

IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO TREINAMENTO DE SIMULADOR NA FASE DE PRÉ-SOLO DO ESTÁGIO PRIMÁRIO NO CFOAV¹

IMPACT OF IMPLEMENTING SIMULATOR TRAINING IN THE PRE-GROUND PHASE OF THE PRIMARY STAGE IN CFOAV

Thiago Bento Magalhães²

Kátia Ferreira De Oliveira³

Marcus Vinicius De Mello Takahashi⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar se a implantação dos modernos simuladores de voo no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea afetou no desempenho geral dos Cadetes Aviadores durante a fase de pré-solo na aeronave T-25 Universal, verificando a taxa de atrito nas missões, calculada pela média da quantidade de missões que tiveram de ser repetidas, por grau deficiente ou perigoso, por quantidade de missões, a quantidade de desligamentos e a de cadetes que foram à assessoria. Inicialmente apresentou-se a parte histórica dos simuladores de voo, comentando-se acerca da modernização e desenvolvimento com o passar dos anos. Na sequência, estudou-se referências bibliográficas que abordam técnicas e métodos de aprendizagem, incluindo a teoria de Skinner (1953) e Gagné (1971), que definem a aprendizagem por condicionamento operante e foi verificada a utilização da simulação como instrumento de aprendizagem em outras áreas. Quanto à metodologia utilizada, foi realizado um estudo de caso que buscou analisar os resultados obtidos pelos Cadetes nos anos de 2020 e 2021, nas turmas Orthrus e Árion respectivamente. O artigo teve uma abordagem quantitativa, utilizando-se de dados coletados na Academia da Força Aérea, a partir dos quais foram realizados cálculos de análise de variância (ANOVA) utilizando a média da taxa de atrito de ambas as turmas. Concluiu-se que a média de quantidade de voos deficientes ou perigosos, desligamentos e reprovações da turma que teve a instrução no simulador foi inferior à que não teve, porém com a aferição dos resultados da ANOVA, utilizada na análise da taxa de atrito, não se pôde afirmar estatisticamente que a diferença foi resultado da utilização, ou não, do simulador, mas sim, que essa era insignificante.

Palavras-chave: Simulador de voo; Instrução Aérea; Formação militar; Técnica de ensino.

¹Artigo 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 Orthrus, 2020).

³ 2º Ten QOCon Magistério Matemática Superior. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas. Academia da Força Aérea. E-mail: katiakfo@fab.mil.br.

⁴ Cel Av R1, MSC da Academia da Força Aérea Marcus Vinicius de Mello Takahashi – Pirassununga/ SP. E-mail: takahashimvmt@fab.mil.br.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify whether the implementation of modern flight simulators in the Second Air Instruction Squadron affected the overall performance of the Aviator Cadets during the pre-solo phase in the T-25 Universal aircraft. This was done by assessing the attrition rate in missions, calculated by averaging the number of missions that had to be repeated due to deficient or dangerous performance, the number of disconnections, and the number of cadets who required assistance. Initially, the historical background of flight simulators was presented, discussing their modernization and development over the years. Next, reference literature was studied, which addressed learning techniques and methods, including Skinner's theory of operant conditioning (1953) and Gagné's work (1971), defining learning through operant conditioning, and the use of simulation as a learning tool in other fields was examined. Regarding the methodology, a case study was conducted to analyze the results obtained by the Cadets in the years 2020 and 2021, in the Orthrus and Árion classes, respectively. The article adopted a quantitative approach, utilizing data collected at the Air Force Academy, from which analysis of variance (ANOVA) calculations were performed using the average attrition rate of both classes. It was concluded that the average number of deficient or dangerous flights, disconnections, and failures in the class that received simulator instruction was lower than the class that did not receive it. However, based on the ANOVA results used in the attrition rate analysis, it could not be statistically confirmed that the difference was a result of the simulator usage or lack thereof. Instead, it was found to be insignificant.

Keywords: Flight simulator; Aerial instruction; Military training; Teaching technique.

INTRODUÇÃO

O piloto militar da Força Aérea Brasileira (FAB) dá início à sua formação na Academia da Força Aérea (AFA) através do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv). Esse tem duração de 4 anos e o Cadete Aviador, atualmente, voa no segundo e no quarto anos nas aeronaves T-25 UNIVERSAL e EMB-312 T-27, respectivamente. Nos anos de 2018 até 2021, o voo no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea (2º EIA) era realizado no primeiro ano (BRASIL, 2020).

Atualmente, no segundo ano do CFOAv, é realizada a instrução primária da atividade aérea que é dividida em três fases: pré-solo, manobras e acrobacias e formatura. No ano de 2020 e 2021, os Esquadrões Orthrus e Árion, respectivamente, realizaram somente a fase de pré-solo na aeronave T-25 no primeiro ano do CFOAv. Na fase de pré-solo, tem-se o primeiro contato do Cadete com o voo militar real. Essa é voltada para o treinamento básico do piloto e visa capacitar o Cadete, com aproximadamente quinze missões, a galgar a condição de voar solo (BRASIL, 2022).

Em cada voo, é atribuído um grau pelo instrutor de voo e o mesmo decide se o Cadete

poderá prosseguir para a missão seguinte ou terá que repeti-la. Nem todos os alunos atingem o grau necessário pra avançar para a próxima missão, pois o nível de dificuldade aumenta a cada voo, por consequência, após levar três graus deficientes ou um perigoso são desligados do curso (BRASIL, 2022).

O nível de dificuldade de cada exercício realizado e avaliado em voo varia, segundo o previsto no Programa de Instrução e Manutenção Operacional (2022), conforme os seguintes níveis de aprendizagem:

- PR (PREPARAÇÃO): o instrutor demonstra a execução para o aluno, visando reduzir a surpresa e a novidade dos exercícios;
- RO (RESPOSTA ORIENTADA): o cadete age sob orientação do instrutor, aprimorando habilidades motoras básicas, sendo responsabilidade deste servir como exemplo, para que o estudante alcance, por meio da orientação e da prática repetida, o resultado desejado;
- RM (RESPOSTA MECÂNICA): o aluno adquiriu uma certa confiança e um nível adequado de habilidade em relação à resposta, sendo capaz de executar a ação por conta própria, sem a supervisão do instrutor, com relativa segurança, tornando-a uma resposta habitual. Por vezes, ainda é necessário o controle do IN, porém para aprimorar a ação, geralmente de forma verbal.; e
- RC (RESPOSTA COMPLEXA): ao alcançar esse estágio, o instruendo terá adquirido um elevado nível de habilidade, pois executará um conjunto integrado de movimentos com facilidade e eficiência, sendo capaz, de forma autônoma, de identificar e corrigir seus próprios erros com precisão, sem a necessidade da presença do instrutor.

Os graus atribuídos a cada exercício em seu nível de aprendizagem (acima descritos), variam de 1 a 6 baseados no documento citado anteriormente, dos quais:

- 1 - PERIGOSO: quando as normas da atividade aérea forem violadas sem qualquer justificativa, levando à intervenção do Instrutor para evitar acidentes previsíveis;
- 2 -DEFICIENTE: o aluno não atinge o nível esperado, apresentando erros em um ou mais itens de avaliação, não podendo assim progredir para o nível seguinte ;
- 3 -SATISFATÓRIO NOS MÍNIMOS: o instruendo executa o exercício com dificuldade, sendo necessário muito treinamento para atingir o mínimo rendimento aceitável de acordo com o nível de aprendizagem;
- 4 -SATISFATÓRIO: o cadete apresenta erros durante a execução dos exercícios da missão, mas atinge o nível esperado com treinamento;
- 5 -BOM: o grau “bom” é atribuído quando o avaliado apresenta poucos e pequenos

erros durante o voo, atingindo com pouco treinamento o nível esperado; e

- 6 - EXCELENTE: o cadete demonstra excelente domínio da aeronave e atinge, ou supera com facilidade o nível previsto para a realização da missão. Tal grau para ser válido deve-se ter aprovação do Comandante do EIA.

O Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea (EIA) já utilizava o simulador de voo para o treinamento dos Cadetes, diferentemente do Segundo EIA. Vislumbrando a oportunidade de se treinar para o voo real em um ambiente virtual antes e durante o curso, em 2020, a Academia da Força Aérea adquiriu simuladores de voo modernos e iniciou-se a fase de testes desses novos instrumentos (BRASIL, 2020). No ano de 2021, foi implementado o uso do simulador de voo T2000 no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea para auxiliar na instrução dos Cadetes Aviadores do Primeiro Esquadrão durante a fase de pré-solo (Força Aérea Brasileira, 2020).

A turma Árion teve a oportunidade de realizar missões no simulador juntamente com os instrutores de voo, podendo se ambientar com a instrução aérea antes mesmo de iniciarem o voo real na aeronave T-25 - durante a fase de pré-solo no ano de 2021 - diferentemente da turma Orthrus, em 2020. Surge, então, a hipótese de que a implantação da instrução aérea simulada impactou no desempenho dos cadetes no voo real, durante a fase de pré-solo.

Isto posto, gerou o seguinte problema de pesquisa: em que medida a instrução aérea simulada impactou no atrito dos Cadetes Aviadores na fase de pré-solo no Segundo EIA?

Visando solucionar esse problema, não só foi analisado cientificamente que existe a influência de se praticar simuladores com a finalidade de adquirir o condicionamento necessário para se realizar o voo real, analisando teorias de aprendizagem e sua utilização em outros meios, como também foi aferido os resultados obtidos entre os Esquadrões Orthrus e Árion. Para delimitação da pesquisa, foi analisada a influência somente na fase de pré-solo da etapa primária do CFOAv.

Com isso, os objetivos específicos apresentados nesse trabalho foram: Identificar variação na quantidade de voos deficientes atribuídos na fase de pré-solo, identificar a quantidade de reprovações associadas à instrução aérea computadas nos anos de 2020 e 2021 no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea e verificar a quantidade de Cadetes desligados efetivamente na fase de pré-solo no Segundo EIA nos Esquadrões Orthrus e Árion. Tendo esses dados, realizou-se uma análise de variância para se analisar estatisticamente chegando às conclusões matemáticas.

O motivo que levou a escolha desse tema foi a busca de uma base teórica e explicativa que justificasse o investimento da Força Aérea Brasileira nos novos simuladores que foram

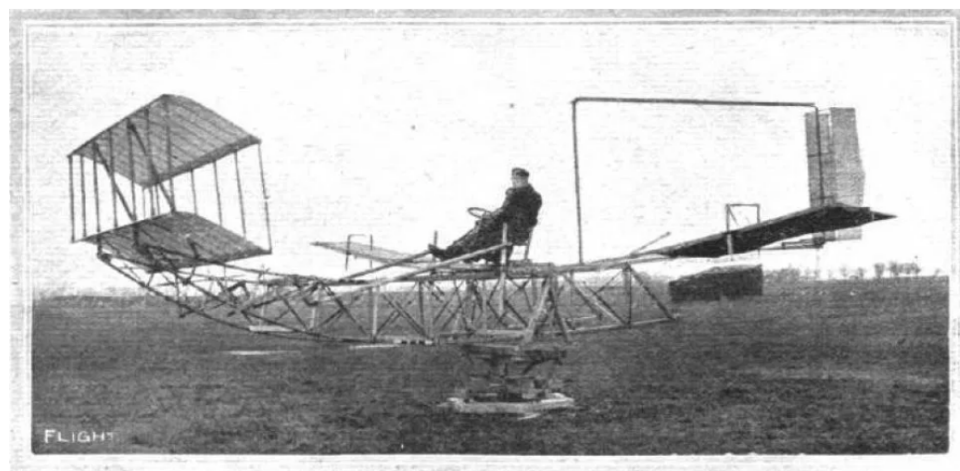
implantados na Academia da Força Aérea, visando a melhor formação do Cadete da Aeronáutica. Essa pesquisa pode contribuir para a análise do desempenho dos Cadetes antes e depois da implantação desse novo instrumento tecnológico, fazendo uma comparação entre a quantidade de voos que tiveram de ser repetidos por terem recebido grau deficiente na missão (taxa de atrito), a quantidade de cadetes que foram reprovados e a quantidade de desligados efetivamente do curso do Esquadrão Orthrus e do Esquadrão Árion. E, do mesmo modo, os setores responsáveis pela implantação e pelo investimento nesse equipamento terão um *feedback* acerca dos resultados obtidos.

Por fim, a conclusão deste trabalho verificou a efetividade da utilização do treinamento de voo simulado durante a fase de pré-solo e comparou os resultados obtidos pelas duas turmas que realizaram o curso, na aeronave T-25 UNIVERSAL, durante o primeiro ano de formação na AFA.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 SIMULADOR DE VOO

Vale ressaltar a parte histórica dos simuladores, que iniciou por volta de 1910, quando se teve a construção dos primeiros simuladores voltados para a instrução aérea. Esse foi denominado *Sanders Teacher* (Figura 1), inventado por Eardley Billing, e era um aeroplano sobre uma articulação universal fixa ao solo. Com o decorrer do tempo, novos equipamentos foram sendo criados e desenvolvidos visando o aprimoramento dos pilotos (BRASIL, 2016).



The Sanders Teacher in use.

Figura 1 Simulador Sanders Teacher

Fonte: Av8rAero Flight Simulation (2018)

Após a criação do aparelho de simulação “*Sanders Teacher*”, os inventores que o sucederam tinham como objetivo montar uma máquina que simulasse uma aeronave. Surgiu-se então o primeiro conceito de simulação de voo (GOMES, 2019). Um simulador da época que teve grande destaque foi o “Barril de Aprendizado de Antoinette”, que era dotado de articulações (BRASIL, 2016).



Figura 2 Simulador de voo Antoinette

Fonte: Força Aérea Brasileira, Museu Aeroespacial (2018)

Com o passar dos anos, os simuladores de voo foram se desenvolvendo, buscando atingir a capacidade operacional máxima e levando o piloto a ter a oportunidade de simular situações reais, preparando-o assim para diferentes situações que podem ocorrer durante a operação da aeronave (LEMOS, 2021).

A AFA, desde 1980 possui um simulador para a aeronave T27, porém em 2020, a Academia da Força Aérea implementou o uso do simulador T2000 (Figura 3) no Curso de Formação de Oficiais Aviadores no Segundo e no Primeiro Esquadrão de Instrução Aérea (BRASIL, 2020).

Este é mais um salto na formação dos nossos cadetes aviadores. Estamos familiarizados com outro tipo de simulador que complementa a instrução aérea e, sem dúvida, o T-2000 chega para aprimorar a instrução ministrada em voo, proporcionando melhor preparo e excelente treinamento aos nossos cadetes – destaca o Tenente-Brigadeiro Bermudez (BRASIL, 2020, p.1).

O simulador T-2000 (Figura 3) utilizado na instrução aérea, permite a simulação de diferentes tipos de missões e aplicação de conceitos aprendidos em sala de aula, “como teoria

de voo, regras de tráfego aéreo, até os conceitos mais avançados de pilotagem, a exemplo de manobras e acrobacias, voo de formatura, voo noturno e voos de navegação visual e por instrumento” (BRASIL, 2020, p.1).



Figura 3 Simulador T-2000

Fonte: Força Aérea Brasileira (2020)

Esse novo sistema tem a capacidade de se conectar em rede entre os simuladores, proporcionando a operação de diversas aeronaves simuladas em um mesmo local e também a presença de controladores de voo, trazendo mais realismo ao treinamento (BRASIL, 2020). A realidade virtual tem diferentes definições, mas em geral, refere-se a uma simulação gerada por um computador de um mundo real ou apenas imaginário.

[...] uma avançada interface homem-máquina que simula um ambiente realístico, permitindo que os participantes interajam com ele. Essa interface é considerada como sendo a mais avançada até agora disponível, pois busca levar ao usuário sensações que lhe dão informações sobre o mundo virtual como se ele realmente existisse (LATTA, 1994, p.78).

Estando o usuário imerso no ambiente virtual, ele poderá desenvolver um comportamento intuitivo e natural, buscando agir da mesma maneira que agiria em situação real, e por meio dessa ação, receber as respostas ideais de cada comando realizado durante a simulação.

O treino em simulador de voo também causa uma redução no custo da hora de voo, evidenciando habilidade em treinar pilotos para as diversas situações de voo, o uso pode reduzir os custos de treinamento de pilotos, já que é possível simular diversas situações sem

usar aeronaves reais. Além disso, os simuladores de voo também podem ajudar a reduzir os custos de manutenção de aeronaves, devido à experiência simulada (LEMOS, 2021).

1.2 TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Segundo Skinner (1953), existem dois tipos de comportamentos ou respostas: respondentes e operantes. O comportamento respondente, também conhecido como reflexo involuntário, compreende todas as respostas involuntárias dos seres humanos, frente a determinados estímulos. Por exemplo: a contração da pupila em presença de um feixe de luz incidindo no olho.

O comportamento operante, para Skinner, possui respostas mais amplas. O comportamento humano, em sua maior parte, é operante, pois o indivíduo atua sobre o meio em que está inserido. Nesse comportamento consta tudo o que fazemos e que tem um efeito sobre o mundo exterior ou o que nele opera, e, desse modo, necessita de treinamento para que seja desenvolvido e se tenha a resposta que deseja (GAGNÉ, 1971).

A cada um destes tipos de comportamento está associado um condicionamento, mas o foco dessa pesquisa abordou, somente, o condicionamento para o comportamento operante. O conceito de condicionamento preconiza que quando expressamos uma resposta comportamental e é gerada uma recompensa imediata, a frequência daquela resposta é ampliada.

No caso do treinamento simulado do voo realizado na fase de pré-solo, contando com todos os exercícios cobrados, a recompensa (estímulo reforçador) para a resposta de usar todos os comandos da aeronave, de forma conjugada, realizando um bom cheque cruzado e executando os exercícios com destreza, seria a sensação de satisfação do Cadete. Essa sensação prazerosa tende a aumentar a frequência da resposta (utilização eficaz de todos os comandos da aeronave de forma conjugada).

Outro estudioso das leis e aspectos que englobam as teorias de aprendizagem teorizou a lei do esquecimento:

[...]esquecimento é considerado uma diminuição na probabilidade de que uma resposta ocorra, como consequência de esta resposta não ter sido emitida durante muito tempo. Podemos dizer que o procedimento de esquecimento consiste em evitar que uma resposta ocorra por um período de tempo depois que foi condicionada (GAGNÉ, 1971, p.48).

Fazendo um paralelo dessas teorias com a pesquisa, o esquecimento relaciona-se com a baixa frequência de treinamento de voo, isto é, a redução da oportunidade de o piloto

desenvolver a resposta adequada, que seria manter com eficácia os parâmetros da aeronave e executar os exercícios do pré-solo com destreza. Dessa forma, a falta do treinamento virtual e o tempo que o piloto fica sem voar e praticar, afeta diretamente na diminuição da probabilidade de que a resposta aprendida na última missão ocorra novamente (JUNIOR, 2020).

Sendo assim, no ano de 2021, implementou-se, no Segundo EIA, a instrução aérea no simulador para que a lei do esquecimento se fizesse ausente no cotidiano do aluno em formação. Com isso, foi analisado que a utilização do simulador de voo, na fase de pré-solo do Esquadrão Árion, impactou nos resultados obtidos pelos Cadetes durante essa fase.

1.3 A SIMULAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM

A simulação não é apenas utilizada no setor militar e na aviação. Segundo Yamane (2019), a simulação na área da saúde é uma técnica que busca reproduzir situações clínicas de forma fiel à realidade, a fim de permitir que os estudantes de medicina desenvolvam habilidades e competências para lidar com situações clínicas complexas.

O autor também destaca que a simulação pode ser utilizada em diferentes níveis de ensino na área da saúde, desde a graduação até a pós-graduação. Além disso, pode ser aplicada em diversas modalidades, como simulação de pacientes, manequins, casos clínicos virtuais e jogos educativos.

Saldanha (2018) aborda o uso de simulações empresariais como técnica de ensino para desenvolver habilidades de gestão em estudantes de Administração. Segundo o autor, a "empresa simulada" é uma metodologia de aprendizagem que busca simular o ambiente de uma empresa real, permitindo que os estudantes experimentem situações e desafios semelhantes aos que podem enfrentar no mundo dos negócios.

Nesse contexto, a "empresa simulada" envolve a criação de uma empresa fictícia, com estrutura organizacional, funcionários e fluxo de caixa, por exemplo, ou a utilização de softwares de simulação empresarial. Por meio dessas simulações, os estudantes são desafiados a tomar decisões estratégicas, a gerenciar recursos, a solucionar problemas e a lidar com situações complexas que podem surgir no ambiente empresarial (SALDANHA, 2018).

A utilização desse programa como técnica de ensino tem como objetivo principal preparar os estudantes para enfrentar os desafios do mundo dos negócios, proporcionando uma experiência prática e realista que complementa a teoria aprendida em sala de aula. Além disso, essa metodologia de ensino também estimula o trabalho em equipe, a criatividade e a

capacidade de adaptação dos estudantes, habilidades essenciais para o sucesso no ambiente empresarial (SALDANHA, 2018).

Em seu trabalho, o autor destaca um ponto que serve de grande valia quando relaciona com a simulação no ambiente de ensino da aviação, em que diz: “(...) O participante pode falhar sem que tenha prejuízos reais, aprendendo assim com seus erros para evitá-los em sua atuação na realidade” (SALDANHA, 2018, p.3), haja vista que a falha humana no ambiente real do aviador leva a consequências por vezes fatais.

2 METODOLOGIA

Nesse artigo, foi realizado um estudo de caso para analisar os resultados obtidos pelos Cadetes do Esquadrão Árion e Orthrus durante o curso no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea, buscando a resposta do problema de pesquisa que consistiu em verificar de que maneira a implantação do uso do simulador de voo influenciou na taxa de atrito vivenciada pelos Cadetes Aviadores na fase de pré-solo. O projeto teve uma abordagem quantitativa, utilizando-se de dados coletados na Academia da Força Aérea a partir dos quais foram realizadas análises de variância e estatística descritiva a fim de endereçar os objetivos da pesquisa.

A pesquisa contemplou uma quantidade de 138 Cadetes da turma Orthrus e 136 da turma Árion, que não foram identificados. Dentre esses, haviam os que terminaram o curso completo com sucesso, e os que foram reprovados no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea após receberem três graus deficientes (grau 2) ou um grau perigoso (grau 1). Ressalta-se que existe a possibilidade do Cadete Aviador ser reprovado no curso e encaminhar ao Comandante da AFA um Requerimento de Reconsideração de Reprovação (RRR) de acordo com o que preconiza no capítulo 10, item 7, do Projeto pedagógico de curso para o Curso de formação de Oficiais Aviadores, passando por um processo de assessoria na qual o Comandante da Academia da Força Aérea delibera acerca da possível permanência do cadete no CFOAV, tendo uma nova chance, ou não. Foram excluídos da pesquisa os Cadetes que solicitaram a própria exclusão do CFOAV.

Para verificar se houve variação significativa no número de graus deficientes, entre a turma que teve e a que não teve o treinamento virtual simulado, realizou-se uma análise de variância (ANOVA) fator único.

Para realizar a ANOVA, foram coletados os dados de quantidade de graus deficientes ou perigosos de duas amostras independentes de grupos: um que teve o treinamento simulado

e outro que não teve. Na sequência, pôde-se calcular a soma de deficientes dividido pela quantidade de missões de cada grupo, ou seja, a média de atrito por cadete na fase em questão. A partir daí, com o auxílio da ferramenta de análise de dados do excel pode-se aplicar a ANOVA fator único para testar se há uma diferença significativa entre as médias e variâncias dos grupos que possa afirmar estatisticamente que houve diferença entre as duas formações.

O P-valor (ou valor de probabilidade) é um indicador estatístico que representa a probabilidade de obter um resultado tão extremo quanto o observado, assumindo que não há diferença real entre as médias dos grupos (ou seja, que a diferença observada é devida ao acaso). Um P-valor menor indica que é menos provável que a diferença observada seja devida ao acaso, o que sugere que há uma diferença significativa entre as médias dos grupos.

A soma de quadrados (SS) representa a variação total nos dados, que é decomposta em dois componentes principais: a soma de quadrados entre grupos (SSG), que representa a variação entre os grupos, e a soma de quadrados dentro dos grupos (SSD), que representa a variação dentro dos grupos.

Os graus de liberdade (GL) são uma medida do número de valores independentes que podem ser usados para calcular a soma de quadrados. O GL é calculado como o número de grupos menos um para SSG e como o número total de observações menos o número de grupos para SSD.

A média quadrática (MQ) é calculada dividindo a soma de quadrados pelo número correspondente de graus de liberdade. A MQ entre grupos (MQG) é calculada como SSG dividido pela GLG e a MQ dentro dos grupos (MQD) é calculada como SSD dividido pela GLD.

O valor crítico de F (F_c) é um valor de referência que é usado para determinar se a diferença entre as médias dos grupos é estatisticamente significativa. O F_c é calculado com base no nível de significância, nos graus de liberdade do numerador (GLG) e do denominador (GLD) e no tamanho da amostra. Ele representa o valor crítico de F que é necessário para rejeitar a hipótese nula de que não há diferenças significativas entre as médias dos grupos. Se o valor de F obtido na análise for maior do que o F_c , então a hipótese nula é rejeitada e conclui-se que há diferenças significativas entre as médias dos grupos. Caso contrário, não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula e não se pode afirmar que há diferenças significativas entre as médias dos grupos.

Além do atrito calculado para cada um dos cadetes pertencentes aos dois Esquadrões acima definidos, o estudo buscou observar também a quantidade de reprovações no curso por

insuficiência de aproveitamento na atividade aérea, em cada turma. Nesse caso, não foram considerados os cadetes que foram reprovados por quaisquer outros motivos.

Conforme foi explicado anteriormente, o cadete reprovado pode pedir reconsideração de reprovação e eventualmente esse requerimento é acatado, ou seja, dependendo do histórico do cadete, uma análise mais detalhada sobre sua evolução no processo ensino-aprendizagem da atividade aérea pode sugerir que uma segunda chance, ou seja, um pequeno reforço na quantidade de treinamentos, levem a uma possível recuperação das deficiências apresentadas, fato esse que não geraria o desligamento efetivo do cadete da AFA. Dessa forma, também foram observadas a quantidade de desligamentos por consequência de reprovações na atividade aérea.

3 ANÁLISES E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos com a confecção da ANOVA pelo programa Excel foram os seguintes:

Anova: fator único						
RESUMO						
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variação		
ORTHRUS	138	14,00028	0,101451	0,008387		
ARION	136	12,72885	0,093594	0,00995		
ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,004228	1	0,004228	0,461451	0,497524	3,875874
Dentro dos grupos	2,49233	272	0,009163			
Total	2,496558	273				

Figura 4 ANOVA, Excel

Fonte: Produzida pelo autor

O Fator *alfa* na ANOVA de fator único do Excel é o nível de significância que é definido pelo usuário para o teste de hipótese. Na ANOVA, a hipótese nula é que as médias de todas as amostras são iguais, enquanto a hipótese alternativa é que pelo menos uma das médias é diferente das demais. O nível de significância (*alfa*) é uma medida da probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira.

Por exemplo, um nível de significância de 0,05 (5%) significa que há uma chance de

5% de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira. Na ANOVA de fator único do Excel, o valor padrão para o fator alfa é 0,05 (5%). No entanto, o usuário pode alterar esse valor para um nível diferente de significância, dependendo das necessidades da análise.

O fator P é um resultado estatístico que indica a probabilidade de obter os resultados observados em uma análise estatística, como a ANOVA. O valor de P é um número entre 0 e 1, e é comumente usado para determinar se uma hipótese nula deve ser rejeitada ou não.

Quando o fator P é menor do que o nível de significância (alfa), geralmente 0,05 (5%), a hipótese nula é rejeitada, o que significa que há evidências suficientes para concluir que há uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos comparados. Por outro lado, quando o fator P é maior do que o nível de significância, a hipótese nula não é rejeitada e conclui-se que não há diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos comparados.

Como visto na figura 4, o valor de P (valor-P) da Análise realizada com os dois grupos foi 0,497524, mostrando assim um valor maior do que o fator *alfa* (0,05). Com isso, conclui-se que não há divergência estatística significativa entre as médias de atrito na fase de Pré-solo dos Esquadrões Orthrus e Árion.

Visualiza-se também que o valor F (0,461451) é inferior ao valor do F crítico (3,875874), logo, baseando-se na tabela estatística, não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula e não se pode afirmar que há diferenças significativas entre as médias dos grupos.

Observou-se que a média geral de atrito do Esquadrão Orthrus (0,101451), que não teve o treinamento no simulador virtual, foi superior à do Esquadrão Árion (0,093594), mostrando-se concordância com o que prevê a teoria do treinamento condicionado de Skinner, ou seja, quem treinou menos teve um atrito maior. Percebe-se que, no ano de 2020, o número de missões que tiveram de ser repetidas foi maior, seja por grau deficiente ou perigoso. Muito embora a média de atrito de quem não teve simulador tenha sido superior, por meio do teste não se pôde afirmar, estatisticamente, que o treinamento no voo virtual foi significante no desempenho dos Cadetes, haja vista o mostrado no valor de P e de F na ANOVA (Figura 4).

Muito embora, ela não tenha atingido significância estatística, observou-se que as Ordens de Instrução (OI) das duas Turmas não eram idênticas, porque as OI consideravam que uma turma fez 10 missões de simulador e fez 14 missões de Pré-solo, enquanto a outra turma não fez simulador, por outra via, teve que fazer 1 missão de Pré-solo a mais, realizando um total de 15 missões na fase. Ou seja, as OI tiveram que ser ajustadas de forma a contemplar tanto o simulador para uma das turmas, quanto um curso mais longo para a outra

turma. Então, talvez, essa falta de diferença significativa de atrito se deva devido ao ajuste das Ordens de Instrução.

Foi também realizada uma análise da quantidade de reprovações de cada Turma, totalizando para o Esquadrão Orthrus (2020) 31 reprovações e 18 desligamentos efetivos. Para a Turma Árion (2021), houve 14 reprovações e 10 desligamentos efetivos. Com os dados, pôde-se calcular a porcentagem de reprovações e de desligados de ambas as turmas e percebeu-se, através da estatística descritiva que a porcentagem da Turma Orthrus foi 118% maior do que a da Turma Árion, e, do mesmo modo, a de desligados efetivamente foi 76,87% superior. Corroborando com o que diz a teoria do treinamento condicionado.

Nesse segundo cálculo, vê-se que a diferença é significativa, porém não foi realizada uma ANOVA devido a ter apenas uma turma que utilizou o simulador no Pré-solo do T-25 como referência. Dessa forma sugere-se que, ao longo do tempo, observe-se um grupo de turmas antes do uso do simulador teve um comportamento diferente em relação às reprovações em comparação a um grupo de turmas que utilizou o simulador. Pois é fato que com apenas uma turma verificada, foi notável a grande diferença na quantidade de reprovações e de desligamentos.

Para obter uma análise de variância mais precisa em futuras comparações entre turmas que fizeram ou não o simulador, é recomendável garantir condições semelhantes entre elas. O autor do artigo conseguiu isso comparando dois Esquadrões que voaram na fase de pré-solo durante seu primeiro ano na Academia da Força Aérea, onde a carga de instrução militar e doutrinária é diferente daquela dispensada em anos posteriores à formação. Isso significa que, eventualmente, um Cadete em um ano superior tem condições melhores de se preparar, pois está mais adaptado à carga da vida militar, o que nem sempre é o caso para um Cadete do primeiro ano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inquietação por saber em que medida a instrução aérea simulada impactou no atrito dos Cadetes Aviadores na fase de Pré-solo no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea, foi parcialmente solucionada neste artigo científico. Para responder ao problema acima, o trabalho foi desenvolvido de modo a percorrer as seguintes etapas (objetivos específicos): identificar variação na quantidade de voos deficientes atribuído na fase (taxa de atrito), identificar a quantidade de reprovações associadas à instrução aérea computadas nos anos 2020 e 2021 no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea e identificar a quantidade de Cadetes

desligados efetivamente na fase de Pré-solo no Segundo Esquadrão de Instrução Aérea nos Esquadrões Orthrus e Árion.

Inicialmente estudou-se os referenciais teóricos que abordavam a história do simulador. Depois entendeu-se como se dava a aprendizagem segundo estudiosos da área, com destaque para Skinner e Gagné. Após entendidos os conceitos estudados, compreendeu-se que o aprendizado por condicionamento operante caracterizava-se, nesse caso específico, por treinar em um simulador de voo aquilo que se faria em voo real. Verificou-se também a simulação como técnica de aprendizagem em outras áreas e profissões, notando sua importância.

E assim, partiu-se para uma análise dos dados coletados na Academia da Força Aérea que relacionava de forma anônima a quantidade de voos deficientes, que ajudou no cálculo da taxa de atrito entre as turmas, quantidade de reprovações e de desligamentos efetivos, utilizando-se de análise de variância e estatística descritiva para aferir os resultados. A pesquisa envolveu 138 Cadetes da turma Orthrus e 136 da turma Árion, e foram excluídos da pesquisa os Cadetes que solicitaram a própria exclusão do CFOAV.

Essa verificação realizada com uma amostragem de 274 Cadetes constatou que por mais que houvesse diferença no valor da taxa de atrito entre as duas turmas, concluiu-se que, por meio da análise de variância fator único, que não houve diferenças estatísticas significativas entre as médias dos grupos que tiveram e não tiveram o treinamento virtual simulado, porém houve uma diferença considerável no número de reprovações e desligamentos, baseados na estatística descritiva, corroborando com o que preconiza a teoria de Skinner e Gagné que trata sobre o aprendizado por condicionamento operante.

Não se pôde realizar uma ANOVA com os dados de desligamentos e reprovações, pois só existe uma única turma que teve missão no simulador de voo. Com isso, é necessário um estudo mais abrangente, comparando turmas ao longo do tempo, para se verificar se o uso do simulador é significativo na taxa de reprovações e desligamentos.

Por fim, vale comentar que esta pesquisa não encerra o assunto, pois ficou em aberto não só verificar a variância quando tiver mais turmas, levando a concluir com precisão se há diferença significativa estatisticamente, por meio da ANOVA, na taxa de reprovação e de desligamentos do curso, como também a influência do simulador em outras fases do voo na etapa primária do CFOAv, seja em manobras e acrobacias, formatura ou até mesmo em navegação.

Recomenda-se que, em futuras comparações, sejam garantidas condições semelhantes entre as turmas, levando em consideração que a carga de instrução militar e doutrinária é

diferente entre os anos de formação dos Cadetes, e essa pode influenciar no desempenho dos militares durante o curso.

REFERÊNCIAS

APPEL, César Augusto Sityá. **Análise do emprego de simuladores de voo sintéticos na formação dos pilotos em regras de voo por instrumentos**. 2021.

ASSIS, Sérgio Ricardo de. **Priorização dos projetos de simuladores de voo do Comando da Aeronáutica por processo de análise hierárquica (AHP)**. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Manual de Procedimentos do 2º EIA**. Pirassununga, 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional da AFA**. Pirassununga, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional da AFA**. Pirassununga, 2021

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional da AFA**. Pirassununga, 2022.

DA ROCHA, Keslei Rosendo; JÚNIOR, Arilton Januário Bacelar. **Anova medidas repetidas e seus pressupostos: análise passo a passo de um experimento**. Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia-ISSN: 1984-5693, v. 10, p. 29-29, 2018.

DA SILVA SALES, Thiago Elias. **A importância do simulador de voo na formação aeronáutica**. 2022, UNISUL.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). **FAB inaugura novo sistema de simulador de voo para instrução dos Cadetes Aviadores**, 2020, 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: 9 out. 2022.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). **Os Primórdios dos Simuladores de Voo**, 2016. Disponível em: "http://www2.fab.mil.br/musal/index.php/projeto-av-hist/62-projeto-avhist/470-os-primordios-dos-simuladores-de-voo ". Acesso em: 10 out. 2022.

GAGNÉ, Robert M. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro: Livro Técnico S.A, 1971.

GOMES, João Victor Gandra Junqueira. Trabalho De Conclusão De Curso, **O Uso De Simulador De Voo Para O Processo De Ensino/Aprendizagem**, 2019, UNISUL.

JUNIOR, José Carlos Panassol; GARCIA, Cleo Marcus. **VOO DE INSTRUÇÃO: IMPORTÂNCIA DO USO DE SIMULADOR DE VOO PARA A FORMAÇÃO DE PILOTO**. Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas, v. 1, n. 2, p. 164-191, 2021.

LATTA, J.N. & Oberg, D.J. **A conceptual virtual reality model**, *IEEE Computer Graphics & Applications*. 1994.

LEMOS, Lucas Rodrigues. **A importância dos simuladores de voo no desenvolvimento e aperfeiçoamento de pilotos**. 2021, UNISUL.

MATSUURA, Jackson Paul. **Aplicação dos Simuladores de Voo no Desenvolvimento e Avaliação de Aeronaves e Periféricos**. Trabalho de Graduação. Divisão de Ciência da Computação. São José dos Campos. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. 1995. Disponível em: <http://www.ele.ita.br/~jackson/files/tg.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2021

MENDES, Rodrigo de Souza. **A Contribuição do Simulador de Voo na Formação do Piloto de Aeronaves do Exército Brasileiro**. Trabalho de Pós-graduação. Centro de Estudos de Pessoal e Forte Duque de Caxias. 2019.

MOREIRA FILHO, Márcio Lima. **Contratação de suporte logístico para simuladores de voo da força aérea brasileira**. 2021. Tese de Doutorado.

PAGOTTO, Lyvia Gonzalez et al. **Análise de variância e testes de médias: um estudo aplicado em experimentos com variedades de algodoeiro e seleções de citrumelo**. *Brazilian Applied Science Review*, v. 5, n. 3, p. 1287-1296, 2021.

PANASSOL JÚNIOR, José Carlos. **Voo de instrução: importância do uso de simulador de voo para a formação de piloto**. *Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual*, 2020.

SALDANHA, Cristina Camila Teles et al. **A Percepção dos jogos de simulação como técnica de aprendizagem**. *Revista Ciências Administrativas*, v. 24, n. 1, 2018.

YAMANE, Marcelo Tsuyoshi et al. **Simulação realística como ferramenta de ensino na saúde: uma revisão integrativa**. *Rev Espac Saude*, v. 20, n. 1, p. 87-107, 2019.

SKINNER, B.f.. **Ciência e comportamento humano**. 11. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1953. 49-97 p. Tradução: JOÃO CARLOS TODOROV & RODOLFO AZZI.