

PERCEPÇÃO E APLICABILIDADE DOS JOGOS DE SIMULAÇÃO NO TREINAMENTO DE PILOTO PRIVADO E PILOTO COMERCIAL DE AVIÃO

Igor Franklin Fernandes Santos¹

Anna Paula Bechepeche²

RESUMO

Os simuladores de voo, na aviação, evoluíram conforme surgiram as primeiras dificuldades de aprendizagem dos pilotos, a tal ponto que se tornaram baratos e acessíveis. No Brasil, o custo do treinamento de piloto da aviação civil é alto, aliado às dificuldades de aprendizagem dos alunos. Diante disso, surgiu a necessidade de otimização do treinamento, para melhorar a aprendizagem, e principalmente, para a segurança de voo. Assim os jogos de simulação se apresentam como uma alternativa adequada, por serem baratos e fáceis de operar. O objetivo do trabalho é analisar o papel dos jogos de simulação, como uma ferramenta em potencial para o treinamento de pilotos. Para elaboração do trabalho foi utilizado o método exploratório, de natureza básica, de abordagem quali-quantitativa, bibliográfica e documental. Os resultados através da análise de uma entrevista realizada em 2017 realizada com instrutores e alunos, além de outros trabalhos acerca da influência dos jogos são considerados uma ferramenta com grande potencial para o auxílio no treinamento, e que possuem diversas aplicabilidades, como a de oferecer um treinamento personalizado ao aluno, de acordo com suas dificuldades individuais e, principalmente, no treinamento de emergências. Estes podem ser disponibilizados em computadores nas escolas e permitem a utilização dos alunos sob supervisão de um instrutor, sempre que necessário, com a possibilidade de aliar recursos importantes como a realidade virtual e a inteligência artificial.

Palavras-chave: Jogos de simulação; Piloto privado; Piloto comercial; Treinamento de pilotos.

¹ Graduado em Ciências Aeronáuticas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Piloto Privado de Avião. E-mail: igorfranklin22@gmail.com

² Graduada em Física pela Universidade Federal de Goiás (1988), Mestre em Física pela Universidade de São Paulo (1991), Doutora em Química pela Universidade Federal de São Carlos

(1996). Professora efetiva na Pontifícia Universidade Católica de Goiás e na Universidade Estadual de Goiás. Possui experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada. E-mail: abechepeche@yahoo.com.br

PERCEPTION AND APPLICABILITY OF SIMULATION GAMES IN PRIVATE PILOT AND COMMERCIAL PILOT TRAINING

ABSTRACT

Flight simulators in aviation have evolved as pilots' first learning difficulties arose, to the point that they have become cheap and accessible. In Brazil, the cost of civil aviation pilot training is high, combined with students' learning difficulties. Given this, there was a need to optimize training, to improve learning, and mainly, for flight safety. Thus, simulation games present themselves as a suitable alternative, as they are cheap and easy to operate. The objective of the work is to analyze the role of simulation games as a potential tool for pilot training. To prepare the work, an exploratory method was used, of a basic nature, with a qualitative, quantitative, bibliographic and documentary approach. The results through the analysis of an interview carried out in 2017 with instructors and students, in addition to other works on the influence of simulation games on pilot training, are considered a tool with great potential to aid training, and which have diverse applicability, such as offering personalized training to the student, according to their individual difficulties and, mainly, in emergency training. These can be made available on computers in schools and allow students to use them under the supervision of an instructor, whenever necessary, with the possibility of combining important resources such as virtual reality and artificial intelligence.

Keywords: *Flight simulator games; Private pilot; Commercial pilot; Pilot training.*

1 INTRODUÇÃO

A instrução, em aviação civil, é uma área repleta de dificuldades. De um lado, há os alunos aprendendo a voar, que ao almejar suas licenças de piloto, enfrentam dificuldades de operar uma máquina imersa no ar; e do outro, instrutores altamente capacitados, com dificuldade para transmitir seus conhecimentos aos alunos, de maneira eficiente. Aliada ao alto custo da formação de pilotos no Brasil, surge a necessidade de fazer com que cada hora de voo seja realizada com a máxima eficiência possível. Para isso, uma ferramenta ainda pouco explorada e com um

grande potencial são os jogos de simulação de voo, que permitem experiências com alto grau de similaridade com a realidade, por meio de softwares que qualquer pessoa pode adquirir e usufruir deste no conforto de sua casa.

Diversos trabalhos já abordaram a utilização de simuladores homologados por pilotos, como os jogos influenciam o treinamento de pilotos, bem como a percepção destes acerca de tais softwares, como: Paiva (2023); Vilela (2023); Fonseca (2021); Almeida e Correa (2017). Diante disso, este trabalho tem como objetivo identificar, na literatura, a influência e a percepção dos alunos acerca dos jogos de simulação durante seu treinamento, quais as maneiras de aplicação prática, bem como as tecnologias que permitem aumentar sua imersão.

O trabalho foi elaborado utilizando o método exploratório, de natureza básica, de abordagem quali-quantitativa, bibliográfica e documental, sendo utilizado como fontes de pesquisa a Capes Periódicos, Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e o Repositório Acadêmico de Graduação (RAG) da PUC GO. Com base na metodologia o trabalho foi dividido em quatro seções além desta introdutória, que consistem em uma revisão teórica acerca da história dos simuladores de voo, desde seu surgimento até a evolução para os softwares atuais, seguido da metodologia, resultados e finalizado pelas considerações finais.

De acordo com os dados divulgados pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), do CENIPA (CENIPA, 2024), entre 2014 e 2024, os quatro maiores fatores que culminaram em acidentes aeronáuticos foram: julgamento de pilotagem, aplicação de comandos, planejamento de voo e processo decisório. No entanto, mesmo passados 10 anos de evolução, ainda é possível identificar esses problemas considerados básicos. Todos esses acidentes, assim como a filosofia SIPAER prega, poderiam e deveriam ter sido evitados. Portanto, o alto número de acidentes relacionados a erros básicos demonstra uma preocupação, devido ao fato de que são habilidades necessárias a qualquer piloto e que são cobradas para emissão de suas licenças, deveriam ser trabalhadas durante o treinamento, e os jogos de simulação podem auxiliar no seu desenvolvimento.

Diante disso, os objetivos específicos são descritos a seguir:

- Entender os conceitos relacionados aos jogos de simulação na aviação civil.
- Discutir a problemática dos treinamentos para novos pilotos, a fim de proporcionar uma formação mais segura e eficiente para esses profissionais.

2 REVISÃO TEÓRICA

A aviação sempre foi uma área que encantou o ser humano, e durante anos, houve a tentativa de se atingir a maestria na arte de voar, assim como os pássaros, com diversos inventores na corrida para ser o primeiro a conquistar o feito do primeiro voo humano. Foi então que, segundo Costa Filho (2017), em 23 de outubro de 1906, o brasileiro Alberto Santos Dumont estabeleceu um marco para a aviação, ao realizar o primeiro voo com uma aeronave mais pesada que o ar, o 14 Bis.

A partir de então, o avião passou a ganhar seu espaço como meio de transporte, com sua popularidade cada vez mais alta. No entanto, de acordo com Machado (s.d.), nos primórdios da aviação, o número de acidentes era muito alto, o que resultou em várias fatalidades, devido à falta de experiência e habilidade dos pilotos. A partir disso, surgiu a necessidade de criar um mecanismo que permitisse dar aos aviadores uma noção básica de voo, que atualmente, são conhecidos como simuladores, mas, no início, eram chamados treinadores de voo.

2.1 PRIMÓRDIOS DA SIMULAÇÃO DE VOO

De acordo com Machado (s.d.), os simuladores passaram a ter um papel atuante na aviação, por volta de 1910, quando começaram a ser desenvolvidos os primeiros modelos que, mesmo muito simples, já eram capazes de simular os controles primários de voo, de maneira a permitir que os pilotos se situassem nos três eixos de atuação do avião. Com o passar do tempo, os simuladores ficaram cada vez mais sofisticados, com atuadores elétricos e pneumáticos.

Ainda de acordo com o mesmo autor, entre 1927 e 1929, Edwin Link inventou o seu próprio simulador, que revolucionou a simulação de voo, o Link Trainer

(Figura 1). Este possuía dispositivos pneumáticos e motores para a movimentação do dispositivo (Machado, s.d.).

Figura 1 – Link Trainer



Fonte: Machado, s.d.

Devido a críticas, Link passou a instalar controles e instrumentos que permitissem uma simulação mais realista. Sua popularidade no meio aeronáutico cresceu, após o Correio Aéreo do Exército dos Estados Unidos cogitar a aquisição do equipamento, devido ao fato de que seus pilotos voavam, normalmente, apenas em condições visuais, ou seja, por meio de referências no solo para se guiarem. Porém, quando a visibilidade estava degradada por alguma condição meteorológica, como nevoeiros, os voos se mostravam desafiadores e perigosos. Portanto, o Correio estava à procura de uma solução. Os militares apenas adquiriram o equipamento após o próprio inventor provar que era possível a realização de um voo inteiramente em condições de instrumento, que permitiu ao Correio operar voos mesmo com baixa visibilidade. Posteriormente, após o sucesso, diversas Forças Aéreas se interessaram em utilizá-lo. Assim, foi vendido

para o Japão, União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), França e Alemanha. Com a eclosão da Segunda Guerra Mundial, foi amplamente utilizado para treinamento de pilotos em combate (Machado, s.d.).

É notável que, até então, a simulação aérea contava com equipamentos que funcionavam de maneira puramente analógica, com diversas partes móveis interligadas, e ainda não havia a ideia da utilização de computadores, o que mudaria a partir da década de 1950 (Machado, s.d.).

2.2 JOGOS DE SIMULAÇÃO

Segundo Baladez (2009), a simulação, de uma maneira geral, foi impulsionada pela Segunda Guerra Mundial, época em que os computadores eram utilizados para realizar cálculos de trajetórias de mísseis. Na década de 1950, as simulações ainda eram executadas por meio de *softwares* baseados apenas em texto; e até os anos 1970, o mercado da simulação era caro. Por isso, apenas grandes empresas e universidades possuíam simuladores, porque eram necessárias máquinas potentes para executar os *softwares* e, ainda, equipes especializadas para operar e manter tais sistemas. Tudo mudou entre as décadas de 1970 e 1990, quando o avanço da computação permitiu um poder de processamento cada vez mais rápido, *hardwares* mais baratos e ferramentas de desenvolvimento mais simples.

Foi nesse intervalo que, em 1982, a Microsoft lançou a primeira versão do *Flight Simulator*, a versão 1.0. Após sofrer melhorias, em 1988, atingiu a versão 3.1 (Figura 2), que instaurou o sucesso da franquia conhecida como *Microsoft Flight Simulator*. Essa versão já apresentava gráficos 3D e *hardwares* de aceleração (Bianch, 2019).



Figura 2 – Flight Simulator 3.1



Fonte: Ribeiro, 2020.

Com o passar dos anos, a franquia *Flight Simulator* se desenvolveu e passou por diversas versões, até que se consolidou com a versão *Flight Simulator X* (FSX), em 2006. Seu sucesso foi tanto, que permaneceu no mercado como um dos jogos de simulação mais utilizados até a atualidade, com funções novas como o sistema *multiplayer*, novos gráficos e maior número de aeroportos (Bianch, 2019).

Em 2020, a Microsoft revolucionou o mercado, novamente, com o denominado *Microsoft Flight Simulator*, popularmente conhecido como MSFS, ou MSFS 2020. Este contava com algumas inovações gráficas, que fez com que o jogo se confundisse com a vida real (Figura 3), já que contava com nuvens volumétricas e realistas, tecnologia de fotogrametria que permitiu que cidades fossem mapeadas e dispostas, com detalhes muito similares à realidade, além do comportamento em voo das aeronaves, que é fiel aos modelos reais (Bianch, 2019).

Figura 3 – Microsoft Flight Simulator



Fonte: Microsoft, 2024.

De fato, a franquia *Flight Simulator* é a mais consolidada, mas não é a única opção no mercado. Seus competidores diretos são a franquia *X-Plane* e o *Prepar3D*, que serão detalhados nos resultados da pesquisa.

3 METODOLOGIA

A metodologia, constitui-se de natureza básica, pois busca gerar novos conhecimentos úteis, mas sem aplicação prática. Quanto à forma de abordagem do problema, o trabalho possui abordagem qualitativa. Quanto ao fim, a pesquisa se caracteriza como exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema. Quanto ao procedimento de coleta de dados, o método é o bibliográfico e documental, por terem sido utilizados trabalhos já publicados para o desenvolvimento deste.

Foi utilizada a pesquisa bibliográfica para atender aos objetivos estabelecidos, com a busca de artigos indexados acerca dos conceitos relacionados a simuladores de jogos na aviação civil. As fontes adotadas na pesquisa foram os estudos encontrados no portal da Capes Periódicos, Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e o Repositório Acadêmico de Graduação (RAG) da PUC GO.

A pesquisa foi realizada entre os dias 7 e 14 de abril de 2024, e utilizou os seguintes descritores: “simuladores de voo”; “jogos de simulação”; “piloto privado”;

“piloto comercial”; e “treinamento de pilotos”. Foram consideradas as publicações entre 2009 e 2024, em português e inglês.

A busca no Google Acadêmico retornou apenas dois trabalhos¹: Almeida e Correia (2017) e Fonseca e Monteiro (2022); no RAG, houve apenas um trabalho de conclusão de curso de Fonseca (2021); já na base do SciELO, foram encontrados 24 artigos, no entanto, estes fugiram ao escopo desta pesquisa, portanto, foram desconsiderados. A pesquisa considerou as áreas de conhecimento relacionadas à instrução em aviação civil e a sua relação com utilização de simuladores e jogos de simulação. Diante disso, este estudo baseou-se em dois artigos e um trabalho de curso, relacionados à simulação de voo no treinamento de pilotos.

Devido à escassez de estudos nas bases selecionadas, utilizaram-se os sites especializados no assunto, como o portal da ANAC e CENIPA, além de sites de aeroclubes, produtoras de jogos de simulação e softwares complementares e aeroclubes.

4 DESENVOLVIMENTO

Este estudo analisou a influência e aplicabilidade dos jogos de simulação durante as fases de treinamento de piloto privado de avião (PPA) e piloto comercial de avião (PCA), em detrimento dos desafios tecnológicos existentes e da regulamentação atual.

4.1 SIMULADORES NO TREINAMENTO DE PPA E PCA DO PONTO DE VISTA REGULAMENTAR

Segundo o RBAC nº 61 (Brasil, 2016), que regulamenta todos os requisitos relacionados a licenças, habilitações e certificações para pilotos, em seu item 61.81, no que diz respeito aos requisitos de experiência para a concessão da

¹ Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%E2%80%9Csimuladores+de+voo%E2%80%9D%3B+%E2%80%9Cjogos+de+simula%C3%A7%C3%A3o%E2%80%9D%3B+%E2%80%9Cpiloto+privado%E2%80%9D%3B+%E2%80%9Cpiloto+comercial%E2%80%9D%3B+%E2%80%9Ctreinamento+de+pilotos%E2%80%9D&btnG=. Acesso em: 15 abr. 2024.

licença de PPA, traz que é necessário que o aluno cumpra um total de 40 horas de voo, ou 35 horas, caso estas sejam realizadas de maneira ininterrupta e com bom aproveitamento. Dentre estas, é possível que o aluno realize até um máximo de 5 horas de voo em um dispositivo de treinamento para simulação de voo ou *flight simulation training device* (FSTD) qualificado e aprovado pela ANAC.

De acordo com o mesmo documento (Brasil, 2016), no item 61.101, no que diz respeito aos requisitos de experiência para a concessão da licença de PCA, um aspirante à licença deve cumprir um total de 200 horas de voo, ou 150 horas, se estas forem realizadas de maneira ininterrupta e com bom aproveitamento. Dentre estas, deverão ser realizadas 10 horas de voo de instrução por instrumentos, das quais poderão ser aproveitadas no máximo 5 horas, em substituição à instrução realizada em um FSTD qualificado e aprovado pela ANAC. Em ambos os casos, tanto para PPA quanto PCA, as horas aproveitadas em FSTD contam para registro de experiência de horas de voo.

Ainda de acordo com o mesmo documento, percebe-se que, ao considerar a jornada completa de um aluno que pretenda obter as habilitações necessárias para exercer a função remunerada de piloto de avião, desde seu início, no curso de piloto privado, até sua formação como piloto comercial e habilitado para o voo por instrumentos, ele deverá cumprir uma carga horária mínima de 185 horas de voo. Desse total, apenas 10 horas podem ser abatidas em simuladores de voo que sejam homologados pela ANAC, sem considerar as horas necessárias para habilitação multimotor (licença multimotor terrestre – MLTE), caso seja de sua vontade. Nesse caso, são necessárias mais 12 horas em aeronave bimotora, porém, sem a possibilidade de abatimento destas em FSTD.

De acordo com Falleiros (2019), pilotos de linha aérea, durante seu treinamento nas empresas aéreas, passam por cerca de 80 horas em simuladores homologados, que equivale a quase duas vezes a carga horária de um curso prático de PPA. A necessidade da utilização do simulador na aviação de linha aérea se justifica de acordo com Fonseca (2021), pelo fato de tais equipamentos permitirem a redução de custos, mais possibilidades de desenvolvimentos das *hardskills*, assimilação da realidade em um ambiente virtual seguro, além de

permitir uma melhor ambientação com a aeronave e evitar o desenvolvimento de vícios na pilotagem que resultem em condições inseguras.

Nota-se, então, a grande diferença de carga horária exigida em simuladores durante as diversas fases do treinamento de um piloto. Tendo em vista que seu uso é necessário para pilotos de linha aérea para sua ambientação na aeronave a ser voada, devido ao grande número de benefícios, a mesma lógica pode ser aplicada ao PPA e PCA, já que os aspirantes a piloto privado estão em formação e aprendendo a prática de voar do zero. Portanto, os aspirantes a piloto privado estão iniciando em uma área nova e contemplando uma gama de conhecimentos nunca visto, enquanto o aspirante a piloto comercial já detém a licença de piloto. No entanto, necessita aprimorar suas habilidades e aumentar sua experiência de voo, além de realizar treinamentos mais avançados, como o treinamento *Instrument Flight Rules* (IFR) e o MLTE, que exigem muita habilidade por parte do aluno (Falleiros, 2019).

É nesse ponto que os jogos de simulação começam a parecer necessários, não por serem muito mais acessíveis para aquisição, mas pela maior facilidade de se operar e manter, e ainda sim, sem desprezar a regulamentação vigente, uma vez que a ANAC permite o abatimento de horas de voo em simuladores homologados. Assim, os jogos de simulação podem ser usados não para substituir o treinamento, mas para complementá-lo.

4.2 PANORAMA DA INSTRUÇÃO DE PILOTOS NO BRASIL E SEUS PRINCIPAIS DESAFIOS

De acordo com o RBAC nº 61 (Brasil, 2016), o candidato à licença de PPA possui como único requisito ser aprovado em exame teórico da ANAC, correspondente à licença de PPA, ou seja, pela lei brasileira não é obrigatória a realização de curso teórico homologado. Para o candidato à licença de piloto comercial, também, independentemente do tipo de aeronave desejada, os requisitos teóricos são a realização do curso teórico em escola homologada e ser aprovado no curso com aproveitamento; e após isso, ser aprovado também em exame teórico da ANAC correspondente à licença de PCA. Logo após, inicia-se o treinamento prático de voo, que deverá proporcionar o mínimo de 185 horas de

instrução prática, somado à carga horária de PPA e PCA. São dessas 10 horas em simulador que podem ser aproveitadas na experiência de voo do aluno, portanto, surge o primeiro desafio encontrado no treinamento, o custo.

Para a licença de PPA, o curso teórico não é obrigatório, mas para evitar, ao máximo, suas despesas, o aluno deverá realizar alguns passos, até se formar PCA, habilitado em MLTE e IFR. Considerando apenas as despesas referentes a treinamento, e que, durante o curso prático, deverá cumprir o requisito de realizá-lo de maneira ininterrupta, a fim de diminuir da carga horária prática mínima necessária, esses passos são: ser aprovado na avaliação teórica de PPA; completar um mínimo de 35 horas de voo e ser aprovado no exame prático; realizar o curso teórico de PCA e ser aprovado no seu exame teórico; realizar 145 horas de voo para acúmulo de experiência e 5 horas em simulador homologado para a obtenção da licença IFR; por fim, realizar 12 horas de voo em avião bimotor, caso deseje a licença MLTE; e ser aprovado no exame prático da licença e habilitações aspiradas.

Com base em pesquisas realizadas nos sites dos aeroclubes de Goiás, Brasília e Pará de Minas, em abril de 2024, percebeu-se que o valor do curso de PCA teórico varia entre 170% e 200% do salário-mínimo vigente. As horas de voo são calculadas com base em 197 horas de voo totais, em que 15 horas são realizadas em simulador de voo homologado, como previsto na regulamentação; 12 horas em aeronave bimotora classe; e o restante, 170 horas, em aeronave monomotora classe. A aeronave mais comum para realização de voos por instrução monomotor foi o Cessna 152 (C152); e como aeronave bimotora, o Piper Seneca (PA34). O simulador padrão foi o FSTD. Considerando esses aspectos, os valores das horas de voo do C152 ficaram entre 40 e 44% do salário-mínimo vigente; de FDTD, entre 8 e 9%; e o PA34, 140% (Aeroclube de Brasília, [2024]; Aeroclube de Caxias do Sul, [2024]; Aeroclube de Goiás, [2024]; Aeroclube de Pará de Minas, [2024]).

Ainda segundo a Portaria n. 9.592/SPL, de 21 de outubro de 2022, da ANAC (Brasil, 2022), para a realização dos exames teóricos de PPA e PCA, o aluno deve realizar o pagamento de um valor aproximado de 30% de um salário-mínimo

vigente. Portanto, a média de valores aplicada à carga horária mínima, equivale a um valor superior a 100 salários-mínimos vigentes. Cabe ressaltar que esse resultado considera apenas as condições propostas inicialmente, o valor real tende a ser maior que esse cálculo; além disso, durante o treinamento, pode haver reprovações ou a necessidade de realizar sessões extras de treinamento, que pode elevar ainda mais o custo final.

Com esses dados é possível ter uma noção do alto investimento financeiro que deve ser aplicado, e que nem todos os alunos dispõem desses recursos; portanto, esse é mais um desafio no processo de treinamento, de desenvolvimento de habilidades técnicas e de assimilação.

O desenvolvimento de habilidades técnicas é mais um dos desafios que acomete o piloto iniciante, e o aluno de PPA é o mais afetado. De acordo com Machado e Henkes (2021), os alunos de PPA possuem determinadas dificuldades, em que as principais são: falta de percepção do vento, e como corrigir as tendências da aeronave sobre este; noção de altura e distância a ser percorrida pela aeronave em voo planado, e isso inclui a noção para a altura da pista, em relação ao pouso e para planeio em simulações de emergência; e deficiência para realizar o correto arredondamento para o pouso.

Diante disso e de acordo com Fonseca (2021), o uso do simulador é recomendado como meio de treinamento prático de voo, uma vez que permite o monitoramento do aluno, já que o instrutor é capaz de acompanhar, de forma ampla, a evolução do piloto, e assim, desenvolver um plano para tratar suas dificuldades. Além disso, os simuladores permitem recriar situações reais em um ambiente virtual, como meteorologia adversa, emergências etc. Tais dificuldades são normais para qualquer aprendiz; porém, o desafio anterior, o custo e a ansiedade gerada pelo medo de um mal aproveitamento podem afetar o desempenho do aluno.

A noção de manobras é outro ponto importante, pois por mais que exista a necessidade do conhecimento teórico validado pelo exame, de fato, o aluno apenas aprenderá a voar na aeronave real, por ser o ambiente em que aplicará seus conhecimentos. Tendo em vista esse primeiro contato, durante a fase prática,

antes de cada voo é realizado o *briefing*; e após o voo, o *debriefing*. De acordo com Kumar (2005), *briefing* é uma conversa realizada entre o instrutor e o aluno, antes de um voo, para discutirem as manobras a serem realizadas durante o voo, para que ambos estejam cientes de todos os procedimentos; e o *debriefing* é uma conversa realizada após o voo, para uma análise e interpretação da instrução, dos pontos em que o aluno apresenta um resultado satisfatório e daqueles a serem melhorados.

4.3 DIFERENÇA ENTRE SIMULADOR DE VOO HOMOLOGADO E JOGOS DE SIMULAÇÃO

Para melhor compreensão dos conceitos utilizados neste trabalho, é necessário definir a diferença entre simulador de voo e jogo de simulação. A definição de simulador de voo pode ser entendida da forma descrita a seguir:

Simulador de voo é um dispositivo utilizado para treinamento de pilotos que devem possuir as seguintes características: a) ser uma réplica em tamanho real da cabine de pilotagem de um específico tipo de aeronave ou de uma série de aeronaves de mesmo fabricante e modelo; b) incluir o "hardware" e "software" necessário para representar a aeronave em operações no solo e em voo; c) usar um sistema de percepção de forças que proporcione informações equivalentes àsquelas proporcionadas por um sistema de movimento com três graus de liberdade; d) usar um sistema de visualização que forneça um campo de visão, para cada piloto, simultaneamente, de pelo menos 45 graus horizontalmente e 30 graus verticalmente; e e) ter sido avaliado, qualificado e aprovado pelo DAC (Brasil, 2004, site).

O Dicionário Anacpédia (Anacpédia, 2024) divide simuladores de voo em três categorias: o dispositivo de simulação para treinamento de voo (FSTD), o simulador de voo (FFS) e o treinador de voo por instrumentos (ATD). Em suma, simulador de voo é aquele utilizado para o treinamento de pilotos, necessário para a obtenção de suas licenças, e que deve ser homologado pela ANAC. O dicionário cita o antigo órgão DAC (Departamento de Aviação Civil), que foi substituído pela ANAC, instituída em 2005 e com início da atuação em 2006 (Costa Filho, 2017).

Já a conceituação de jogo de simulação, de acordo com Almeida e Correa (2017), é um jogo que permite simular aspectos do mundo virtual, apoiados em

movimentos e situações do mundo real, a partir de plataformas de *software* e *hardware*. Em suma, é um *software* que permite simular aspectos reais, no caso do voo, em um ambiente virtual e controlado.

4.4 PERSPECTIVA DE ALUNOS E INSTRUTORES ACERCA DOS JOGOS DE SIMULAÇÃO

De acordo com Almeida e Correa (2017), cujo trabalho levantou dados acerca das perspectivas dos jogos de simulação na formação de pilotos privados de avião, apurou que, 48 entrevistados efetivamente, dentre eles estudantes e instrutores do Aeroclube de São Paulo, 83,3% tiveram contato com algum jogo de simulação, antes de ingressarem em seus estudos na aviação. O estudo sugere que o contato com tais jogos está relacionado à decisão de ingressar no curso de piloto, por parte do aluno, e que este é um dos principais motivantes. Dentre os entrevistados, 51,3% afirmaram que os jogos influenciaram em sua decisão de realizar o curso de piloto privado de avião. Ainda, 83% dos entrevistados compreendem a função dos jogos de simulação, tanto para o uso recreativo quanto para o aprendizado do curso, de maneira complementar. Todos os instrutores foram unânimes em afirmar que os jogos possuem utilidade para apresentar noções básicas e essenciais aos alunos e complementar o treinamento. No entanto, também afirmam que a utilidade tende a cair, ao longo do desenvolvimento do curso prático, devido à falta de imersão e sensações proporcionadas no voo real que não são simuladas nos jogos.

Fonseca e Monteiro (2021) entendem que a precisão do simulador é um fator crucial para o treinamento, pois deve ser capaz de simular condições reais de voo, de maneira eficiente, além de haver a necessidade de instrutores qualificados para melhor aproveitamento. Percebe-se, então, que os jogos de simulação tendem a estar presentes na vida de quem deseja entrar para a aviação, e mesmo aqueles que já são pilotos ainda o utilizam, seja para simular um treinamento real ou para lazer. De fato, ainda de acordo com Almeida e Correa (2017), durante a fase teórica do curso de PPA, a ansiedade dos alunos pelo voo é grande, e a maioria tende a suprir essa ansiedade por intermédio dos jogos.

Aqueles que aliam o treinamento teórico com os jogos são capazes de vivenciar melhor seus conhecimentos, sem a necessidade de estarem em uma aeronave real.

Por mais que o estudo apresente dados acerca do curso de PPA, a lógica também é aplicável ao PCA, e até em cursos de piloto privado e comercial para outros tipos de aeronaves, como helicópteros, planadores etc., pois a metodologia se mantém, e é possível simular os mais diversos tipos de aeronaves, locais, situações, condições climáticas e outras numerosas variáveis.

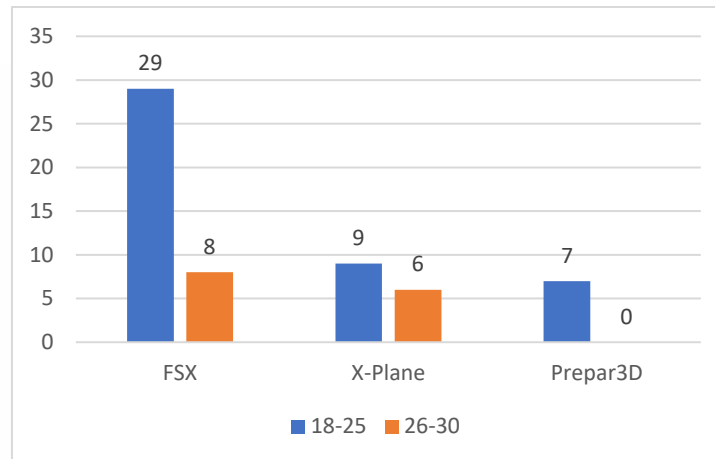
4.5 JOGOS DISPONÍVEIS NO MERCADO

Dentre os três jogos de simulação já citados, o *Flight Simulator* já foi descrito. Assim, apresentam-se os seus concorrentes, a franquia X-Plane e Prepar3D. O X-Plane, produzido pela empresa *Laminar Research*, teve sua primeira versão lançada em 1993, e em 2011, alcançou a versão 10. Seu diferencial está no realismo dos movimentos da aeronave e sua interação com a atmosfera que, nos outros softwares, é mais limitada e traz a sensação de que a aeronave está em um trilho. Em relação ao realismo aerodinâmico, esse software se destaca por permitir uma maior fidelidade na reprodução de manobras e, assim, auxiliar a aprendizagem (Bianchini, 2015).

O software Prepar3D surgiu após a compra do código fonte do FSX, em 2011, pela empresa fabricante de aeronaves Lockheed Martin. Esta não compartilhava a intenção da Microsoft e mesmo ao disponibilizar uma versão para o uso individual, focou no mercado de desenvolvedores (Bianchini, 2015).

A Figura 4 apresenta a preferência dos jogos por idade, com base na pesquisa de Almeida e Correa (2017), e, por ser de 2017, ainda não apresenta o *Microsoft Flight Simulator*, lançado em 2020. Neste estudo, são considerados apenas os jogos *Flight Simulator*, *X-Plane* e *Prepar3D*, uma vez que são os mais realistas e possuem versão para computador, enquanto os demais se dividem em aplicativos de celular e jogos com outras finalidades, que não a primária, que é a simulação de voo. Cabe ressaltar que os entrevistados pelos autores citados podiam optar por mais de uma resposta.

Figura 4 – Preferência de jogos por idade



Fonte: Almeida e Correa, 2017.

Nota-se que, independentemente da idade, a maior preferência é pelo Flight Simulator X, seguido pelo X-Plane, em especial suas versões 11 e 12, e, por último, o Prepar3D. Como citado anteriormente, em conjunto do MSFS 2020, esses são os mais populares; portanto são o foco deste trabalho. O Quadro 1 apresenta o comparativo entre os quatro jogos, com preços, plataformas e principais diferenciais.

Revista Brasileira de Aviação Civil
& Ciências Aeronáuticas

Quadro 1 – Comparativo entre jogos

Jogos	Preço	Plataformas	Diferenciais
Flight Simulator x	R\$ 45,99	Windows® XP Service Pack 2 ou superior	Maior compatibilidade e leve para rodar em hardwares mais fracos.
X-Plane 11	R\$ 57,99	Windows, macOS e Linux	Física de voo mais realista e comandos mais imersivos.
X-Plane 12	R\$ 214,99	Windows, macOS e Linux	Física, gráficos e meteorologia realistas
Prepar3dv4	R\$ 306,86 ²	Microsoft Windows 10 (v.1809) ou Windows 11 (recomendado)	Grande variedade de aeronaves para baixar
MSFS 2020 – versão básica	R\$ 249,95	Windows 10 (v. 1909)	Maior realismo no mercado, em física, meteorologia e gráficos

Fonte: os autores, 2024, com base em Microsoft Flight Simulator Team, 2024; Laminar Research (s.d.); e Lockheed Martin (s.d.).

² Valor em dólar, obtido no site oficial \$59.95, convertido na taxa de câmbio do dia em 14 de abril de 2024.

Nota-se que o FSX possui uma compatibilidade maior com sistemas operacionais mais antigos. Portanto, é uma opção mais acessível, em relação a necessidade de hardware de processamento, enquanto os demais exigem mais investimento nesse sentido por requerer máquinas mais potentes. No entanto, eles também oferecem gráficos e física mais realistas, aumentam a noção de realidade e a imersão. Assim, a relação custo-benefício deve ser considerada, no momento da aquisição da licença do jogo.

5 RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados relacionados ao objetivo desta pesquisa, que dizem respeito à capacidade que os jogos de simulação podem apresentar em relação ao treinamento tanto de aprendizes quanto de pilotos profissionais.

5.1 DESAFIOS ENFRENTADOS NA APLICABILIDADE DOS JOGOS NO TREINAMENTO REAL

Alguns desafios foram encontrados durante esta pesquisa, dentre eles a falta de imersão proporcionada pelos jogos, de acordo com os instrutores de voo que participaram da pesquisa de Almeida e Correa (2017). Outro desafio é o custo do hardware necessário, de acordo com os sites das principais produtoras de jogos de simulação, uma vez que alguns possuem requisitos que exigem um maior investimento, se a intenção for uma simulação mais realista, além dos periféricos, como manches, joysticks, pedais etc.

Outro ponto é o comprometimento do aluno, que deve desenvolver um plano de estudos eficiente ou solicitar auxílio a um instrutor. Tal plano deve ser personalizado às suas necessidades individuais e deve ser cumprido tal qual estiver descrito, pois, por ser um jogo, desvios de aprendizados podem existir e o cuidado para que isso não seja absorvido como normais e trazido para o voo real deve ser observado.

5.2 NOVAS TECNOLOGIAS E COMO INTEGRAR OS JOGOS DE SIMULAÇÃO AO TREINAMENTO

A aplicação dos jogos de simulação no treinamento de PPA e PCA é uma ferramenta que, como já citado, tem grande potencial para alavancar a aprendizagem. No entanto, por não ser prevista oficialmente pela ANAC, é uma ferramenta que deve ser utilizada com cautela e em conjunto com o plano de ensino da escola, de maneira sempre complementar à instrução e nunca substitutiva, pois em todo e qualquer caso, a regulamentação vigente sempre terá preferência. Com isso, é possível utilizar os jogos de simulação para apresentar ao aluno desde noções básicas da aeronave, como execução de checklists, posicionamento dos instrumentos e interruptores do painel, até elementos mais avançados como demonstração do comportamento da aeronave durante as manobras, assim como sua execução, correção de tendências, recuperações de estol da forma correta, além da oportunidade de colocar a aeronave em condições e situações em que seria impossível na realidade, como emergências, simulação de água no combustível, perda dos comandos de voo etc.

A lista se estende, mas pode ser resumida na ambientação do aluno na aeronave, treinamento de manobras e procedimentos visuais, por instrumentos e emergências. Em uma situação real, ao realizar suas horas de voo, desde o acionamento do motor, táxi, decolagem e chegada na área de treinamento, minutos preciosos são perdidos, e o tempo que sobra não permite muitas repetições das manobras, já que a maioria delas envolvem perda de altitude, e para uma nova tentativa, deve-se subir novamente para altitude de segurança. No entanto, esse tipo de problema não existe no ambiente virtual, basta colocar a aeronave na posição correta com um clique e repetir quantas vezes for necessário.

A aplicação dos jogos de simulação, portanto, não se limita a escolas, já que não há uma previsão legal destes. Qualquer pessoa pode acessar o site do jogo e adquirir uma licença pessoal. No entanto, para que os jogos sejam utilizados no ambiente doméstico, alguns cuidados devem ser tomados, já que estes podem ser utilizados para entretenimento e com nenhuma aplicabilidade de treinamento.

Assim, é preciso haver disciplina do aluno e atenção para separar essas sessões de diversão com as sessões de treinamento, para obter o máximo aproveitamento e não adquirir tendências inadequadas, que possam ser transpostas para o voo real; portanto, é aconselhável que utilize sempre o manual de sua escola ou os regulamentos oficiais como base de referência.

Esse tipo de problema é mais limitado no ambiente das escolas, porque por serem um local de instrução, só permitem o acesso do aluno para fins de estudos e sempre supervisionado por um instrutor. A escola pode utilizar os jogos de simulação em momentos como *briefing* e *debriefing*, principalmente, mas também sempre que for necessário apresentar um conceito novo, responder uma dúvida do aluno e para demonstração prática dos conceitos apresentados em sala de aula.

Para o treinamento em computador, os jogos têm uma função muito importante em aprimorar as habilidades do piloto e auxiliá-lo com as noções do voo por instrumentos. Os jogos podem prepará-lo para as sessões reais de treinamento em simulador homologado, e torná-las mais eficientes. Tais ações se tornam mais simples, pelo fato de ser necessário apenas um computador com o jogo instalado e um joystick para controle da aeronave.

Algumas tecnologias existentes e outras em desenvolvimento permitem uma ampliação da gama de possibilidades trazidas pelos jogos. Um exemplo é o manche com force feedback, que é uma tecnologia que permite, segundo a Brunner (s.d.), que o manche conectado ao computador simule a força necessária real para aplicação dos comandos assim como em uma aeronave real, assim como simular a vibração dos motores e permitir uma melhor percepção motora do peso da aeronave em seus comandos.

Outra possibilidade é a utilização de óculos de realidade virtual, que permitem ao usuário “ingressar” na cabine de um avião, com uma noção de profundidade realista. A tecnologia de realidade virtual é tão eficiente, que a empresa Azul Linhas aéreas (2022) a utiliza no treinamento de seus pilotos do Cessna 208 Caravan, em sua subsidiária Azul Conecta.

Uma inovação é a introdução de inteligências artificiais, como o *Beyond ATC* (2024) e o *SayIntentions.AI* (s.d.), por meio de *softwares* proprietários, que simulam todo o controle de tráfego aéreo realizado pelo rádio, considerado uma das maiores dificuldades de quem está começando a voar. Esses *softwares* simulam o controle nas diversas fases de voo, com vozes artificiais, que em alguns casos, são indistinguíveis de vozes reais.

De acordo com Soulié-Fogelman (2019), a aviação tem muito potencial para aplicação da inteligência artificial, pois a área agrupa um grande banco de dados, que pode ser analisado por *softwares* com potencial de tratar assuntos complexos, volumosos e repetitivos. A inteligência artificial e a realidade virtual não são elementos cruciais para o treinamento, o próprio jogo de simulação já traz uma imersão adequada, porém, caso o usuário deseje se aprofundar mais no realismo, é possível optar pela utilização de óculos VR para simulação de profundidade, também *softwares* de IA que melhoram tornam certos aspectos da simulação mais próximos da vida real, quanto o controle de tráfego aéreo, que traz a possibilidade de simular um copiloto a bordo, entre outros.

Também é preciso ter ciência de que algumas dessas tecnologias tem preços relativamente altos, e são, portanto, elementos complementares, mas que não são necessários para cumprir a função básica dos jogos de simulação, que tornam possível a recriação de um voo real em todos os seus aspectos, de maneira acessível em um computador pessoal e em um ambiente seguro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo de encontrar evidências científicas, por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica, de que os jogos de simulação sejam capazes de contribuir com a proficiência na pilotagem dos futuros e atuais pilotos, sem a necessidade de uma aeronave real, a fim de prevenir que acidentes fatais ocorram.

A instrução em aviação civil, no Brasil, enfrenta diversos desafios; porém, enquanto não houver uma mudança na regulamentação e atualização do sistema de ensino, é necessário adaptar as necessidades da área, a fim de solucionar as

suas deficiências. Os resultados sugerem que os simuladores têm um potencial significativo no treinamento de pilotos, que ainda é pouco explorado. Caso a lógica aplicada à aviação de linha aérea puder ser aplicada à instrução de PPA e PCA, no quesito do uso da simulação, será possível otimizar o treinamento desse público.

Os jogos podem ser uma ferramenta que contribui, significativamente, para a instrução de pilotos, sem que entrem em conflito com os requisitos da ANAC, embora haja a falta de imersão. Contudo, isso tende a ser solucionado pelo desenvolvimento de novas tecnologias. Como estudos futuros, sugere-se o aprofundamento do tema, em relação à sua aplicabilidade em outros tipos de aeronaves, como helicópteros, planadores, dirigíveis etc.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.; CORREA, C. Percepções sobre os jogos de simulação de voo na formação de pilotos privados de aviação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, 2017. DOI: 10.22456/1679-1916.75108. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/75108>. Acesso em: 18 maio 2024.

APRIL 4th, 2024 – Development Update. Flight Simulator – MSFS. Microsoft Flight Simulator Team, 4 abr. 2024. Disponível em: <https://www.flightsimulator.com/april-4th-2024-development-update/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

AZUL Conecta oferece novas tecnologias na feira Aviatrade. Azul Linhas Aéreas. São Paulo, 10 nov. 2022. Disponível em: <https://www.voeazul.com.br/br/pt/imprensa/sala-de-imprensa/azul-conecta>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BALADEZ, F. O passado, o presente e o futuro dos simuladores. **Fasci-Tech**, São Caetano do Sul, 2009, v. 1, n. 1, p. 29-40, ago./dez. 2009.

BIANCHI. **A história do Flight Simulator**. 2019. Disponível em: <https://blog.bianchi.com.br/historia-flight-simulator/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

BIANCHINI, D. **Aprendendo a Voar em Simuladores de Voo**. 10. ed. São Paulo: Bianchi, 2015.

BRASIL. **RBAC**: Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil. Brasil: Anac, 10 mar. 2016. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac>. Acesso em: 19 abr. 2024.

BRASIL. ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **Portaria n. 9.592/PL, de 21 de outubro de 2022**. Regulamenta os exames de conhecimento teórico para fins de obtenção de licenças, de habilitações e do certificado de piloto aerodesportivo e de Instrutor AVSEC realizados em meio eletrônico por contratado para execução indireta de serviço da ANAC. Brasília: ANAC, 2022. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/2022/portaria-9592#:~:text=PORTARIA%20N%C2%BA%209.592%2FSPL%2C%20DE,indireta%20de%20servi%C3%A7o%20da%20ANAC>. Acesso em: 15 abr. 2024.

CLS-E NG force feedback yoke your entry point into realistic flight experiences - feel the difference. BRUNNER. (s.d.). Disponível em: <https://www.brunner-innovation.swiss/product/cls-e-ng-yoke/>. Acesso em: 15 abr. 2024.

COSTA FILHO, A. S. **Regulamento de tráfego aéreo para piloto privado de avião e helicóptero**. 3. ed. São Paulo: Espaço Aéreo, 2017. 266 p. ISBN 978-85-67501-03-1.

FALLEIROS, G. T. **Como criar asas**: conheça o longo percurso para se tornar piloto de linha aérea. conheça o longo percurso para se tornar piloto de linha aérea. Confederação Nacional do Transporte (CNT), 2019. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/como-criar-asas-conheca-longo-percurso-tonar-piloto-linha-aerea>. Acesso em: 11 abr. 2024.

FONSECA, M. M. **Simuladores de voo**: a importância do seu uso para a formação do aeronauta. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

FONSECA, M. M.; MONTEIRO, R. F. Simuladores de voo: a importância do seu uso para a formação do aeronauta: flight simulators: the importance of their use for aircraft training. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 79–104, 2022. Disponível em: <https://rbaccia.emnuvens.com.br/revista/article/view/90>. Acesso em: 18 maio. 2024.

HORAS de voo instrução. Aeroclube de Caxias do Sul. Clube de Voo. Escola de Aviação. Caxias do Sul, [2024]. Disponível em: <https://www.aeroclubecaxias.com.br/valores/horas-de-voo-instrucao>. Acesso em: 13 abr. 2024.

KUMAR, B. **An illustrated dictionary of aviation**. New York: McGraw-Hill, 2005.

MACHADO. BRASIL. SO J. E. S. Força Aérea Brasileira. **Aviação e história: os primórdios dos simuladores de voo.** os primórdios dos simuladores de voo. [s.d.]. Museu Aeroespacial – Instituto Histórico-cultural da Aeronáutica. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/musal/index.php/projeto-av-hist/62-projeto-av-hist/470-os-primordios-dos-simuladores-de-voo>. Acesso em: 3 mar. 2024.

MACHADO, E. E.; HENKES, J. A. Entraves e dificuldades dos alunos no processo de aprendizagem em cursos práticos de piloto privado de avião. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 189–245, 2023. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/49>. Acesso em: 19 maio. 2024.

OCORRÊNCIAS Aeronáuticas na Aviação Civil Brasileira. Painel SIPAES, CENIPA. PAINEL SIPAER, [S. l.], [2024]. Disponível em: <https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/acidentes.html>. Acesso em: 20 abr. 2024.

PILOTO Comercial (Avião). Aeroclube de Brasília. Brasília, [2024]. Disponível em: <http://www.aeroclubedebrasil.org.br/piloto-comercial.html>. Acesso em: 13 abr. 2024.

PREPAR3D v6. Lockheed Martin. (s.d). Disponível em: <https://www.prepar3d.com/prepar3d-store/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

PRICING. **Beyond ATC**. 2024. Disponível em: <https://www.beyondatc.net/pricing>. Acesso em: 15 abr. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, F. **Microsoft Flight Simulator**: Veja a evolução gráfica da franquia de 1982 até hoje. Canaltech, 1 jul. 2020. Disponível em: <https://canaltech.com.br/games/microsoft-flight-simulator-evolucao-graficos-167323/>. Acesso em: 18 maio 2024.

SIMULADOR voo. In.: Anacpédia. Brasília: ANAC, 2024. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por-por/tr2185.htm>. Acesso em: 13 abr. 2024.

SOULIÉ-FOGELMAN, F. Key priorities and timescales for artificial intelligence: to help improve aviation performance. In: Skyway Magazine (France) (ed.). **Artificial Intelligence: a new era for aviation**. 71. ed. Boulogne Billancourt: Skyway, 2019. p. 34-36. Disponível em: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-11/skyway-magazine-autumn-winter-2019.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2024.

TABELA de preço: realize seu sonho de voar, venha voar com a gente! Aeroclube de Pará de Minas. Pará de Minas, [2024]. Disponível em: <https://aeroclubeparademinas.com.br/tabela-de-precos/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

THE ONLY 100% AI ATC. SayIntentions.AI (s.d.). Disponível em:
<https://www.sayintentions.ai>. Acesso em: 15 abr. 2024.

VALORES de cursos. Aeroclub de Goiás. Goiânia, [2024]. Disponível em:
<https://www.aeroclubedegoias.com.br/site/valores/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

X-PLANE 12. Laminar Research. (s.d.). Disponível em: <https://www.x-plane.com>.
Acesso em: 13 abr. 2024.

