UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

ADRIANO SARAIVA COSTA

ABORDAGEM SOBRE O EMPREGO DE SIMULADORES DE VOO EM COMPUTADORES PESSOAIS COMO AUXÍLIO NA FORMAÇÃO AERONÁUTICA

Palhoça

2020

ADRIANO SARAIVA COSTA

ABORDAGEM SOBRE O EMPREGO DE SIMULADORES DE VOO EM COMPUTADORES PESSOAIS COMO AUXÍLIO NA FORMAÇÃO AERONÁUTICA

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Patrícia da Silva Meneghel, Dra.

Palhoça

2020

ADRIANO SARAIVA COSTA

ABORDAGEM SOBRE O EMPREGO DE SIMULADORES DE VOO EM COMPUTADORES PESSOAIS COMO AUXÍLIO NA FORMAÇÃO AERONÁUTICA

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 25 de junho de 2020

_____

Orientador: Prof. Patrícia da Silva Meneghel, Dra.

_____

Prof. Antônio Carlos Vieira de Campos, Esp.

Dedico este trabalho a amada esposa Fabiana
Ludwig Veloso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores pela dedicação e esforço em compartilhar seus conhecimentos ao longo de minha vida. Agradeço também aos meus pais que sempre zelaram pela minha educação, aos meus amigos pelo companheirismo e a Deus pela possibilidade de realizar essa tão sonhada graduação.

Se você quiser fazer uma torta de maçã a partir do zero, você deve primeiro inventar o Universo. (SAGAN, Carl)

RESUMO

Este trabalho consiste na elaboração de uma pesquisa para avaliar o potencial de uso de simuladores de voo em computadores pessoais como auxílio na formação aeronáutica. Através de pesquisas bibliográficas na internet, foram analisadas algumas plataformas de simulação disponíveis no mercado e suas características. Ao final, foi concluído que a simulação de voo em computadores desktops possuem muito potencial para auxílio à estudantes por permitirem, a um baixo custo, uma plataforma para familiarização de procedimentos, operação e performances de diferentes aeronaves, bem como servir de ferramenta para a prática de procedimentos aeronáuticos que então só estariam sendo possíveis em simuladores homologados ou em voo real.

Palavras-chave**:** Simuladores. Computadores. Virtual.

ABSTRACT

This work consists in the elaboration of a research to verify the possibility of using flight simulators in personal computers as an aid in aeronautical training. Through bibliographic searches on the internet, some simulation platforms available on the market and their characteristics were analyzed. In the end, it was concluded that flight simulation on desktop computers has a lot of potential to assist students by allowing, at a low cost, a platform for familiarizing procedures, operation and performances of different aircraft, as well as serving as a tool for practical procedures. aeronautics that then would only be possible in homologated simulators or in real flight.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Plataforma de simulação e investimentos - Tradezone.....15
Figura 2 - Simulador de circuitos eletrônicos 16
Figura 3 - Flight Simulator 1.0 (1982).....17
Figura 4 - Cockpit 3D da aeronave Cessna 172SP – X-Plane 11.....19
Figura 5 - Torre de controle simulada – Prepar3D 20
Figura 6 – Cockpit Boeing 737NGXu – PMDG 20
Figura 7 - Pirâmide da aprendizagem de William Glasser.....22
Figura 8 - Trainee fazendo uso da ferramenta VR Flight Trainer em sua casa 23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA 12
1.2 OBJETIVOS 12
1.2.1 Objetivo Geral 12
1.2.2 Objetivos Específicos 12
1.3 JUSTIFICATIVA 12
1.4 METODOLOGIA 13
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 14
2 SIMULADORES DE VOO EM COMPUTADORES PESSOAIS 15
2.1 DEFINIÇÃO 15
2.2 ANÁLISE DAS PLATAFORMAS DE SIMULAÇÃO DE VOO EXISTENTES 17
2.3 USO PRÁTICO 21
3 CONCLUSÃO 24
REFERÊNCIAS 25

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a atividade aérea vem desempenhando um papel importante no desenvolvimento mundial, indo desde o transporte aéreo até máquinas precisas de guerra. Acompanhando os avanços tecnológicos durante as recentes décadas, a aviação se beneficiou de importantes recursos tais como piloto automático, radares meteorológicos, sistemas de comunicação, auxílios de navegação por satélite e telas touchscreen. Tais mudanças evolutivas trouxeram mais segurança, agilidade e redução da carga de trabalho aos tripulantes. Contudo, toda essa relação de recursos somados à operação aérea em si decai sobre o elemento humano, ponto central e responsável por conduzir e gerenciar cada fase do voo, julgando cada ação necessária para dado momento. Neste aspecto, a formação aeronáutica desempenha um papel fundamental na preparação de pilotos e tripulantes, tanto nas atividades técnicas e operacionais quanto nas situações de governança e gestão de riscos. Com o alto custo envolvido na formação e preparação de novos tripulantes, cada vez mais as empresas estão buscando alternativas baratas e eficientes para a formação de novos pilotos. Sobre isso:

> A mais recente Previsão de Serviços Globais da Airbus prevê a necessidade de treinamento de 550.000 novos pilotos em todo o mundo nos próximos 20 anos e estamos investigando novas maneiras de tornar o treinamento de voo mais eficiente, flexível e atraente para uma geração de nativos digitais. (AIRBUS, 2019, p.1 – Tradução do autor)

O fácil acesso à dispositivos eletrônicos pessoais nos dias de hoje, tais como desktops, tablets ou smartphones somados à evolução computacional e o crescente mercado da tecnologia da informação e desenvolvimento de softwares, incentivou diversas empresas como Microsoft, Lockheed Martin e Laminar Research a desenvolverem simuladores de voo para computadores pessoais com fidelidade suficiente para simular situações críticas e operacionais em pilotos e estudantes.

Este trabalho aborda o emprego destes softwares simuladores de voo em computadores pessoais avaliando suas características e recursos para uso como complemento à formação aeronáutica.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

A questão a ser respondida é: Considerando a complexidade da formação aeronáutica e o alto custo envolvido neste processo, haveria potencial nos modernos simuladores de voo em computadores pessoais para que estes possam ser utilizados como ferramentas de estudo e simulação?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho visa analisar o uso de simuladores de voo em computadores pessoais como auxílio na formação aeronáutica.

1.2.2 Objetivos Específicos

a) Analisar algumas das plataformas existentes.
b) Abordar possíveis usos práticos como ferramenta de auxílio na formação aeronáutica.

1.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa para este trabalho surgiu da recente experiência que vivenciei durante minhas aulas práticas de voo para obtenção da licença de piloto comercial avião. O alto custo em questão para a formação aeronáutica somados aos desafios da formação em si, me deixou apreensivo e inseguro em várias fases do curso. Dificuldades como a familiarização dos diferentes modelos de aeronaves voadas e seus procedimentos, exigiram que eu fosse além dos livros e das horas práticas. Como entusiasta de novas tecnologias, acreditei na possibilidade de replicar uma série de etapas do treinamento em um simulador rodando em meu computador pessoal, mesmo sem entender os fundamentos científicos desta decisão.

O uso de simuladores em geral sempre acompanhou grandes feitos da humanidade. A chegada do homem à lua, por exemplo, exigiu uma gama de estudos simulados para pôr em prova cálculos matemáticos, eficiência de foguetes e treinamento de astronautas em ambientes até então desconhecidos conforme descrito:

> Sentindo-se obrigada a preparar os astronautas para todas as contingências possíveis, a NASA exigiu centenas de horas de treinamento em simuladores de alta fidelidade. Cada tripulante nos programas Mercury, Gemini e Apollo passou um terço ou mais do seu tempo total de treinamento em simuladores. As equipes de pouso lunar em específico, usaram simuladores por mais da metade do tempo. (TOMAYKO, 1998, p.1 – Tradução do autor).

Ainda sobre a eficiência e resultado destes ambientes simulados no programa espacial, destaca-se:

> Esses simuladores e seus sistemas de computadores foram cruciais para o sucesso do programa. A emergência da Apollo 13 em abril de 1970, quando houve uma explosão no módulo de serviço a caminho da Lua, demonstrou a alta fidelidade e flexibilidade dos simuladores, pois todas as queimas, separações e manobras de motores do módulo lunar podiam ser testadas à medida que a missão progredia. (TOMAYKO, 1998, p.1 – Tradução do autor).

Considerando o alto custo envolvido na formação aeronáutica e a grande variedade de plataformas de simulação disponíveis em computadores desktops, este trabalho justifica-se em analisar tais recursos para utilização como ferramenta de auxílio e estudo na formação aeronáutica.

1.4 METODOLOGIA

O presente trabalho tem por base a pesquisa explanatória de natureza básica, cujo objetivo visa “proporcionar maior familiaridade com o problema de pesquisa, visando construir hipóteses” (TUMELERO, 2019, p.1).

Como abordagem, optou-se pelo método qualitativo devido à natureza da informação pesquisada e do fundamento deste trabalho, caracterizado por apontar recursos existentes e demonstrar suas principais características.

A coleta de dados usou como base a pesquisa bibliográfica, utilizando-se de diversos materiais publicados na Internet, tais como artigos acadêmicos, sites oficiais de fabricantes, notícias e publicação de conteúdo digital.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho foi construído na seguinte estrutura a fim de manter-se claro e padronizado:

No capítulo 1, apresenta-se a introdução constituída da problematização, problema do estudo, seus objetivos, justificativa e a metodologia empregada.

No capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica, onde é exibido basicamente as principais ferramentas de simulação existentes para uso em computadores pessoais, suas tecnologias e suas possíveis aplicações práticas como ferramenta de ensino.

Por fim, o trabalho encerra-se com a conclusão do autor e suas referências usadas.

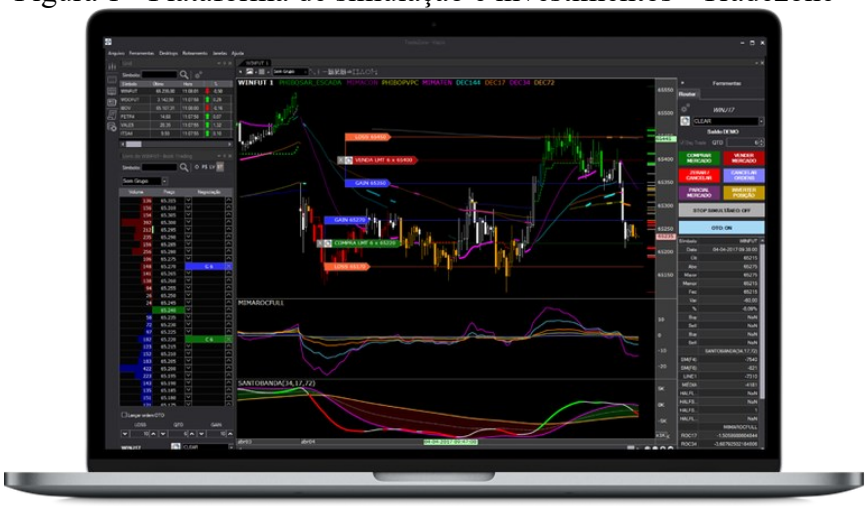
2 SIMULADORES DE VOO EM COMPUTADORES PESSOAIS

2.1 DEFINIÇÃO

Segundo Mosef (1997) "simulação é o processo de elaborar um modelo de um sistema real e conduzir experimentos com este, com o propósito de compreender o comportamento do sistema, ou avaliar estratégias para a operação do mesmo" (apud STIVARI; GAMEIRO, 2013, p.5). Do mesmo modo, (Shannon, 1975) define simulação como "Processo de elaboração de um modelo de um sistema real (ou hipotético) e a condução de experimentos com a finalidade de entender o comportamento de um sistema ou avaliar sua operação" (apud MEDINA; CHWIF, 2006, p.5).

Tais definições nos permite refletir que por meio de modelos elaborados (especialmente criados em computadores), é possível utilizar-se de simuladores como poderosas ferramentas para as mais diversas áreas do conhecimento. No mercado financeiro por exemplo, várias plataformas disponibilizam o recurso "replay de mercado", que reproduz o pregão anterior exatamente com as mesmas variações do dia, possibilitando entender como o mercado agiu em determinada hora ou situação e simular estratégias de entrada e saída de posições em ações ou ativos.

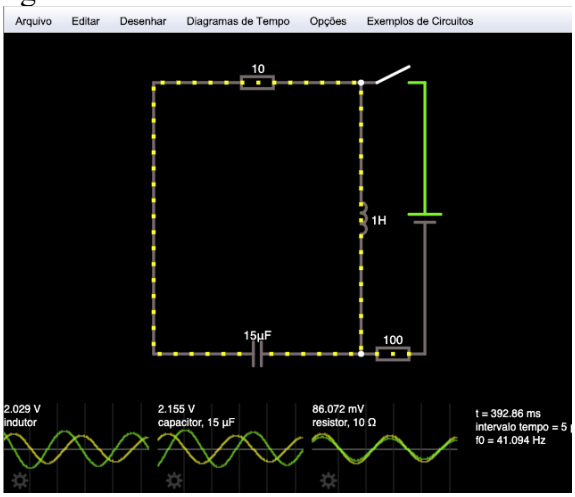
Figura 1 - Plataforma de simulação e investimentos - Tradezone



Fonte: INFOMONEY, 2017

Em outro segmento, o uso de softwares de simulação de circuitos eletrônicos também pode ser destacado. Neles, é possível criar todo o esquema e a construção de circuitos digitais ou analógicos analisando assim seu funcionamento de forma virtual, eliminando erros de projetos e trazendo economia na compra de melhores componentes.

Figura 2 - Simulador de circuitos eletrônicos



Fonte: FALSTAD, 2020

No âmbito da tecnologia da informação, o uso de simuladores de rede é bem difundido, onde um ambiente virtual é criado para possibilitar ao usuário simular e planejar novas topologias de redes computacionais ou diagnosticar problemas em ambientes existentes. Isto é particularmente importante para estudantes de tecnologia ou profissionais que atuam na área de infraestrutura de redes. Uma das diversas ferramentas existentes é o “NS-3” o qual Cemim, Vieira e Ferreto (2010, p.3) descreve que a ferramenta funciona como um simulador de eventos discretos, orientado para a simulação de redes de computadores e traz recursos como a simulação do protocolo TCP, roteamento e protocolos multicast sobre redes com fio ou wireless.

Verifica-se pelos exemplos demonstrados acima a diversidade de ferramentas existentes para ensino e prática de habilidades em computadores ou dispositivos pessoais de fácil acesso.

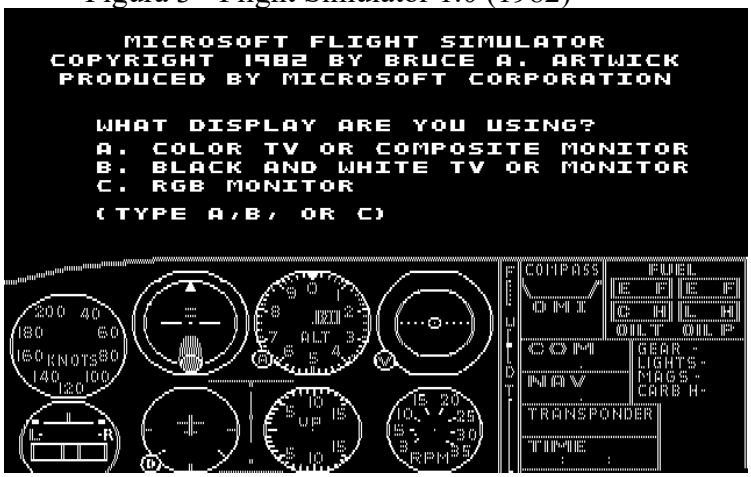
2.2 ANÁLISE DAS PLATAFORMAS DE SIMULAÇÃO DE VOO EXISTENTES

O avanço dos recursos computacionais ao longo dos últimos anos possibilitou simplificar a construção de elementos gráficos complexos e aumentar o realismo de imagens 3D em computadores, filmes e até mesmo celulares. Novas tecnologias também surgiram a partir do 3D e nelas a possibilidade de criar ambientes virtuais fiéis ao mundo real. Neste sentido:

> À medida que a tecnologia avança, mais realidades do campo virtual são criadas. Com isso, tecnologias como realidade aumentada, realidade virtual, realidade mista apareceram no mercado e já são parte integrante na vida de muitas pessoas. (BIGONO, 2020, p.1)

Junto a estes avanços, a indústria de jogos e entretenimento digital sempre buscou fazer uso de recursos inovadores para criação de softwares de simulação cada vez mais fiéis a realidade. Em 1982, após aquisição de direitos para portar seu simulador de voo para computadores plataforma IBM PC, a Microsoft lançou sua primeira versão do famoso "Microsoft Flight Simulator", trazendo recursos diferenciados para a época, que incluía suporte à monitores coloridos, efeitos meteorológicos e ajustes de hora e tempo. Curiosamente, um de seus anúncios comerciais na época dizia: "Se o voo em seu computador ficar mais realista, você irá precisar de uma licença" (WILLS, 2019, p.120 – Tradução do autor).

Figura 3 - Flight Simulator 1.0 (1982)



Fonte: BIANCH, 2019

Ao longo das várias edições lançadas nestes últimos 38 anos, o simulador de voo da Microsoft acumulou diversos prêmios, destacando o título no Guinness Book “Most Successful Flight Simulator Series” pelo seu histórico e sua importante influência nas décadas de 80, 90 e 2000. Neste ponto:

> É bem possível que 9 de cada 10 pilotos entre 30 e 40 anos tenha iniciado sua “carreira” no Flight Simulator durante a década de 90. Com o lançamento do Windows 95 muita coisa mudou no mundo da computação e consequentemente o Flight Simulator (cuja desenvolvedora é a Microsoft, mesma empresa que desenvolve o Windows) avançou muito em sua capacidade gráfica, performance, cenários (sendo a primeira versão com cenários fora dos Estados Unidos e Europa), aeronaves e em seu realismo de modo geral. (BIANCH, 2019, p.1)

Ainda, (Wills, 2019, p.120) descreve que devido à sua grande evolução de recursos e usabilidade ao longo dos anos 90, indiretamente o título ficou marcado por rumores de que terroristas da Al Qaeda teriam utilizado a plataforma em conjunto com suas aulas de voo para praticar os atentados de 11 de Setembro de 2001 nas torres gêmeas.

Paralelo ao sucesso da franquia Flight Simulator, algumas outras empresas também ingressaram neste segmento, uma em particular conquistou muito respeito pelos seus aspectos realísticos e fiéis na performance de aeronaves e controles de voo. Trata-se do X-Plane. Desenvolvido pela empresa Laminar Research, o X-Plane foi lançado no mercado de simuladores de voo para computadores, tablets e celulares e encontra-se atualmente na sua versão 11. Este permite simular não só a experiência fiel do voo, mas também criar situações inesperadas para o usuário, por exemplo, uma pane de motor logo após a decolagem ou falha em um componente específico em determinada etapa do voo para avaliar as ações tomadas pelo piloto. Seu alto nível de detalhamento e performance faz com que o X-Plane possa ser adquirido em uma licença Profissional de uso, possibilitando que o dispositivo seja homologado oficialmente pela FAA para uso em dispositivos PCATD, FSTD, AATD e Jet Training com hardware específico. Nisso, a desenvolvedora descreve:

> A versão do X-Plane comprada no X-Plane.com não é certificada pela FAA para treinamento de voo imediatamente, pois a certificação requer uma combinação de software e hardware. No entanto, o software disponível por cerca de $60 no X-Plane.com é quase idêntico ao encontrado nas plataformas Full-Motion certificadas de $500.000. (LAMINAR RESEARCH, 2020, p.1 – Tradução do autor)

Verifica-se aqui, que o X-Plane em sua versão para uso em computadores pessoais já entrega uma plataforma de simulação avançada com mínimas diferenças dos grandes simuladores homologados nas escolas e nos centros de treinamento oficiais.

Figura 4 - Cockpit 3D da aeronave Cessna 172SP – X-Plane 11

Fonte: MAC MAGAZINE (2017).

Em novembro de 2010, após aquisição de direitos de uso da licença da tecnologia Microsoft ESP, mais uma empresa entra no mercado de simuladores para computadores pessoais. Desta vez a Lockheed Martin, famosa fabricante de aviões e helicópteros lança a plataforma Prepar3D. A plataforma utiliza o código fonte do produto Microsoft Flight Simulator X, (então descontinuado em 2009 pela Microsoft após demissões internas). Seu diferencial das demais plataformas se faz pelo ambiente virtual que ela traz, possibilitando não só a simulação de voo, mas também outros elementos tais como simulação de controle de tráfego aéreo, veículos terrestres e marítimos, conforme definido pela empresa:

> O Prepar3D (pronunciado "Prepared") é uma plataforma de simulação visual que permite aos usuários criar cenários de treinamento nos domínios da aviação, marítimo e terrestre. O Prepar3D envolve os usuários em treinamento imersivo através de ambientes realistas. (LOCKHEED MARTIN, 2020, p.1 – Tradução do Autor)

Figura 5 - Torre de controle simulada – Prepar3D

Fonte: LOCKHEED MARTIN, 2020.

Em conjunto às plataformas de simulação digitais mencionadas acima, algumas outras desenvolvedoras terceirizadas também desenvolvem produtos específicos para uso nestes simuladores. Estes produtos, conhecidos como “ADDONs”, acabam adicionando ainda mais realismo ao ambiente provisionado por entregarem um componente de maior qualidade aos que a plataforma oferece. Um exemplo de produto comercializado para uso dentro da plataforma Prepar3D é o Boeing 737NGXu desenvolvido pela empresa PMDG Simulations LLC. Sobre isso:

> Os produtos de simulação do PMDG estão sendo usados por indivíduos, empresas, pilotos e tripulações profissionais em quase todos os países do mundo. Líder no desenvolvimento de tecnologias avançadas de simulação, o software de simulação do PMDG tornou-se conhecido pela atenção aos detalhes, inovação e detalhamento. A empresa trabalha com alguns dos maiores nomes do setor aeroespacial e faz parceria com algumas das maiores companhias aéreas do mundo para produzir simulações de aviões altamente detalhadas que são capazes de reproduzir o mundo complexo da moderna cabine de comando em detalhes finitos. (PMDG, 2020, p.1 – Tradução do autor)

Figura 6 – Cockpit Boeing 737NGXu – PMDG

Fonte: PMDG SIMULATIONS LLC, 2020

Cabe ressaltar que a atualização constante destas plataformas por parte de seus desenvolvedores possibilita que os simuladores se mantenham atualizados com as mudanças do mundo externo. A homologação de um novo aeroporto, criação de um novo fixo aeronáutico ou mudança do rumo magnético de uma pista é refletida dentro do software em sua janela de novas atualizações periódicas. Outro ponto importante é a criação de interfaces para estes simuladores, onde diversas empresas do segmento de hardware desenvolvem e comercializam componentes físicos tais como pedais, manetes de potência ou manches específicos para aprimorar o ambiente de simulação e mantê-lo ainda mais fiel em sua experiência.

2.3 USO PRÁTICO

De acordo com Ruiz, Aguado e Moreno (2014, p.2, Tradução do autor), alguns dos exemplos de uso dos simuladores em geral incluem a possibilidade de oferecerem um modo seguro e econômico de treinamento, contribuir para a tomada de decisões e explorar situações onde a experiência pode ser perigosa, problemática, cara ou até mesmo diretamente impossível.

Verifica-se aqui que de modo prático, o uso de tais simuladores descritos poderiam ser utilizados para suprir algumas lacunas da formação aeronáutica, facilitando por exemplo o aluno pilotar com maior proficiência uma aeronave real sem ter tido qualquer contato prévio com a mesma ou de mesmo modo, permitir a reprodução de determinada navegação, aproximação ou procedimento já realizado em um voo real com a finalidade de consolidar o conhecimento já vivenciado. Tais situações descritas se beneficiariam de uma redução de horas de aprendizagem e um melhor aproveitamento do aluno em hora real de voo.

Deste modo, sugere-se que o uso destas plataformas descritas tem um grande potencial como métodos de aprendizagem ativos (fazer, discutir e ensinar), cuja eficácia é comprovadamente maior que os métodos passivos de estudos comuns (leitura, escrita e observação). Sobre isso:

> De acordo com William Glasser (1990), nós aprendemos 10% do que lemos, 20% do que ouvimos, 30% do que observamos, 50% do que vemos e ouvimos, 70% do que discutimos com outros, 80% do que fazemos e 95% do que ensinamos aos outros. (apud HARMIN; TOTH, 2006, p.230 - Tradução do autor)

Figura 7 - Pirâmide da aprendizagem de William Glasser

Fonte: LYCEUM, 2017

Com o intuito de aumentar cada vez mais a interação do homem com a máquina, uma promissora tecnologia desenvolvida na década de 70 parece agora ter evoluído o suficiente para integrar-se aos computadores e está sendo muito utilizada como métodos ativos de ensino. Trata-se da Realidade Virtual (VR), que pode ser definida como "uma forma de interface avançada que permite ao usuário navegar, imergir e interagir em um mundo virtual criado por computador" (CAMARGO, 2019, p.1). Sob tal definição, é possível verificar que os recursos de realidade virtual possibilitam uma nova abordagem no segmento de simulação em desktops buscando uma imersão completa no ambiente, de modo que: "A Realidade Virtual (VR) vem trazer ao uso do computador um novo paradigma de interface com o usuário. Neste paradigma, o usuário não estará mais em frente ao monitor, mas sim, sentir-se-á dentro da interface" (PINHO; KIRNER, 1997, p.1).

Visando explorar este novo conceito de interação e seus benefícios, diversas empresas já apostam nesta tecnologia como ambiente de treinamento e simulação de baixo custo. A exemplo disso, a Airbus anunciou o desenvolvimento de um simulador baseado em Realidade Virtual para ser utilizado no treinamento de tripulantes de suas frotas. O simulador chamado de "Airbus VR Flight Trainer" foi desenhado para ser utilizado em computadores pessoais e consiste basicamente em um óculos 3D e um par de controles, de forma simples, sem hardware proprietário, possibilitando mobilidade e uso fora dos centros de treinamentos, como descrito:

> Os pilotos serão imersos em um cockpit virtual simulado, onde poderão praticar seus procedimentos juntos até a perfeição. Eles poderiam fazer isso sozinhos ou como uma equipe; compartilhando a mesma sala física ou remotamente juntos online. Da mesma forma, eles poderiam treinar com ou sem um instrutor humano orientando sua lição (AIRBUS, 2019, p.1 – Tradução do autor)

O simulador está programado para ser lançado na segunda metade de 2020 inicialmente nos centros de treinamento da Airbus buscando torná-lo parte integral do curriculum para tripulantes que desejam adquirir as carteiras “TIPO” de sua frota de aeronaves.

Figura 8 - Trainee fazendo uso da ferramenta VR Flight Trainer em sua casa

Fonte: AIRBUS, 2019

Cabe ressaltar que as plataformas de simulação citadas neste trabalho já possuem suporte nativo a hardwares de realidade virtual e um amplo suporte por parte das desenvolvedoras, proporcionando compatibilidade com qualquer computador (desde que atendam aos pré-requisitos de hardware, específicos de cada plataforma).

3 CONCLUSÃO

É possível verificar que os simuladores de voo em desktops estão trazendo grandes evoluções a cada geração em que são lançadas. Parece existir uma tendência de que os jogos digitais historicamente tentam reproduzir o mundo real em suas plataformas até o ponto de conquistarem respeito nestes quesitos e se intitularem simuladores. Estes avanços acabaram alavancando a popularidade destas plataformas descritas visto a possibilidade de permitir que qualquer pessoa, sem qualquer contato prévio com a aviação, pudesse conhecer e ter a experiência prática dos procedimentos envolvidos na atividade aérea.

Diante a tudo, a tecnologia possibilitou novas formas de acesso à informação e a ferramentas de estudo que até pouco tempo atrás não se imaginava. Grandes nomes da indústria aeronáutica como Lockheed Martin e Airbus mostram interesse no desenvolvimento de novas formas de aprendizagem digital e investem em soluções de baixo custo. O campo da realidade virtual nos abre uma nova possibilidade de ensino imerso que pode ser benéfico para diversas áreas, sobretudo na formação aeronáutica permitindo uma grande imersão em uma eficiente forma de aprendizagem de modo que:

> Os simuladores podem ser usados como um meio eficaz para ensinar ou demonstrar conceitos aos alunos. Isto é particularmente verdade em simuladores que fazem uso inteligente de gráficos e animações por computador. Esses simuladores mostram dinamicamente o comportamento e o relacionamento de todos os componentes do sistema simulado, proporcionando assim ao usuário uma compreensão significativa da natureza do sistema. (CRAIG, 1996, p.1 – Tradução do autor).

Conclui-se que as plataformas de simulação aqui apresentadas possuem potencial para serem exploradas como plataforma de estudo prático com uma boa fidelidade de reprodução do mundo real em seus principais aspectos a um custo baixo se comparado aos verdadeiros recursos necessários para reproduzir tais condições. Procedimentos como gerenciamento de cabine, voo por instrumentos e comunicação aeronáutica são atividades de voo que poderiam se beneficiar diretamente da prática simulada, visto que exigem grande proficiência por parte dos alunos os quais não possuem outra forma de praticar seus conhecimentos de forma imersa sem que estejam nos aeroclubes ou nos centros de treinamento. Nestes pontos, o uso de tais plataformas descritas neste trabalho conquista grande potencial por permitirem suprir de forma alternativa o espaço vazio entre os estudos teóricos e as aulas práticas na formação aeronáutica.

REFERÊNCIAS

AIRBUS. **Airbus brings cockpit to you with new virtual reality flight trainer**. Disponível em: https://services.airbus.com/en/newsroom/stories/2019/12/airbus-brings-cockpit-to-you-with-new-virtual-reality-flight-trainer.html. Acesso em: 19 mai 2020.

BIANCH. **A História do Flight Simulator**. Disponível em: https://blog.bianch.com.br/historia-flight-simulator/. Acesso em: 19 mai 2020.

BIGONO, COSTA.M. **Tecnologia 3D o que é e como funciona**. Disponível em: https://canaltech.com.br/software/tecnologia-3d-o-que-e-como-funciona. Acesso em: 19 mai 2020.

CAMARGO, V. **Realidade Virtual no Brasil e no mundo: Momentos em que a tecnologia foi utilizada**. Disponível em: https://blog.aaainovacao.com.br/realidade-virtual-no-brasil/. Acesso em: 22 mai 2020.

CEMIN, P.; VIEIRA, R.; FERRETO, T. **VNetLab - Uma ferramenta para ensino de redes de computadores usando virtualização**. Disponível em https://www.inf.pucrs.br/ferreto/pubs/2010errc_cemim.pdf. Acesso em: 27 mai 2020.

CRAIG, D. **Advantages of Simulation**. Disponível em: http://web.cs.mun.ca/~donald/msc/node6.html. Acesso em: 18 mai 2020.

FALSTAD, P. **Circuit Simulator version 2.2.13js**. Disponível em: http://www.falstad.com/circuit/. Acesso em: 19 mai 2020.

HARMIN, M.; TOTH, M. **Active Learning: A complete handbook for today's teacher**. Second Edition, Alexandria Virginia – Editora ASCD.

INFOMONEY. **Clear lança nova plataforma profissional para traders com metodologia operacional exclusiva 2017**. Disponível em: https://www.infomoney.com.br/patrocinados/clear-corretora/clear-lanca-nova-plataforma-profissional-para-traders-com-metodologia-operacional-exclusiva/. Acesso em: 19 mai 2020.

KLOPPER, P. **Simulador de voos X-Plane 11 chega ao Brasil, disponível para macOS e Windows.** Disponível em: https://macmagazine.uol.com.br/post/2017/10/26/simulador-de-voos-x-plane-11-chega-ao-brasil-disponivel-para-macos-e-windows. Acesso em: 19 mai 2020.

LAMINAR RESEARCH. **FAA Certifified X-Plane**. Disponível em: https://www.x-plane.com/pro/certified/. Acesso em: 19 mai 2020.

LOCKHEED MARTIN. **Prepar3D Product Overview**. Disponível em: https://www.prepar3d.com/product-overview/. Acesso em: 19 mai 2020.

_____. **Prepar3D Release History**. Disponível em: https://www.prepar3d.com/release-history/. Acesso em: 19 mai 2020.

LYCEUM. **Metodologias Ativas de Aprendizagem: o que são e como aplicá-las**. Disponível em: https://blog.lyceum.com.br/metodologias-ativas-de-aprendizagem/. Acesso em: 19 mai 2020.

MEDINA, A.C; CHWIF, L. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos Teoria & Aplicação**. 2006. 47 slides. Disponível em: http://wiki.stoa.usp.br/images/f/f1/Simulacao.pdf. Acesso em: 20 mai. 2020.

PINHO, S, M; KIRNER, C. **Introdução a realidade virtual.** Disponível em: https://www.inf.pucrs.br/grv/tutorials/introducao-a-realidade-virtual/. Acesso em: 20 mai. 2020.

PRECISION MANUALS. **About PMDG**. Disponível em: https://pmdg.com/about-pmdg/. Acesso em: 19 mai 2020.

RUIZ, S.; AGUADO, C.; MORENO, R. **Educational simulation in practice: A teaching experience using flight simulator**. Disponível em: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1135499.pdf. Acesso em 25 mai 2020.

STIVARI, T.S.S; GAMEIRO, A.H**. Simulação de eventos discretos como Ferramenta de avaliação e planejamento da produção animal**. Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. Pirassununga, São Paulo (2013).
Disponível em: http://paineira.usp.br/lae/wp-content/uploads/2017/07/Capitulo-livro-_VNP2013_Stivari_Gameiro_Final.pdf. Acesso em 25 mai 2020.

TOMAYKO, J. E. **Computers in Spaceflight: the NASA Experience**. Disponível em: https://history.nasa.gov/computers/Ch9-2.html. Acesso em: 19 mai 2020.

TUMELERO, N. **Pesquisa exploratória: conceito, características e aplicação em 4 passos**. Disponível em: https://blog.mettzer.com/pesquisa-exploratoria/. Acesso em 05 jun 2020.

WILLS, J. **Gamer Nation: Video Games and American Culture**. Primeira Edição, Baltimor, Maryland – Editora Johns Hopkins University.