redução de gastos além de uma otimização da curva de aprendizado dos instruídos (Allerton, 2009). Ademais, os simuladores permitem simular emergências que possam ocorrer no voo real, as quais anteriormente não eram possíveis de serem treinadas de forma fidedigna, corroborando, assim, com um aumento na segurança de voo.

Os novos simuladores de voo foram montados de forma semelhante à cabine de uma aeronave, na qual o instruído consegue utilizar pedais, manetes de potência, manche e diversos instrumentos físicos que simulam interruptores da aeronave, como por exemplo os acionadores dos flapes e do trem de pouso, além de possuírem o mesmo *software*, diferindo-se em sua capacidade imersiva, na medida que o simulador T-2000 possui três telas, oferecendo um campo de visão de 180° na simulação aero-virtual, enquanto o simulador T-3000 é equipado com um óculos de realidade virtual, oferecendo um campo de visão de 360°, com a visão completamente focada e isolada de condições externas, inserindo o usuário em uma imersão total à atividade simulada.

A presente pesquisa justifica-se por meio da indagação acerca das consequências do treinamento simulado na formação primária dos Cadetes Aviadores. Ademais, é motivada pela continuação da pesquisa explorada no artigo “A Relevância dos Simuladores de Voo para o Emprego do Poder Aeroespacial Brasileiro” de Savino e Moura *et al* (2023).

Dessa forma, o presente trabalho discutirá os impactos da implantação dos simuladores T-2000 e T-3000 no ETS, as consequentes modificações no ensino, as alterações do Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) da AFA no 2º EIA no ano de 2021 frente ao ano de 2020 (prévio à implantação dos simuladores) e os impactos no resultado em voo dos Cadetes Aviadores, levando à seguinte indagação: **de que forma a implantação dos simuladores de voo T-2000 e T-3000 influenciou na formação inicial de Cadetes Aviadores do 2º EIA no ano de 2021?**

O objetivo geral deste trabalho é identificar, através da opinião dos Cadetes Aviadores, quais habilidades psicomotoras podem ter sido influenciadas pelo Treinamento Simulado na Instrução Primária de 2021.

Os objetivos específicos são:

- A) Avaliar a importância dos Simuladores de Voo para o desempenho na Instrução Primária da Aeronave T-25;
- B) Identificar a opinião de Cadetes Aviadores que participaram das Instruções Simuladas (IS) em 2021 acerca da utilização dos simuladores na Instrução Primária.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Os simuladores de voo são definidos por dispositivos eletrônicos que simulam as condições de voo de uma aeronave em ambiente virtual. São utilizados no Brasil e no mundo na instrução e manutenção operacional dos pilotos civis e militares. Sob essa óptica, segundo Allerton (2009), excluem a exposição de riscos, minimizando custos e maximizando as capacidades de treinamento.

A utilização dos simuladores de voo é importante para a constante evolução da aviação pois, através de seu conjunto *software* e *hardware*, é possível replicar situações adversas, como condições climáticas adversas e extremas. Ademais, procedimentos novos podem ser aprendidos, bem como condições emergenciais da aeronave e falhas de funcionamento em sistemas diversos, como falha de motor, escassez de combustível e funcionamento elétrico, por exemplo.

Além disso, podem ser, inclusive, interligados por uma rede de computadores, aproximando-se, cada vez mais, da realidade. Nesse contexto, autores como Wise *et al.* (2010) explicam que:

Como uma ferramenta inserida em um amplo programa de treinamento, ela proporciona um excelente ambiente de treino, bem aceito na comunidade aeronáutica. As simulações permitem uma oportunidade para qualificação inicial ou requalificação e são um meio para experienciar condições críticas que, provavelmente, nunca seriam encontradas em voo (Wise *et al.*, 2010, p. 442).⁵

Para a Força Aérea Brasileira (FAB), na Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) 11-45, “Concepção Estratégica - Força Aérea 100” (2018), um dos melhores caminhos para a agilidade no treinamento operacional é a simulação real-virtual-constructiva. Além disso, na mesma diretriz, está prevista a visão da FAB para o ano de 2041: “Uma Força Aérea de grande capacidade dissuasória,

⁵ Tradução livre de: “As a tool within a broader training program, it provides an excellent training environment that is well accepted by the aviation community. It provides an opportunity for initial qualification or requalification in type and is a means for experiencing critical conditions that may never be encountered in flight” (Wise; Hopkin; Garland, 2010, p. 442).

operacionalmente moderna e atuando de forma integrada para a defesa dos interesses nacionais” (Ministério da Defesa, 2018, p.19).

Além disso, através do Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Aeronáutica PCA 11-217, o Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER) estabeleceu diversos projetos desenvolvidos pelos Grandes Comandos da FAB, que influenciaram positivamente nas capacidades de ensino (Ministério da Defesa, 2021).

A Academia da Força Aérea utiliza simuladores de voo em sua formação desde 1991, porém somente para a Instrução Básica na aeronave T-27 Tucano para o quarto ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv).

Apesar de existente, segundo Gonçalves (2018), o simulador da aeronave T-27 Tucano não era eficiente, chegando inclusive a prejudicar o desempenho do Cadete, pois a plataforma hidráulica móvel encontrava-se avariada e não havia projeção de imagem na época. Foi notado, também, que ocorreu um decréscimo de 18,55% nas notas de voo real em relação ao voo simulado nos antigos simuladores, contrariando a intenção inicial do dispositivo de treinamento (Herculian, 2017).

Visando atender as complicações encontradas na utilização ineficaz nos últimos anos do simulador da aeronave T-27 e na ausência do simulador da aeronave T-25, a AFA, em conjunto com o Centro de Computação da Aeronáutica (CCA-SJ), desenvolveu os simuladores T-2000 e T-3000, para emular as aeronaves T-25 e T-27, foco do presente trabalho, e o simulador T-4000, exclusivo para a aeronave T-27.

Especificamente sobre os simuladores T-2000 (Figura 1) e T-3000, estes são possuidores de dupla configuração de software, podendo ser utilizados para suprir tanto a demanda de instrução do 2º EIA, para a aeronave T-25, quanto para suprir a demanda do 1º EIA, na utilização do T-27. Foram desenvolvidos utilizando a tecnologia de *Force Feedback*, que é “a simulação do toque físico do mundo real, enquanto em um ambiente simulado, como a realidade virtual, por meio de movimento motorizado ou resistência” (Iris Dynamics, 2023)⁶.

⁶ Tradução livre de "the simulation of real-world physical touch, while in a simulated environment such as virtual reality (VR), by way of motorized motion or resistance"(Iris Dynamics, 2023).



Figura 1 Simulador T-2000

Fonte: reprodução/Agência Força Aérea. Recuperada de [AFA inaugura o simulador T-2000 para o CFOAv » Força Aérea \(forcaarea.com.br\)](http://forcaarea.com.br)

A diferenciação presente entre os simuladores está principalmente em sua configuração física, onde o T-2000 conta com um sistema de 3 telas, fornecendo uma capacidade de visão de 180°, suprimindo as necessidades de treinamento do voo básico. Já o simulador T-3000 (Figura 2) utiliza um sistema de maior imersão, contando com um óculos de realidade virtual (RV), fornecendo um campo de visão de 360°, além de isolar as condições externas, onde o instrutor consegue, por meio de duas telas, acompanhar o ponto de visão do instruendo além dos parâmetros empregados no voo simulado (Ministério da Defesa, 2020a).



Figura 2 Simulador T-3000

Fonte: reprodução/Agência Força Aérea. Recuperada de [CCA-SJ instala Dispositivos de Treinamento de Voo baseados em Realidade Virtual na AFA - Força Aérea Brasileira \(fab.mil.br\)](http://fab.mil.br)

Ambos os simuladores possuem capacidade de interconexão de rede entre os simuladores presentes. Além disso, há possibilidade de inserção de um controlador de voo real no sistema, capaz de realizar separação de tráfego ou comandar procedimentos previstos em treinamento, aproximando-se ainda mais da realidade (Ministério da Defesa, 2020b).

De acordo com Gambaroni (2009), é possível, através dos simuladores de voo, inserir fatores condicionantes como a meteorologia e falhas mecânicas, aproximando com bastante realismo, das situações de risco encontradas na realidade, sem que haja a necessidade de exposição direta dos pilotos às problemáticas. Além disso, segundo o autor supracitado, este tipo de treinamento gera grande economia de recursos e tempo.

Atualmente, as missões possuem uma natureza formativa, sendo desprovidas de caráter somativo. Isso implica que as notas atribuídas a essas missões de instrução não são utilizadas para efeitos de classificação ou reprovação. Além das missões obrigatórias, os simuladores encontram-se acessíveis aos cadetes para livre utilização, visando aprimoramento e treinamento, em períodos previamente agendados ou após o término das atividades regulares (Ministério da Defesa, 2023).

Para fins de Instrução Aérea na Academia da Força Aérea, “Estágio” é definido pelo conjunto de fases da instrução de voo, em aeronave específica, prevista no Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) do ano referente (Ministério da Defesa, 2024). No ano de 2021, foco do estudo, o Estágio Primário da aeronave T-25 Universal, contava somente com a fase “Pré-Solo”.

A fase de instrução de voo é composta por um número específico de missões aéreas (voos avaliados com a finalidade de desenvolver a proficiência em pilotos, conforme nível de aprendizado), especificadas e definidas no PIMO (Ministério da Defesa, 2024).

Na atividade aérea, as missões são avaliadas e, ao final desta, o aluno receberá um grau que exprime, subjetivamente, o desempenho global em questão. Para imprimir esse grau, a avaliação passa por diferentes níveis de aprendizado, sendo estes:

- 1) Preparação (PR): em que o aluno faz o ajustes necessários para o cumprimento dos itens previstos, de forma mental, física e emocional;
- 2) Resposta Orientada (RO): em que o aluno age sob orientação do instrutor. Neste nível busca-se desenvolver as habilidades motoras simples;
- 3) Resposta Mecânica (RM): neste nível já existe certa confiança e proficiência por parte do aluno, executando as ações sem necessidade de acompanhamento do

instructor. Neste nível ainda existe intervenção do instrutor, normalmente de forma verbal, com a intenção de aperfeiçoar a ação;

- 4) Resposta Aberta Complexa (RC): ao atingir este nível, entende-se que o aluno atingiu alto grau de habilidade, sendo capaz de executar, perceber erros e executar correções sem a presença do instrutor (Ministério da Defesa, 2024).

As Instruções Simuladas (IS), são as missões aéreas ministradas a partir de simuladores de voo. Na AFA são utilizados os simuladores T-2000 e T-3000 para ministrar as missões relativas ao curso da aeronave T-25 Universal. Vale ressaltar que, em função do caráter experimental, os graus finais têm caráter formativo e não somativo, não sendo computados para fins de classificação.

O aprendizado da pilotagem militar é composto, segundo Brandello (2016), por cinco habilidades: domínio psicomotor (baseado na habilidade de coordenação do movimento físico), raciocínio espacial, atenção seletiva, processamento de informação (auditiva e visual) e capacidade de gerenciar múltiplas tarefas (psicomotora e cognitivas combinadas).

Em suma, o referencial teórico apresentado neste estudo, abordou os principais pontos acerca do funcionamento dos simuladores de voo bem como sua utilização no âmbito da Força Aérea Brasileira, as documentações vigentes do Comando da Aeronáutica acerca do assunto, o funcionamento da avaliação do piloto em fase de treinamento no âmbito militar e as habilidades necessárias para sua execução.

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de realizar uma pesquisa explicativa, este estudo visou elaborar um artigo científico. As pesquisas explicativas buscam identificar as variáveis que influenciam um determinado fenômeno, proporcionando uma explicação para sua ocorrência (Gil, 2002). Além disso, de acordo com Severino (2014), “busca identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático, seja através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos”.

O presente trabalho foi conduzido por meio de uma análise bibliográfica e documental, adotando uma abordagem qualitativa. De acordo com Gil (2002), as pesquisas bibliográficas são fundamentadas em livros e periódicos já publicados, enquanto as pesquisas documentais utilizam documentos provenientes de instituições públicas e privadas, como sindicatos e partidos políticos.

Além disso, foram empregados métodos qualitativos de análise de dados descritivos e interpretação pelo pesquisador (Soares et al., 2018).

Conforme Gil (2002), a pesquisa documental analisa documentos para que possam ser tratados analiticamente, sendo assim, serão utilizados artigos científicos, livros e teses, juntamente com análise de documentos disponíveis no Arquivo Nacional Brasileiro e no Comando da Aeronáutica (COMAER), incluindo publicações acerca dos Programas de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) da Academia da Força Aérea (AFA). Essa abordagem justifica a utilização da análise bibliográfica e documental como fundamentos para a pesquisa.

Para a produção do artigo, foi realizado levantamento de campo no 4º Esquadrão da Academia da Força Aérea, com pilotos que realizaram o curso primário da aeronave T-25 Universal no 2º Esquadrão de Instrução Aérea no ano de 2021, unidade responsável pela formação inicial dos pilotos da Força Aérea Brasileira.

Foi realizada uma abordagem virtual, solicitando o preenchimento voluntário e anônimo do público-alvo. Não é possível identificar os respondentes. Para a coleta dos dados, utilizou-se o método de questionário, com a finalidade de verificar as impressões de pilotos que utilizaram simuladores de voo na instrução primária em 2021.

Não houve necessidade de submeter a pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) por constituir pesquisa de opinião pública com participantes não identificados, em consonância com o Art. 1, Parágrafo Único da Resolução Nº 510/2016 do CEP/CONEP (CNS, 2016).

Na montagem do questionário, utilizou-se da escala de Likert, “um tipo de escala de atitude na qual o respondente indica seu grau de concordância ou discordância em relação a determinado objeto” (Appolinário, 2007).

Sendo assim, o formulário foi confeccionado com 7 perguntas, sendo elas: “Realizou o Curso Primário na Aeronave T-25 Universal no ano de 2021?”, “Em sua opinião, qual o grau de importância das Instruções Simuladas (IS) realizadas antes do início da Atividade Aérea (IS-1, IS-2, IS-3, IS-4 e IS-5) para seu rendimento inicial no Curso Primário T-25 em 2021”, “Em sua opinião, qual o grau de importância das Instruções Simuladas (IS) realizadas após o início da Atividade Aérea (IS-6, IS-7, IS-8, IS-9 e IS-10) para seu rendimento no Curso Primário T-25 em 2021”, “Em sua opinião, qual o grau de importância do Treinamento Livre (sem constituir missão prevista) para seu rendimento no Curso Primário T-25 em 2021?”, “Na sua perspectiva, quais das habilidades descritas abaixo foram desenvolvidas em 2021 por meio de treinamento em simuladores de voo?”, “Na sua perspectiva, quais das habilidades descritas abaixo você considera que não foram

desenvolvidas em 2021 por meio de treinamento em simuladores de voo?” e “Quão importante você considera o uso dos Simuladores de Voo para a Formação Primária na Aeronave T-25 Universal”.

Foi enviado, via *WhatsApp*, no dia 21 de Fevereiro de 2024, o questionário a 113 pilotos de T-25 que realizaram o Estágio Primário em 2021, das quais foram obtidas 69 respostas até o dia 13 de Abril de 2024, término da pesquisa.

Os 113 pilotos envolvidos na pesquisa cursam, no presente ano, o 4º ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAV) da Academia da Força Aérea e concluíram o Curso Primário da Aeronave T-25 em 2021. A pesquisa não contempla os pilotos que não lograram êxito no decorrer do Curso Primário, devido a dificuldades no contato com os Cadetes reprovados.

O presente estudo, realizado por meio de formulário, é caracterizado como um levantamento de opinião, em que obteve-se uma taxa de resposta de 61,06%, com 69 dos 113 participantes convidados participando da pesquisa. Essa taxa de resposta é considerada adequada para a natureza deste estudo e fornece uma amostra significativa e esperada para a análise das opiniões coletadas. Segundo Mineiro (2020), a taxa média de resposta em levantamentos aplicados pela internet é de 50%.

É relevante salientar que o objetivo deste levantamento é captar uma visão geral das percepções e opiniões dos participantes, ao invés de conduzir uma análise estatística rigorosa. Levantamentos de opinião frequentemente apresentam variabilidade nas taxas de resposta (Mineiro, 2020).

Além disso, fatores contextuais podem ter influenciado a disponibilidade dos participantes para responder o presente questionário. A coleta de dados foi realizada durante um período intenso de iniciação à Atividade Aérea na Aeronave T-27, o que pode ter impactado a participação dos pilotos na pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar o artigo “A Relevância dos Simuladores de Voo para o emprego do Poder Aeroespacial Brasileiro” de Savino e Moura *et al.* (2023), em que foram analisados dados de Cadetes das turmas de 2020 e 2021, anteriores e posteriores à implementação do uso dos Simuladores T-2000 e T-3000 na Instrução Primária da aeronave T-25 Universal, pelo Esquadrão de

Treinamento Simulado (ETS) (p. 177), percebeu-se alterações significativas na Instrução Aérea realizada pelo 2º Esquadrão de Instrução Aérea.

Segundo Savino e Moura *et al* (2023) a partir de análise de dados realizado no *software* RStudio, com foco nas reprovações no curso, foi constatado que houve redução das reprovações entre os anos de 2020 e 2021, o que sinaliza os primeiros indícios da influência positiva do uso dos Simuladores de Voo na formação primária dos Cadetes Aviadores.

Após a descoberta desses indícios iniciais, foi realizado pelo presente autor um levantamento a fim de que fossem desvendadas as impressões dos usuários desta tecnologia. A pesquisa buscou identificar a opinião dos Cadetes Aviadores que realizaram a Instrução Primária em 2021 sobre as Instruções Simuladas (IS) realizadas prévia e posteriormente ao início da Atividade Aérea, de forma obrigatória, e do Treinamento Livre (sem constituir missão avaliada). Além disso, foi feito um mapeamento das habilidades desenvolvidas e não desenvolvidas pelos treinadores T-2000 e T-3000.

Durante a pesquisa, constatou-se que 100% dos avaliados realizaram o Curso Primário na Aeronave T-25 Universal no ano de 2021.

O Curso Primário de 2021 foi o primeiro a ser contemplado com o uso de simuladores de voo. Na ocasião, antes do início da atividade aérea, os Cadetes realizaram cinco Instruções Simuladas. Logo após o começo das missões reais, foram realizadas outras cinco Instruções Simuladas, concomitantes ao voo.

Além das instruções especificadas anteriormente, em 2021 era autorizado para os instruídos a condução de treinamentos de forma livre nos simuladores de voo, sem avaliação por parte de instrutores.

A discussão dos resultados é obtida através das respostas do levantamento realizado via questionário online, o qual foi aplicado a 113 pilotos da aeronave T-25 Universal que realizaram o Curso Primário da aeronave no ano de 2021, dos quais foram obtidas 69 respostas do referido grupo. A amostragem foi escolhida por contemplar a implementação inicial dos simuladores de voo.

Ademais, o levantamento busca complementar os resultados obtidos no estudo realizado por Brandello e Savino *et al* (2023) no artigo “A Relevância dos Simuladores de Voo para o Emprego do Poder Aeroespacial Brasileiro”, apresentado no Congresso Acadêmico sobre Defesa Nacional.

Por meio do questionário, foi possível apontar quais habilidades não foram desenvolvidas pelos pilotos, sendo um indício de quais fatores precisam ser aprimorados para melhorar a eficiência do treinamento. Pelo menos um a cada três respondentes chegou a conclusão de que o

pouso, a fraseologia e a decolagem não foram desenvolvidas no treinamento simulado em 2021, vide Figura 3.

Na sua perspectiva, quais das habilidades descritas abaixo você considera que **não foram** desenvolvidas em 2021 por meio de treinamento em simuladores de voo? [Copiar](#)

69 respostas

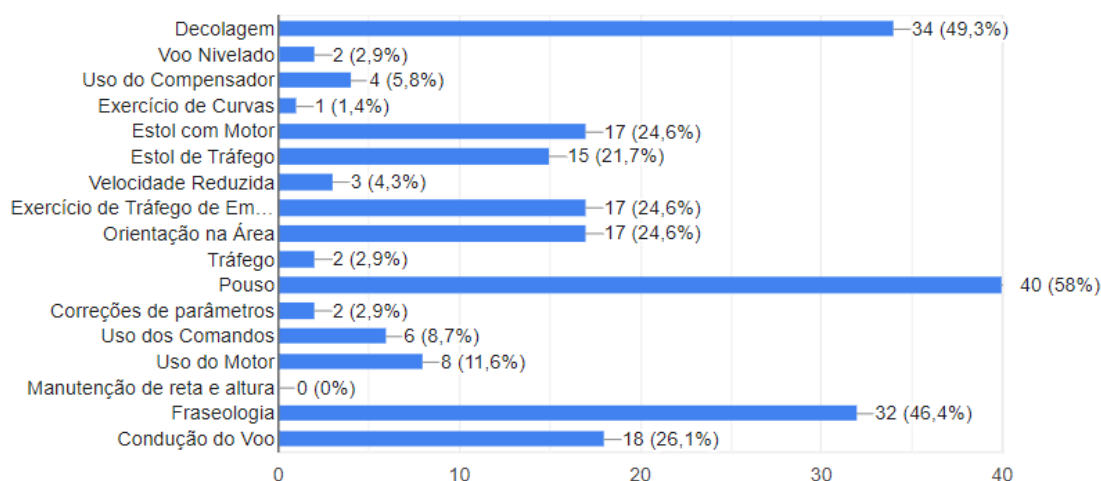


Figura 3 - Gráfico de Habilidades Não Desenvolvidas por Simulador

Fonte: O Autor.

Foi indagado na pesquisa quais habilidades foram desenvolvidas pelos pilotos que realizaram a instrução primária através do treinamento nos simuladores de voo. Sob tal ótica, constatou-se que as capacidades de manter voo nivelado, utilizar o compensador, realizar curvas, o exercício de velocidade reduzida, tráfego para pouso, correções de parâmetros e manutenção de reta e altura, foram habilidades que pelo menos três a cada quatro dos respondentes acreditam ter sido desenvolvidas, demonstrando indícios de uma tendência na melhora das atividades supracitadas, vide Figura 4.

Na sua perspectiva, quais das habilidades descritas abaixo você considera que foram desenvolvidas em 2021 por meio de treinamento em simuladores de voo?



69 respostas

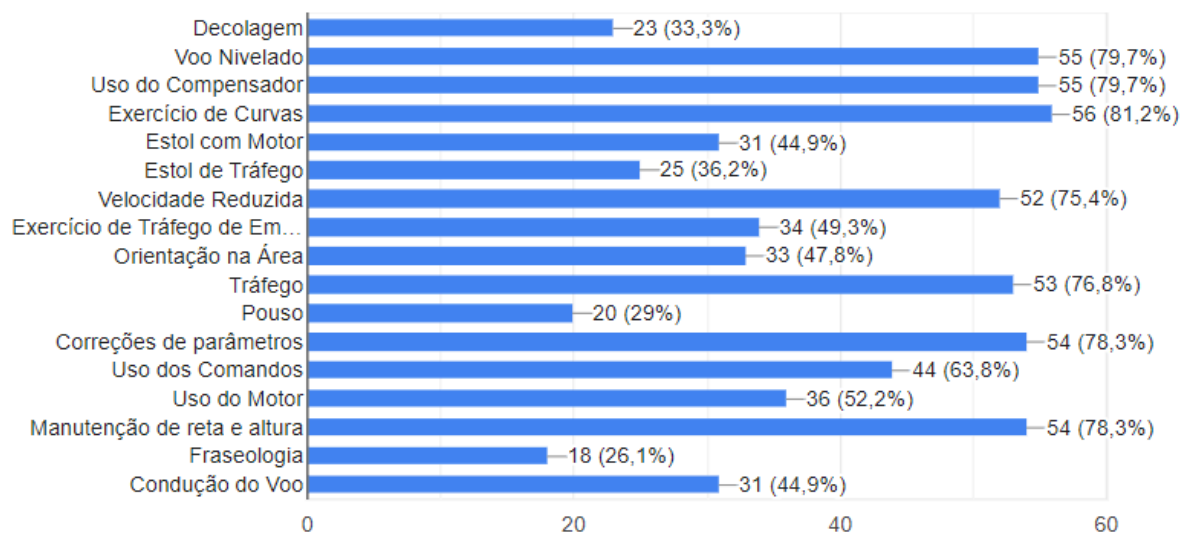


Figura 4 Gráfico de Habilidades Desenvolvidas pelo Simulador de Voo

Fonte: O Autor.

Ao comparar as respostas de ambas perguntas descritas anteriormente, pode-se notar que, mesmo as habilidades que apontaram maior tendência a não serem desenvolvidas por meio de treinamento em simuladores de voo, não alcançaram elevados apontamentos negativos. Somente a habilidade de desenvolvimento do pouso atingiu pelo menos 50% de reprovação na capacidade de treinamento.

Ademais, pode-se notar que, de acordo com a Escala de Likert, é possível inferir e identificar a importância do uso de Simuladores de Voo para a formação primária, por meio de consenso entre os respondentes acerca da importância da utilização desta tecnologia para o aprendizado e desempenho na Atividade Aérea, conforme gráfico apresentado na Figura 5.

Quão importante você considera o uso dos Simuladores de Voo para a Formação Primária na Aeronave T-25 Universal?



69 respostas

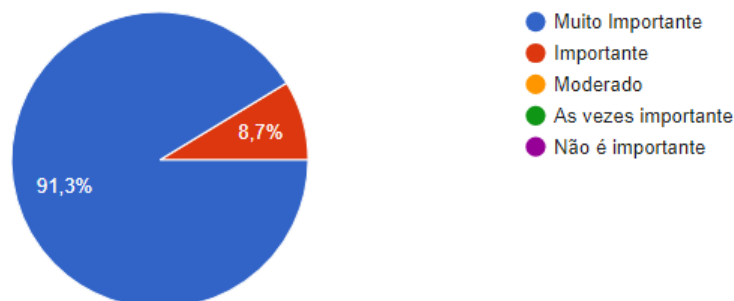


Figura 5 Importância dos Simuladores de Voo para a Formação Primária

Fonte: O Autor.

Fatores como os apresentados no gráfico acima, além de contribuir com a tese do presente estudo, reforçam a tese apontada no artigo “A Relevância dos Simuladores de Voo para o Emprego do Poder Aeroespacial Brasileiro” de Brandello e Savino *et al* (2023) de que houve indícios positivos da implantação dos Simuladores de Voo na Instrução Primária, onde é apresentado um consenso entre os respondentes acerca da importância dos simuladores de voo.

O uso dos simuladores de voo, antes do início do voo real, demonstrou indícios de influência positiva, para os pilotos, no rendimento inicial do Curso Primário da Aeronave T-25. No ano de 2021, previamente à primeira missão de voo real, foram realizadas cinco missões nos simuladores T-2000 e T-3000, denominadas “IS-01, IS-02, IS-03, IS-04 e IS-05”. Ao ser analisado o grau de importância dessas instruções simuladas (IS), antes do início da Atividade Aérea, foi constatado um consenso sobre ter sido importante para o rendimento inicial no Curso Primário, vide Figura 6.

Em sua opinião, qual o grau de importância das Instruções Simuladas (IS) realizadas antes do início da Atividade Aérea (IS-1, IS-2, IS-3, IS-4 e IS-5) para seu rendimento inicial no Curso Primário T-25 em 2021?



69 respostas

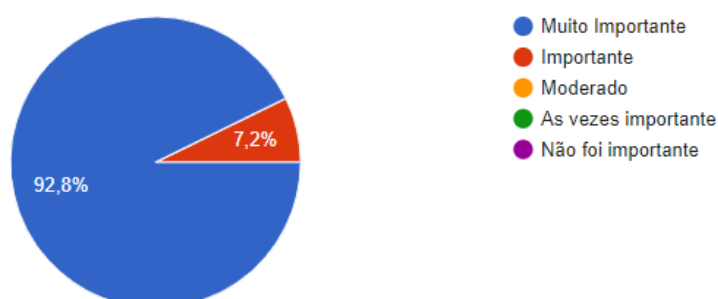


Figura 6 Importância das Instruções Simuladas antes do início da Atividade Aérea

Fonte: O Autor.

Após o início da Atividade Aérea de 2021, outras cinco Instruções Simuladas foram aplicadas aos Cadetes: “IS-06, IS-07, IS-08, IS-09 e IS-10”, concomitantes ao voo real. Ainda que, para a maioria dos respondentes, as missões aplicadas no simulador sejam consideradas importantes para o desempenho no Curso Primário, este número já cai para 82,6% (vide Figura 7), diferente das respostas contidas na Figura 6, onde 100% das respostas apontavam para a importância das missões.

Em sua opinião, qual o grau de importância das Instruções Simuladas (IS) realizadas após o início da Atividade Aérea (IS-6, IS-7, IS-8, IS-9 e IS-10) para seu rendimento no Curso Primário T-25 em 2021?



69 respostas

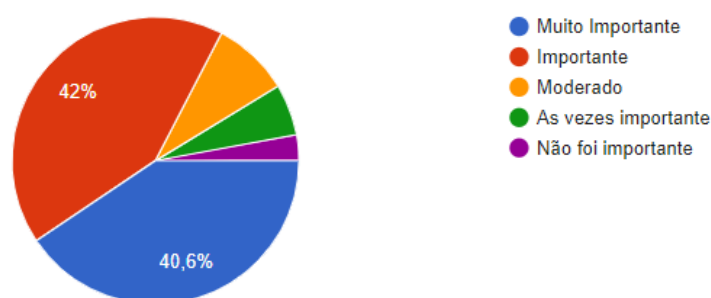


Figura 7 Importância das Missões Simuladas após o início da Atividade Aérea

Fonte: O Autor

No decorrer do Curso Primário da Aeronave T-25, em 2021, os Cadetes eram autorizados a realizar o Treinamento Livre, sem constituir missão avaliada. Outro fator relatado pela pesquisa foi o grau de importância deste treinamento indicado pelos pilotos. Foi relatado, por 97,1% dos respondentes, indícios positivos do Treinamento Livre no rendimento nos voos reais do Curso Primário, vide Figura 8.

Em sua opinião, qual o grau de importância do Treinamento Livre (sem constituir missão prevista) para seu rendimento no Curso Primário T-25 em 2021?

69 respostas

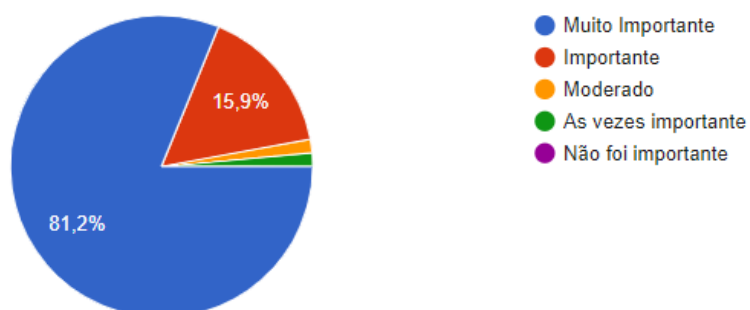


Figura 8 Importância do Treinamento Livre para a Atividade Aérea

Fonte: O Autor

Comparando os gráficos apresentados nas Figuras 7 e 8, pode-se perceber uma tendência relatada pelos pilotos de 2021 de que o Treinamento Livre tende a ser mais importante para o rendimento no curso do que as missões avaliadas concomitantes ao voo. Porém, para o grupo estudado, é indiscutível e consenso absoluto (entre os respondentes), que as Instruções Simuladas, realizadas antes do início da Atividade Aérea, foram importantes no rendimento inicial do Curso Primário da Aeronave T-25 de 2021.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alinhando-se à Concepção Estratégica - Força Aérea 100, que prevê uma FAB operacionalmente moderna, os Simuladores de Voo T-2000 e T-3000, têm demonstrado ser uma

excelente ferramenta para a Instrução Aérea na AFA, conforme evidenciado nos resultados e discussões previamente apresentados.

De acordo com as pesquisas conduzidas por Savino e Moura *et. al* (2023), foi constatado uma redução nas reprovações do Curso Primário, comparando os anos de 2020 e 2021, anteriores e posteriores à implementação do uso de Simuladores para a Atividade Aérea do T-25, tornando o curso primário mais eficiente. Essa tendência positiva advinda da aplicação dessas novas tecnologias sugere um impacto benéfico na formação inicial dos pilotos.

Retomando o objetivo principal deste trabalho, buscou-se identificar, através da Opinião de Cadetes Aviadores, quais habilidades psicomotoras podem ter sido influenciadas pelo Treinamento Simulado na Instrução Primária de 2021. Na condução da pesquisa, foi percebido que ao menos 75% dos Cadetes entrevistados indicaram que as capacidades de manter voo nivelado, utilizar o compensador, realizar curvas, o exercício de velocidade reduzida, tráfego para pouso, correções de parâmetros e manutenção de reta e altura foram aperfeiçoadas com auxílio do Simulador de Voo. Estes resultados podem indicar avanços no desenvolvimento de habilidades psicomotoras importantíssimas para a pilotagem de aeronaves. Sendo assim, tais indícios apontam para possíveis influências positivas na formação inicial dos pilotos da FAB.

Atendendo o objetivo específico “A) Avaliar a importância dos Simuladores de Voo para o desempenho na Instrução Primária da Aeronave T-25”, foi demonstrado, pelos participantes da pesquisas dados extremamente positivos acerca da importância do uso dos simuladores de voo para a instrução primária. Na condução da pesquisa, foi percebido que 91,3% classificam o uso como Muito Importante e 8,7% classificam como Importante, demonstrando um consenso acerca do assunto.

Na condução deste trabalho, também foi atingido o objetivo específico “B) Identificar a opinião de Cadetes Aviadores que participaram das Instruções Simuladas (IS) em 2021 acerca da utilização dos simuladores na Instrução Primária”, a pesquisa foi dividida em dois momentos de uso das Instruções Simuladas: as realizadas previamente à atividade aérea (IS-01 à IS-05) e as postuladas depois do início dos voos reais (IS-06 à IS-10).

Sobre as missões iniciais, foi apontado um consenso da importância de sua realização, em que 92,8% dos entrevistados classificou como Muito Importante e 7,2% como Importante. Já nas missões realizadas de forma conjunta à atividade aérea, esta porcentagem cai em relação ao treinamento inicial, porém mantém-se como positiva. Neste segundo caso, foi apontado que 40%

dos respondentes classificam como Muito Importante, 42% como Importante e 18% entendem como moderado, às vezes importante ou não importante.

Pode-se perceber, também, capacidades que, segundo a percepção de pilotos, podem ser estudos de melhoria nos Simuladores T-2000 e T-3000, como a decolagem e o pouso, em que pelo menos 49% dos respondentes informaram não ter sido desenvolvidos durante os treinamentos simulados. Adicionalmente, a habilidade de desenvoltura da fraseologia não foi considerada satisfatória, com grau de reprovação de 46%. Fatores como esses, podem ser objetos de estudos posteriores, para uma melhora na qualidade da instrução realizada pelo Esquadrão de Treinamento Simulado.

Como desdobramentos futuros desta pesquisa, recomenda-se uma análise detalhada de dados específicos aos itens de avaliação do voo dos anos 2020 e 2021, identificando estatisticamente quais itens em específico foram influenciados pelo uso do simulador, por meio da comparação de graus obtidos nas habilidades específicas anteriores e posteriores a implantação dos Simuladores de Voo na Instrução Primária. Além disso, poderá ser possível a comparação da opinião dos pilotos respondentes da pesquisa realizada neste trabalho com os resultados a serem obtidos.

REFERÊNCIAS

ALLERTON. **Principles of flight simulation**. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd. 2009.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

BRANDELLO, G. H. O. M. **Alternativas de Treinamento para o Desenvolvimento do Atributo Múltiplas Tarefas na Pilotagem Militar**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais da Universidade da Força Aérea. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE - CNS. **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, Resolução Nº 510, de 07 de abril de 2016. Normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 98, 24 maio 2016. Disponível em [https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/NORMAS-RESOLUCOES/Resolucao_n_510_2016_ Cincias_Humanas_e_Sociais.pdf](https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/NORMAS-RESOLUCOES/Resolucao_n_510_2016_Ciencias_Humanas_e_Sociais.pdf). Acesso em: 18 maio 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/normastabular.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

GAMBARONI, R. **Formação do Piloto Policial**. CEETPS, São Paulo: 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, H. A. R. **Uso de simuladores de voo para a instrução de voo na AFA**. Monografia (Bacharelato em Ciências Aeronáuticas e Administração) - Curso Formação de Oficiais Aviadores, Academia da Força Aérea. 2018. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.asp?codigo_sophia=61772. Acesso em: 17 jun. 2023.

HERCULIAN, G. G. **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**. 2017. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Gestão e Emprego da Força Aérea) – Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.asp?codigo_sophia=60121.

IRIS DYNAMICS. **What is Force Feedback: Explained**. IRIS DYNAMICS, 2023. Disponível em: <https://irisdynamics.com/articles/what-is-force-feedback#:~:text=To%20put%20it%20simply%2C%20force,of%20motorized%20motion%20or%20resistance> Acesso em: 20 jul. 2023.

MINEIRO, M. (2020). **Pesquisa de Survey e Amostragem: Aportes Teóricos e Elementares**. Revista De Estudos Em Educação E Diversidade - REED, 1(2), 284-306. Disponível em: <https://doi.org/10.22481/reed.v1i2.7677>. Acesso em: 23 jun. 2024.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. Planejamento. DCA 11-45 – **Concepção Estratégica – Força Aérea 100**. Boletim do Comando da Aeronáutica, n. 180, 15 out. 2018. Disponível em:

https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/DCA%2011-45_Concepcao_Estrategica_Forca_Aerea_100.pdf.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Força Aérea Brasileira. Página Inicial. Notícias. Tecnologia. **CCA-SJ instala Dispositivos de Treinamento de Voo baseados em Realidade Virtual na AFA**. Agência Força Aérea, 10 ago. 2020a. Disponível em:

<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36122/TECNOLOGIA%20-%20CCA-SJ%20instala%20Dispositivos%20de%20Treinamento%20de%20Voo%20baseados%20em%20Realidade%20Virtual%20na%20AFA>. Acesso em: 23 jul. 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Força Aérea Brasileira. Página Inicial. Notícias. Tecnologia. **FAB inaugura novo sistema de simulador de voo para instrução dos Cadetes Aviadores**. Agência Força Aérea, 10 jul. 2020b. Disponível em:

<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/35997/ENSINO%20-%20FAB%20inaugura%20novo%20sistema%20de%20simulador%20de%20voo%20para%20instru%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Cadetes%20Aviadores>. Acesso em: 21 mar. 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. Planejamento. PCA 11-217 – **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Aeronáutica**. Brasília, DF, Portaria n. 15/CEMAER. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. Ensino. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional da Academia da Força Aérea 2023**. Pirassununga, SP, Portaria AFA n. 359/AFA. 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. Ensino. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional da Academia da Força Aérea 2024**. Pirassununga, SP, Portaria AFA. 2024.

BRANDELLO, G. O. H. M.; SAVINO, A. L. M.; SOARES, J. P. S.; LIMA, V. M.; SPINELLI, D. M.; FERREIRA, J. I. **A Relevância dos Simuladores de Voo para o Emprego do Poder Aeroespacial Brasileiro**. Congresso Acadêmico Sobre Defesa Nacional. Pirassununga, SP. 2023.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2014.

SOARES, A. et al. **Metodologia da Pesquisa Científica**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1>.

WISE, J. A.; HOPKIN, V. D.; GARLAND, D. J. **Handbook of Aviation Human Factors**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.