

FORMAÇÃO E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS: MÚLTIPLOS OLHARES NAS CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

Marcos Antônio Barros
(Organizador)





Universidade Estadual da Paraíba

Prof. Antonio Guedes Rangel Junior | *Reitor*

Prof. Flávio Romero Guimarães | *Vice-Reitor*



Editora da Universidade Estadual da Paraíba

Luciano Nascimento Silva | *Diretor*

Antonio Roberto Faustino da Costa | *Editor Assistente*

Cidoval Morais de Sousa | *Editor Assistente*

Conselho Editorial

Luciano Nascimento Silva (UEPB) | José Luciano Albino Barbosa (UEPB)

Antonio Roberto Faustino da Costa (UEPB) | Antônio Guedes Rangel Junior (UEPB)

Cidoval Morais de Sousa (UEPB) | Flávio Romero Guimarães (UEPB)

Conselho Científico

Afrânio Silva Jardim (UERJ) | Jonas Eduardo Gonzalez Lemos (IFRN)

Anne Augusta Alencar Leite (UFPB) | Jorge Eduardo Douglas Price (UNCOMAHUE/ARG)

Carlos Wagner Dias Ferreira (UFRN) | Flávio Romero Guimarães (UEPB)

Celso Fernandes Campilongo (USP/ PUC-SP) | Juliana Magalhães Neuwander (UFRJ)

Diego Duquelsky (UBA) | Maria Creusa de Araújo Borges (UFPB)

Dimitre Braga Soares de Carvalho (UFRN) | Pierre Souto Maior Coutinho Amorim (ASCES)

Eduardo Ramalho Rabenhorst (UFPB) | Raffaele de Giorgi (UNISALENTO/IT)

Germano Ramalho (UEPB) | Rodrigo Costa Ferreira (UEPB)

Glauber Salomão Leite (UEPB) | Rosmar Antonni Rodrigues Cavalcanti de Alencar (UFAL)

Gonçalo Nicolau Cerqueira Sopas de Mello Bandeira (IPCA/PT) | Vincenzo Carbone (UNINT/IT)

Gustavo Barbosa Mesquita Batista (UFPB) | Vincenzo Milittello (UNIPA/IT)

Expediente EDUEPB

Erick Ferreira Cabral | *Design Gráfico e Editoração*

Jefferson Ricardo Lima Araujo Nunes | *Design Gráfico e Editoração*

Leonardo Ramos Araujo | *Design Gráfico e Editoração*

Elizete Amaral de Medeiros | *Revisão Linguística*

Antonio de Brito Freire | *Revisão Linguística*

Danielle Correia Gomes | *Divulgação*



Editora filiada a ABEU

EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500

Fone/Fax: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br> - email: eduepb@uepb.edu.br

Marcos Antônio Barros
(Organizador)

**FORMAÇÃO E PRÁTICAS
PEDAGÓGICAS: MÚLTIPLOS OLHARES
NAS CIÊNCIAS AERONÁUTICAS**



Campina Grande - PB
2019



Estado da Paraíba

João Azevêdo Lins Filho | *Governador*
Ana Lígia Costa Feliciano | *Vice-governadora*
Nonato Bandeira | *Secretário da Comunicação Institucional*
Aléssio Trindade de Barros | *Secretário da Educação e da Ciência e Tecnologia*
Damião Ramos Cavalcanti | *Secretário da Cultura*

EPC - Empresa Paraibana de Comunicação

Naná Garcez | *Diretora Presidente*
Albiege Fernandes | *Diretora de Mídia Impressa*
Alexandre Macedo | *Gerente da Editora A União*
Maria Eduarda Santos | *Diretora de Rádio e TV*



BR 101 - KM 03 - Distrito Industrial - João Pessoa-PB - CEP: 58.082-010

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

F723 Formação e práticas pedagógicas: múltiplos olhares nas ciências aeronáuticas. /
Marcos Antônio Barros [Organizador]. - Campina Grande: EDUEPB, 2019.
5.722 Kb. - 182 p.

ISBN 978-85-7879-604-4 (E-book)

ISBN 978-85-7879-603-7 (Impresso)

1. Ciências Aeronáuticas - Brasil. 2. Transporte aéreo. 3. Aviação civil. 4. Engenharia 4.0 - Setor Aeronáutico. 5. Ciências Aeronáuticas - Formação profissional. I. Barros, Marcos Antônio [Organizador].

21. ed. CDD 629.130981

Ficha catalográfica elaborada por Heliane Maria Idalino Silva - CRB-15/368

Copyright © EDUEPB

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

AGRADECIMENTOS

Ao José Roberto Ribeiro

Ao irmos à busca da composição cronológica do curso de Bacharel em Ciências Aeronáuticas da Escola Superior de Aviação Civil (ESAC) de Campina Grande, os documentos em sua maioria nos remetem aos anos entre 2009 e 2012. Sabemos que efetivamente esta composição cronológica de registros em documentos não se resume apenas a um processo documental formal que se tenha guardado sobre todo o processo de implementação de um curso superior, mas remonta ao tempo da fomentação do desejo e à concretização do sonho que uma determinada pessoa idealizou em outro espaço e tempo, os quais não necessariamente demarcam a cronologia registrada.

Cel. José Roberto, quando foi que, de fato, tudo começou?

Talvez tudo tenha iniciado no seu tempo de infância e na sua vontade de ser aviador, ainda lá em Pindamonhangaba, São Paulo. O seu sonho de menino foi concretizado e firmado dentro da Força Aérea Brasileira, a sua querida FAB, onde não só fez sua formação, mas efetivou seus primeiros voos literais e, posteriormente, outros grandes voos, pois o senhor alcançou infinitos horizontes! Conforme afirma Saint-Exupéry, no livro “Terra dos Homens”, o avião e a aviação são uma atividade humana.

Sem dúvida, o avião é uma máquina. Mas que instrumento de análise! Esse instrumento nos permitiu

descobrir a verdadeira fisionomia da terra... Libertados, desde logo, das servidões queridas, libertados da necessidade das fontes, apontamos a proa para o alvo longínquo. Só então, do alto de nossas trajetórias retilíneas, descobrimos o embasamento essencial, o fundo de rocha, de areia, de sal em que, uma vez ou outra, como um pouco de musgo entre ruínas, a vida ousa florescer (SAINT-EXUPÉRY, 2006, p.18¹).

Talvez só uma pessoa que consiga “apontar para uma proa de alvo longínquo” pode de fato permitir florescer uma Escola Superior de Aviação Civil para formar pilotos em condições de um espaço longínquo em Campina Grande, no Estado da Paraíba, no Nordeste do Brasil.

Cel. José Roberto, tudo o que um sonho precisa para ser realizado é de alguém que acredite que ele possa ser realizado, como disse Roberto Shinyashiki. O senhor acreditava no seu sonho e encontrou fonte fértil de crédito em Campina Grande. Convém citarmos mais uma frase que ajuda a compor esta nossa homenagem: “Um sonho sonhado sozinho é um sonho. Um sonho sonhado junto é realidade”, dito por Yoko Ono.

Hoje todos nós somos parte desse seu sonho, porque ele é realidade. Realidade no tempo... não importa a cronologia! Realidade que abre as portas para a concretização de tantos outros sonhos iguais ao seu!

A Escola Superior de Aviação Civil (ESAC) da UNIFACISA agradece pelo senhor ter acreditado no seu sonho e tê-lo tornado realidade junto a todos nós. A ESAC, a UNIFACISA, Campina Grande, o Nordeste do Brasil, a aviação brasileira serão infinitamente gratos porque, sem seu sonho, provavelmente não teríamos voado!

Muito obrigado!

Alunos e Professores, autores deste livro.

¹ SAINT-EXUPÉRY, Antoine de. **Terra dos homens**. São Paulo: Editora Nova Fronteira, 2006.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS, 5

PREFÁCIO, 9

**VBA: UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA FAVORÁVEL
PARA O ESTUDO DE COEFICIENTES AERODINÂMICOS, 11**

**PROPOSTA CONCEITUAL E EXPERIMENTAL DE UM
PROTÓTIPO AERODINÂMICO PARA MEDIR ARRASTOS
EM TÚNEL DE VENTO, 33**

**AVIAÇÃO COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO
REGIONAL, 46**

**A INFLUÊNCIA DO SIMULADOR DE VOO COMO
UM JOGO SÉRIO NA FORMAÇÃO DE UM PILOTO
AERONÁUTICO, 63**

O CENÁRIO DO PILOTO HOMOSSEXUAL DE LINHA

AÉREA NO BRASIL, 106

**HFACS – UM MODELO DE ANÁLISE DE UM FATOR
PREPONDERANTE PARA EVITAR ACIDENTES EM
OPERAÇÕES AÉREAS, 132**

**AS POLÍTICAS DE DEMOCRATIZAÇÃO DO ACESSO AO
ENSINO SUPERIOR E SUAS INCIDÊNCIAS NO PERFIL
DISCENTE DO CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS, 162**

PREFÁCIO

DESAFIOS E PERSPECTIVAS SÃO AS DUAS PRIMEIRAS PALAVRAS QUE me vêm à mente ao ler os trabalhos reunidos neste livro. Os desafios retratam os caminhos trilhados durante a formação inicial da Escola Superior de Aviação Civil (ESAC), quando nos deparamos com a ideia de sermos a primeira Escola do Norte-Nordeste voltada à formação de pilotos, através do curso de Bacharelado em Ciências Aeronáuticas, atendendo a uma necessidade premente de novos profissionais da aviação civil.

Criada em 2007, a ESAC nasceu com um formato pioneiro nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, ao dispor de infraestrutura completa e privilegiada para o pleno exercício da educação superior, da extensão universitária e da pesquisa científica no âmbito da aviação civil. Assim, mantenedora (CESED) e mantida (ESAC) criaram, com o marco da modernidade regional, sua estrutura física, currículo e metodologias de ensino, ancorados na formação acadêmica de nível superior com ampla preparação para a prática de voo e ênfase na segurança de voo. Dessa forma, a ESAC foi credenciada, junto ao Ministério da Educação (MEC), pela Portaria 1540 de 19 de dezembro de 2008. Um ano depois, no início de 2009, surgia o Curso Superior de Bacharelado em Ciências Aeronáuticas da ESAC.

Passada essa primeira etapa, concentramo-nos na estrutura física do curso, com amplas salas de aulas teóricas e práticas, laboratórios, simuladores de voo e aeronaves, do tipo monomotor Cessna 150, originalmente projetado para treinamento de voo ou na instrução prática dos discentes. Hoje a ESAC possui um bimotor TWIN COMANCHE e um Cessna 172 equipado com Garmin 1000. Esses parâmetros

serviram para que fôssemos homologados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), através da portaria ANAC (Nº 4.202/SAI), permitindo-nos formar o Piloto Privado, Piloto Comercial e Piloto de Linha Aérea. Assim, nosso objetivo principal perpassa a formação de pilotos e outros profissionais da aviação civil, saudáveis e competentes para atuarem com excelência técnico-humanística de forma eficiente e eficaz, com foco na segurança de voo e no cliente, aptos a definirem e atenderem às necessidades da aviação civil.

Para a formação do corpo docente, nossos pensamentos voltavam-se para professores ligados à área de Ciências Aeronáuticas, que reunissem experiências na profissão de piloto e na carreira acadêmica. Associados a essa premissa, formamos a primeira turma no segundo período de 2011 e, em 2014, fomos avaliados pelo MEC com nota máxima (cinco), o que certamente nos credencia ainda mais para a formação de novos pilotos, hábeis e competentes, a exemplo dos vários alunos que já se engajaram nas diversas companhias aéreas do Brasil, outros se tornaram instrutores de voo, alguns outros se encontram voando na aviação executiva e uns poucos em Táxi Aéreo. Além disso, ao ler os trabalhos aqui reunidos, a qualidade das pesquisas que foram e que estão sendo conduzidas no âmbito do curso de Ciências Aeronáuticas, evidencia-nos que nossos objetivos estão sendo atingidos. No entanto, ainda temos desafios e perspectivas.

Vencidos os primeiros desafios, mas na expectativa de outros, sinalizados por novas perspectivas, entendemos que a ESAC vislumbra novos horizontes voltados a suprir a carência de profissionais no setor aeronáutico, que ano a ano vem caindo, no Brasil e no mundo, tendo como pano de fundo as aposentadorias, a crescente demanda do transporte aéreo, o que termina por aumentar o número de voos comerciais. Temos nos voltado para novas habilidades e competências, cuja exigência das novas tecnologias, a exemplo da engenharia 4.0, instiga-nos a modernizar o nosso currículo, com novas metodologias de aprendizagens, voltadas para a formação de profissionais capazes de suprir o atual mercado.

Obrigado.

Dr. Dalton Benevides Gadelha.

VBA: UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA FAVORÁVEL PARA O ESTUDO DE COEFICIENTES AERODINÂMICOS

Tálito Borges Brito²

Marcos Antônio Barros³

INTRODUÇÃO

O setor de aviação é marcado por intenso desenvolvimento tecnológico. Os elevados padrões de segurança e eficiência fazem com que surjam, constantemente, atualizações, melhoramentos e correções nos diversos ramos desta indústria. Devido a isto, é essencial que a formação dos futuros profissionais da aviação acompanhe tais mudanças com vistas a uma melhor qualificação, para assumir funções que exigem alta responsabilidade.

Um estudo conduzido pela CANSO (Civil Air Navigation Services Organization), em parceria com a IFATCA (International Federation of Air Traffic Controller's Associations), aponta para a mudança no mundo da navegação aérea, tal como sua profissionalização. Segundo o estudo, para que se possa garantir o sucesso das operações aéreas, faz-se necessário o desenvolvimento de novas competências.

Dentro dessa perspectiva, buscamos entender o que diz o

-
- 2 Graduando em Ciências Aeronáuticas – Escola Superior de Aviação Civil – ESAC.
 - 3 Professor Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências – UNIFACISA – CENTRO UNIVERSITÁRIO.

relatório, que trata das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), para os cursos de graduação em Ciências Aeronáuticas, do Ministério da Educação. Segundo essas Diretrizes, os cursos de Ciências Aeronáuticas devem ensinar, como perfil desejado do graduado, capacidade e aptidão para desenvolver conhecimentos, a partir de pesquisas, contribuindo com o desenvolvimento e a inovação tecnológica, além de promover a elevação da cultura e da competitividade no segmento da Aviação Civil Nacional.

Ainda segundo as DCNs, esses cursos devem possibilitar competências e habilidades, no sentido de desenvolver raciocínio lógico, crítico e analítico para operar com valores e formulações matemáticas. Devem, ainda, contemplar Estudos Quantitativos e suas Tecnologias, abrangendo pesquisa operacional, teoria de jogos, modelos matemáticos e estatísticos. São ensinados, ademais, estudos de caráter transversal e interdisciplinar para enriquecimento do perfil do formando.

Nota-se, portanto, a importância da familiarização com a tecnologia e raciocínio lógico. Desta forma, torna-se bastante interessante o oferecimento de uma ferramenta computacional, que possibilite estimular o aprendizado de uma linguagem de programação, voltada para questões aeronáuticas, tornando-se uma grande aliada no desenvolvimento das capacidades intelectuais.

Santos e Costa (2006), analisando metodologias, ambientes de ensino e programação para iniciantes em computação e informática, afirmam que, para produzir melhores resultados no processo de aprendizagem, é necessária a atualização das didáticas de ensino de forma geral. Desta forma, seria possível, através da utilização de produtos de software, induzir uma melhor compreensão dos tópicos abordados e maior interação entre aluno e o objeto de trabalho, tornando os processos menos abstratos.

Em consonância com estes resultados, Soares *et al.* (2004), na implementação de uma proposta metodológica para o aprendizado de algoritmos, observaram que, nas disciplinas de graduação, houve melhores resultados quanto ao aprendizado, por meio da inserção de atividades práticas de desenvolvimento de simuladores e ferramentas visuais didáticas de representação de conceitos abstratos.

A possibilidade de entender, de forma analítica, o desempenho de aeronaves, desde as de instrução até os jatos comerciais, é motivo de estímulo para quem almeja a carreira de piloto, além de um diferencial teórico no currículo.

No Curso de Ciências Aeronáuticas, os alunos se deparam com situações que, muitas vezes, exigem capacidade de abstração e criatividade para que possam compreender o assunto abordado. Especificamente, no estudo da aerodinâmica, é necessário ter em mente a atuação de forças das mais variadas naturezas.

Forças de sustentação, peso, tração e arrastos são algumas das variáveis a serem consideradas (Figura 1). Neste sentido, a utilização de ferramentas computacionais pode ajudar bastante, na hora de “visualizar” tais forças, a fim de serem estimados coeficientes como o de arrasto, sustentação e número de Reynolds.



Figura 1 - Forças atuantes numa aeronave em voo reto horizontal

Fonte: (RODRIGUES, L. E. M. J, 2013).

O fato de termos, na grade curricular do curso de Ciências Aeronáuticas da Escola Superior de Aviação Civil (ESAC), a disciplina de introdução à informática, possibilitou-nos o contato com planilhas do Microsoft Excel, juntamente com a linguagem de programação Visual Basic for Applications – VBA. As possibilidades de aplicação desta linguagem são inúmeras, podendo abranger áreas como aerodinâmica, termodinâmica, meteorologia e tantas outras ciências que necessitem de análises mais aprofundadas no estudo dos respectivos

fenômenos. Com o VBA-Excel pode ser desenvolvido, por exemplo, modelos de escoamento do ar em diferentes perfis aerodinâmicos, obtendo-se os parâmetros envolvidos na produção de sustentação das asas de qualquer aeronave. Sendo assim, utilizando-se dessa ferramenta, na forma de planilhas eletrônicas, este trabalho tem por objetivo a análise teórica de alguns parâmetros, relacionados aos arrastos intermitentes, presentes em aeronaves em voo de escoamento subsônico.

Para isso, organizamos esse estudo do seguinte modo: na próxima seção, discutiremos os fundamentos teóricos que nos norteiam em relação a assuntos inerentes ao processo aqui desenvolvidos e discutidos, próprios à formação de um piloto. Mesmo não tendo como objetivo aprofundar-se em nenhum dos temas apresentados, esta seção levanta algumas discussões que estiveram, e ainda estão, na agenda da Física atual, bem como são discussões presentes na aerodinâmica. Ainda nessa seção, discutimos a forma com que abordamos o desenvolvimento da ferramenta computacional utilizada na captação dos dados que são discutidos e analisados na seção seguinte. Por fim, nas considerações, sinalizamos para a validação da ferramenta utilizada no desenvolvimento de habilidades e competências voltadas à solução de problemas do meio aeronáutico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

AERODINÂMICA

Entender como os objetos se movem através de um fluido é parte do estudo da aerodinâmica. No caso de o fluido ser o ar, a compreensão de suas propriedades, características e forças que exercem em corpos sólidos, despertam bastante interesse na comunidade científica devido à sua influência, na construção de arranha-céus, carros de corrida e aeronaves. A eficiência aerodinâmica de um projeto que interage com escoamentos é um dos principais fatores na determinação do sucesso do produto final.

Há uma gama de produtos, cujos aspectos aerodinâmicos são fundamentais para seu correto desempenho e funcionalidade. Desta forma, divide-se a aerodinâmica entre os ramos de construção,

veículos (nos quais as aeronaves estão inseridas) e dispositivos especiais (NÚÑEZ; LOREDO-SOUZA; ROCHA, 2009).

Os fenômenos aerodinâmicos são de fundamental importância para o projeto global de uma aeronave. Muitos aspectos são considerados, ao se definir a melhor configuração possível para uma melhor análise de desempenho, estabilidade e cálculo estrutural, uma vez que existem muitas soluções de compromisso entre um bom projeto aerodinâmico e um excelente projeto total da aeronave.

Eastlake (2002), em seu artigo sobre os métodos de abordagem do estudo aerodinâmico, defende que tanto as leis de Newton quanto o princípio de Bernoulli podem ser corretamente utilizados para explicar a sustentação gerada pelas asas de um avião. O autor chama a atenção para algumas ideias errôneas (como a igualdade dos tempos de trânsito) e o perigo que se sucede, ao se fazer um número excessivo de simplificações nos modelos teóricos. Para ele, a conveniência das duas abordagens depende, apenas, dos tipos de dados de que se dispõe para fazer os cálculos.

FORÇAS ENVOLVIDAS NO ESCOAMENTO

A força de sustentação representa a maior qualidade que uma aeronave possui, em comparação com outros tipos de veículo, e define a habilidade de uma aeronave se manter em voo, o que, basicamente, significa vencer o peso da aeronave. Considerando-se a asa de um avião (Figura 2), a forma transversal obtida pela intersecção da asa com um plano perpendicular é chamado de *aerofólio*. A terminologia das partes do aerofólio está ilustrada na Figura 3.

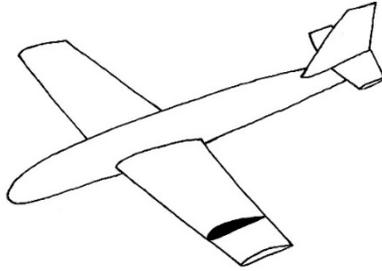


Figura 2 - Esquema de uma asa e aerofólio

Fonte: (RODRIGUES, L. E. M. J, 2013).

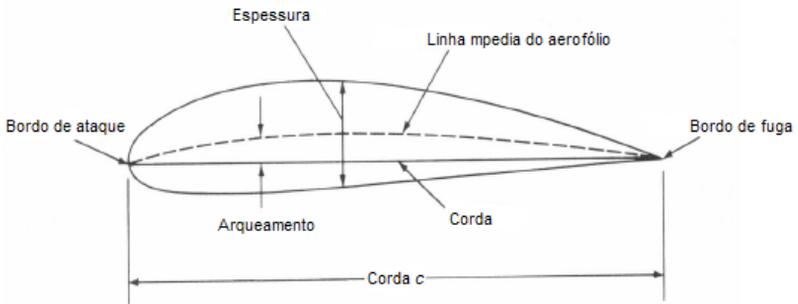


Figura 3 - Nomenclatura de aerofólio

Fonte: (RODRIGUES, L. E. M. J, 2013).

A principal característica de projeto de um aerofólio é a *linha média do aerofólio*, que é o local dos pontos intermediários entre as superfícies superior e inferior, como mensurados, perpendicularmente, à linha média do aerofólio em si. Os pontos mais dianteiros e traseiros da linha média do aerofólio são os *bordos de ataque* e *de fuga*, respectivamente. A linha reta que liga o bordo de ataque ao de fuga é a *corda* do aerofólio, e a distância exata entre o bordo de ataque e o de fuga, mensurada ao longo da corda, também, é chamada de *corda* do aerofólio, sendo representada pelo símbolo c . O *arqueamento* é a distância máxima entre a linha média do aerofólio e a corda, mensurado, perpendicularmente, à corda. O arqueamento,

a forma da linha média do aerofólio e, em menor nível, a distribuição de espessura do aerofólio, basicamente, controlam as características de sustentação e momento do aerofólio.

A Figura 4, que mostra um aerofólio inclinado contra uma parede de ar, ilustra mais definições. A velocidade de corrente livre V_∞ é a velocidade do ar distante e à frente em relação ao aerofólio. A direção de V_∞ é definida como o *vento relativo*. O ângulo entre o vento relativo e a corda é o ângulo de *ataque* α do aerofólio. Uma força aerodinâmica é criada pelas distribuições de pressão e de tensão de cisalhamento sobre a superfície da asa. A força resultante é mostrada pelo vetor R . Por sua vez, uma força aerodinâmica R pode ser decomposta em duas forças, uma paralela e outra perpendicular ao vento relativo. O *arrasto* D sempre é definido como o componente da força aerodinâmica *paralelo ao vento relativo*. A *sustentação* L é sempre definida como a componente da força aerodinâmica *perpendicular ao vento relativo*.

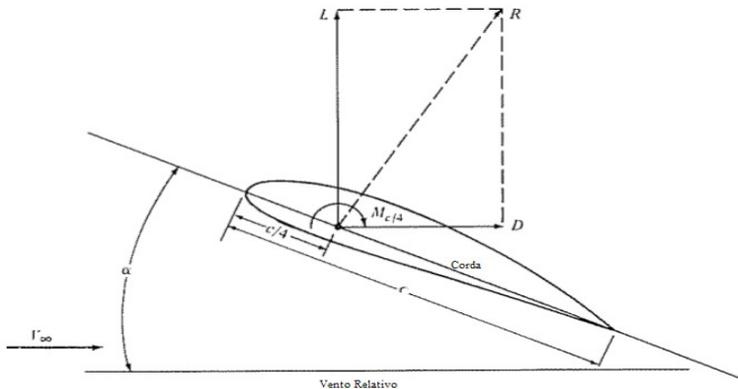


Figura 4 - Vento relativo

Fonte: (RODRIGUES, L. E. M. J., 2013).

Além da sustentação e do arrasto, as distribuições de pressão e de tensão de cisalhamento criam um *momento* M que tende a *rotacionar* a asa. Para aerofólios subsônicos, é mais comum analisar momentos, em torno de um ponto na corda, a uma distância $c/4$, em relação ao

bordo de ataque, o *ponto de um quarto da corda*. Esse momento em torno de um quarto da corda é designado $M_{C/4}$.

É intuitivo notar que sustentação, arrasto e momentos em uma asa mudam, à medida em que o ângulo de ataque α muda. Variações dessas quantidades aerodinâmicas com α representam algumas das informações mais importantes que os projetistas das aeronaves precisam conhecer. Contudo, há certo ponto sobre o aerofólio, em torno do qual os momentos basicamente *não* variam com α . Esse ponto é definido como *centro aerodinâmico* e o momento, em torno do centro aerodinâmico, é designado M_{ac} .

Para um avião em voo real, as magnitudes da sustentação (L), arrasto (D) e momento (M) dependem de variáveis, tais como:

- Velocidade de corrente livre (V_∞);
- Densidade de corrente livre (ρ_∞);
- Tamanho da superfície aerodinâmica, ou seja, a área da asa (S);
- Ângulo de ataque (α);
- Formato do aerofólio;
- Coeficiente de viscosidade (μ_∞);
- Compressibilidade do fluxo de ar (a_∞).

Desta forma, pode-se inferir que, para um determinado formato de aerofólio a um determinado ângulo de ataque, as forças envolvidas podem ser representadas do seguinte modo:

$$\text{EQUAÇÃO 1} \quad L = f(V_\infty, \rho_\infty, S, \mu_\infty, a_\infty)$$

As forças D e M são funções similares.

Em princípio, para um determinado aerofólio a um certo ângulo de ataque, pode-se encontrar a variação de L , realizando-se uma infinidade de experimentos em túneis de vento, nos quais V_∞ , ρ_∞ , S , μ_∞ , a_∞ e são variados, individualmente, e a grande quantidade de resultados gerados é interpretada. Esta é uma forma bastante trabalhosa de se proceder. Para contornar este problema, tenta-se achar relações simplificadoras entre as variáveis, através da *análise dimensional*. Utilizando-se, por exemplo, a sustentação L para demonstração:

$$\text{EQUAÇÃO 2} \quad L = ZV_{\infty}^a \rho_{\infty}^b S^d a_{\infty}^e \mu_{\infty}^f$$

na qual Z, a, b, d, e e f são constantes sem dimensão. Como o termo do lado esquerdo da equação envolve uma força, é notório que o lado direito deva, também, ter dimensões de força. Designando-se as dimensões básicas de massa comprimento e tempo, respectivamente, por m, l e t , têm-se as dimensões das quantidades físicas envolvidas. A Tabela 1, abaixo, esquematiza estas dimensões:

Tabela 1 - Variáveis aerodinâmicas e suas dimensões

Quantidade física	Dimensão
L	ml/t^2
V_{∞}	l/t
ρ_{∞}	m/l^3
S	l^2
a_{∞}	l/t
μ_{∞}	$m/(lt)$

Fonte: (RODRIGUES, L. E. M. J., 2013).

Desta forma, equacionando-se as dimensões dos lados esquerdo e direito da Equação 1, tem-se:

$$\text{EQUAÇÃO 3} \quad \frac{ml}{t^2} = \left(\frac{l}{t}\right)^a \left(\frac{m}{l^3}\right)^b (l^2)^d \left(\frac{l}{t}\right)^e \left(\frac{m}{lt}\right)^f$$

Através de sistemas de equações, além do uso de suposições simplificadoras e substituições, as quais não são o escopo deste projeto, é possível expressar a força de sustentação como:

$$\text{EQUAÇÃO 4} \quad L = q_{\infty} \times S \times c_l$$

na qual q_{∞} representa a pressão dinâmica e c_l é o coeficiente de

sustentação.

A Equação 4 é de extrema importância para o estudo de perfis aerodinâmicos. Ela afirma que a sustentação é diretamente proporcional à pressão dinâmica (e, logo, ao quadrado da velocidade), diretamente proporcional à área da asa S e ao coeficiente de sustentação. Isolando-se, tem-se que:

$$\text{EQUAÇÃO 5} \quad c_l \equiv \frac{L}{q_\infty S}$$

O coeficiente de sustentação é adimensional e varia com o ângulo de ataque, número Mach e o número de Reynolds. Portanto, pode-se escrever:

$$\text{EQUAÇÃO 6} \quad c_l = f(\alpha, M_\infty, Re)$$

Esta forma de análise representa uma economia significativa no esforço e tempo com testes em túnel de vento. Realizando-se uma análise dimensional semelhante sobre o arrasto e momentos, é possível obter equações análogas à equação da sustentação:

$$\text{EQUAÇÃO 7} \quad D = q_\infty S c_d$$

$$\text{EQUAÇÃO 8} \quad M = q_\infty S c c_m$$

em que e é o coeficiente de momento e c é o comprimento da corda.

Em resumo, para um aerofólio de determinado formato, os coeficientes de sustentação, arrasto e momento são definidos como:

$$\text{EQUAÇÃO 9} \quad c_l = \frac{L}{q_\infty S} \quad c_d = \frac{D}{q_\infty S} \quad c_m = \frac{M}{q_\infty S c}$$

nos quais,

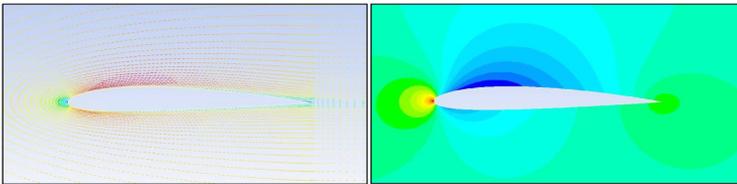
EQUAÇÃO 10

$$c_l = f_1(\alpha, M_\infty, Re) \quad c_d = f_2(\alpha, M_\infty, Re) \quad c_m = f_3(\alpha, M_\infty, Re)$$

MÉTODOS COMPUTACIONAIS NO ENSINO E VBA

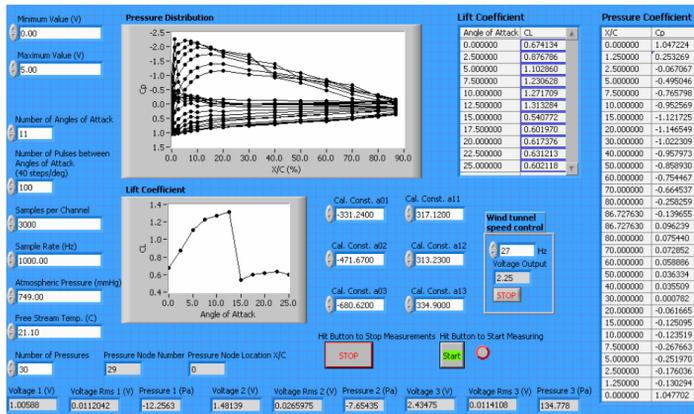
Uma rápida pesquisa sobre o tema é satisfatória para se perceber que são abundantes as ferramentas computacionais disponíveis para o desenvolvimento de estudos envolvendo aerodinâmica. Apenas a título de exemplo, pode ser empregado o ANSYS (Programa de simulação para Engenharias) para estudar a performance aerodinâmica de um aerofólio NACA (nomenclatura da asa) para baixos valores do número de Reynolds, como indicado na Figura 5, ou utilizar o software LabVIEW (Figura 6), para aferir a distribuição de pressão em um aerofólio para diferentes ângulos de ataque (MATSSON, 2007).

Figura 5 - Escoamento utilizando o ANSYS



Fonte: (MATSSON *et al.*, 2016).

Figura 6 – Análise no LabVIEW



Fonte: (MATSSON *et al.*, 2016).

Acerca dos conceitos do VBA, Dreux e Azevedo (2009) afirmam que o Visual Basic ou VB é uma linguagem de programação que tem por base a linguagem BASIC, a qual se trata de uma linguagem de alto nível, que utiliza como modelo de programação a orientação a objetos. O VBA (Visual Basic for Applications) é uma ramificação do VB, desenvolvido para atuar em harmonia com as aplicações do Microsoft Office, tais como: Excel, Word, PowerPoint, Access e outras. Está estreitamente ligado ao desenvolvimento de macros, sendo macro um conjunto de instruções fornecidas ao computador para eliminar trabalhos repetitivos.

As utilidades de programação no Excel são inúmeras. Alguns exemplos podem ser citados:

- Análise de dados científicos;
- Preparação de orçamentos e previsões financeiras;
- Criação de formulários;
- Desenvolvimento de gráficos de dados.

É possível automatizar quase tudo que se faz no Excel, desde que sejam escritas as instruções corretas para a realização de uma tarefa. Automatizar uma tarefa, utilizando VBA, oferece várias vantagens, pois o Excel sempre as executa exatamente do mesmo jeito, com rapidez e sem erros (desde que todas as instruções estejam corretas). Outra vantagem é que qualquer um sem conhecimentos em programação pode executar as tarefas que foram configuradas.

Ao iniciar o Excel, é necessário habilitar a função Desenvolvedor para poder gravar macros (Figura 7):

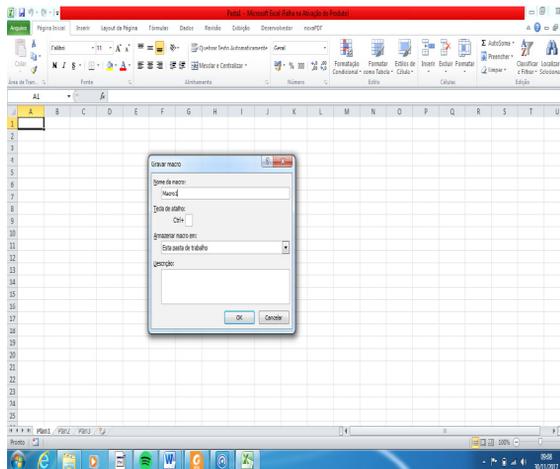


Figura 7 - Janela para gravação da macro

Fonte: Os autores.

Para ver o código da macro escrita, é preciso ativar o Visual Basic Editor-VBE (Figura 8), que é um aplicativo separado, no qual se podem escrever e editar as macros. A partir do Visual Basic, podem-se fazer todas as transformações e depurações necessárias para se chegar à macro desejada e à realização de uma tarefa. Apenas a título de exemplo, podem-se determinar alguns dos inúmeros procedimentos possíveis de serem utilizados:

- Definir procedimentos Sub;
- Designar valores para variáveis;
- Concatenar strings;
- Usar funções VBA integradas;
- Usar constantes VBA integradas;
- Usar construções If-Then.

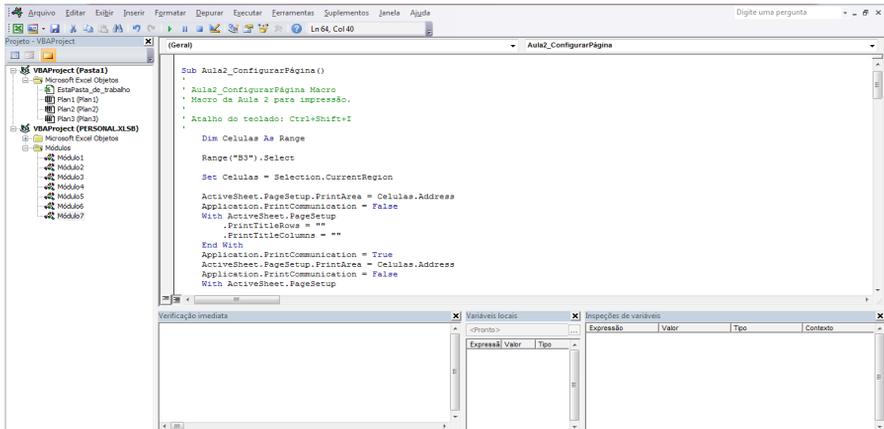


Figura 8 - Janela do Visual Basic Editor

Fonte: Os autores.

De início, fizemos um levantamento em relação aos principais tópicos e questões, que a maioria dos alunos apresenta dificuldades, segundo Eastlake (2002), dentro de uma perspectiva teórica e prática. A partir dessas informações, selecionamos alguns desses tópicos, ligados diretamente ao voo de uma aeronave e relacionados a nossa pesquisa, procurando ter um entendimento, de forma mais contextualizada, dos aspectos conceituais e matemáticos envolvidos. Nesse contexto, foi-nos importante a leitura de dois livros (RODRIGUES, 2013; ANDERSON, 2015) que apresentam, de forma clara e moderna, os conceitos básicos da análise das forças aerodinâmicas em voo, viabilizando os assuntos de maneira prática, com diversos exemplos resolvidos e propostos, criando uma ponte entre os aspectos conceituais e uma possível aplicação computacional.

Dentre os tópicos que se mostram de mais difícil assimilação pelos estudantes, ligados às Ciências Aeronáuticas, segundo Eastlake (2002), e que nos levou a esta pesquisa, temos a curva polar de arrasto de uma aeronave. A partir dessa escolha, o passo seguinte foi escolher uma aeronave em que pudéssemos ter acesso ao seu manual, obtendo assim os dados necessários à pesquisa.

A aeronave Beechcraft Queen Air (ver Figura 9) foi a escolhida. Trata-se de um bimotor utilizado na aviação executiva. Em geral, o seu peso é da ordem de , área de asa , alongamento de , fator de eficiência de Oswald igual a , e . Com esses dados, retirados do seu manual, foi-nos possível determinar a equação polar de arrasto, para, em seguida, usarmos as ferramentas computacionais. Faremos comentários desse resultado na seção seguinte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já havíamos informado sobre a Aeronave utilizada na pesquisa, cabe, agora, relatarmos sobre os cálculos que foram realizados, durante a pesquisa, a partir dos dados informados no seu manual de operação. Basicamente, toda a relação existente entre a força de sustentação e a força de arrasto, bem como importantes detalhes sobre o desempenho da aeronave podem ser obtidos por meio da leitura direta da curva polar de arrasto. Ela representa uma curva que mostra a relação entre o coeficiente de arrasto e o coeficiente de sustentação de uma aeronave completa. Durante as fases iniciais do projeto de uma aeronave, muitas vezes, há a necessidade da realização de uma série de interações e refinamentos, até se chegar a uma equação ideal que defina a polar de arrasto para o propósito do projeto em questão. A equação da curva é dada abaixo:

$$\text{EQUAÇÃO 10} \quad C_D = C_{D0} + K \cdot C_L^2$$

Foi utilizado apenas o Excel para todos os cálculos. Inicialmente, foi determinada a constante de proporcionalidade que é obtida da seguinte forma:

$$\text{EQUAÇÃO 11} \quad K = \frac{1}{\pi \cdot e_0 \cdot AR}$$

$$\text{EQUAÇÃO 12} \quad K = \frac{1}{\pi \cdot 0,9 \cdot 7,5}$$

EQUAÇÃO 13

$$K = 0,047157$$

Portanto, de acordo com a equação que define a polar de arrasto, tem-se:

EQUAÇÃO 14

$$C_D = 0,030 + 0,047157 \cdot C_L^2$$

Para o traçado do gráfico, foi necessário montar a Tabela 2 de dados com o C_L de 0 até $C_{Lmáx}$. Foi considerado um incremento de 0,2 nos valores do C_L . É importante destacar que quanto maior o número de pontos avaliados mais precisa será a curva obtida. Os outros índices que constam, na tabela, são: coeficiente de arrasto parasita (C_L), área das asas (AR), número de eficiência de Oswald (e_o), coeficiente de arrasto (C_D) e a relação (C_L/ C_D).

Tabela 2: Dados para a curva polar de arrasto

Polar de arrasto da aeronave Beechcraft Queen Air						
Cl	CDo	AR	e _o	K	CD	Cl/CD
0	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,03	0
0,2	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,031886	6,27229
0,4	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,037545	10,65385
0,6	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,046977	12,77234
0,8	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,06018	13,29335
1	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,077157	12,96059
1,2	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,097906	12,25664
1,4	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,122428	11,43532
1,6	0,03	7,5	0,9	0,047157	0,150722	10,61558

Fonte: Os autores.

De posse dos dados, foram elaborados alguns gráficos mostrados na Figura 9 a seguir:

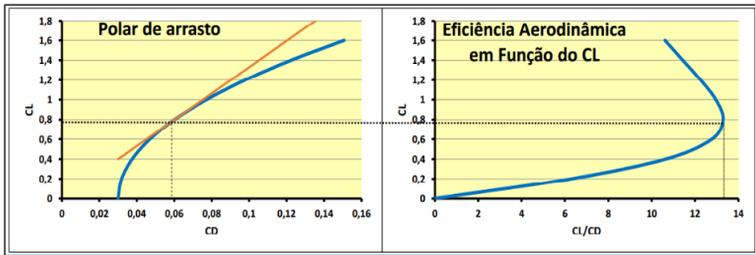


Figura 9 - Gráficos da polar de arrasto

Fonte: Os autores.

Com estes resultados, pode-se determinar a *eficiência aerodinâmica* ($E_{máx}$). O valor de $E_{máx}$ representa o ângulo de ataque, no qual é possível manter o voo da aeronave com a máxima força de sustentação e a menor penalização de arrasto, acarretando importantes características de desempenho da aeronave. Desta forma, $E_{máx}$ é obtida da seguinte forma:

EQUAÇÃO 15
$$E_{máx} = \frac{C_L^*}{C_D^*}$$

Mas o coeficiente de sustentação de projeto e o coeficiente de arrasto de projeto são calculados como seguem:

EQUAÇÃO 16
$$C_L^* = \sqrt{\frac{C_{D0}}{K}}$$

EQUAÇÃO 17
$$C_L^* = \sqrt{\frac{0,030}{0,047157}}$$

EQUAÇÃO 18
$$C_L^* = 0,7976$$

EQUAÇÃO 19
$$C_D = C_{D0} + K \cdot C_L^2$$

EQUAÇÃO 20 $C_D = 0,030 + 0,047157 \cdot 0,7976^2$

EQUAÇÃO 21 $C_D = 0,060$

Então, $E_{m\acute{a}x}$ tem o valor de:

EQUAÇÃO 22
$$E_{m\acute{a}x} = \frac{0,7976}{0,060}$$

EQUAÇÃO 23 $E_{m\acute{a}x} = 13,2934$

A Figura 10 mostra como foi preparada a planilha para os dados de entrada no Excel. A depender da necessidade, a entrada de valores pode ser alterada, tendo-se o cuidado de observar a validade das equações para as mudanças.

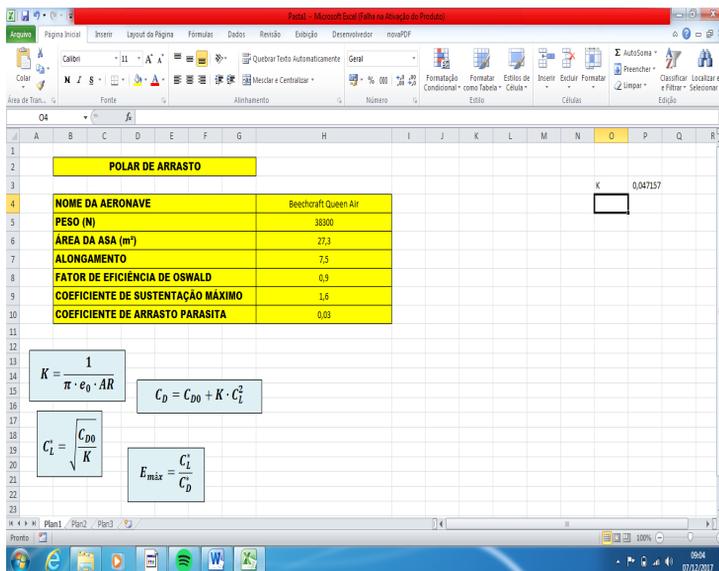


Figura 10 - Planilha para a entrada dos dados

Fonte: Os autores.

Antes de se chegar ao resultado final, ou seja, aos gráficos da polar de arrasto e às avaliações sobre os mesmos, foi preciso testar qual a melhor maneira de apresentação dos gráficos (Figura 11). Isto é importante, pois, a depender do incremento utilizado nos valores dos coeficientes, a curva pode dar uma impressão enganosa acerca da eficiência da aeronave.

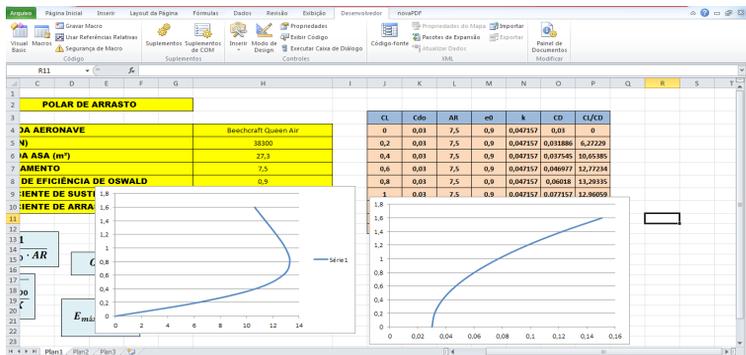


Figura 11 - Teste do incremento dos gráficos

Fonte: Os autores.

Na janela do Visual Basic Editor (Figura 12), o código pode ser depurado e melhorado de acordo o objetivo:

```

Option Explicit

Sub Polar_de_arrasto()
    Polar_de_arrasto_Macro
    ' Macro que calcula a curva polar de arrasto.
    ' Atalho do teclado: Ctrl+Shift+A

    ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
    ActiveChart.ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers
    ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries
    ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = "=Plan1!$D$4:$D$12"
    ActiveChart.SeriesCollection(1).YValues = "=Plan1!$D$4:$D$12"
    ActiveChart.Legend.Select
    Selection.Delete
    Range("M5:7").Select
    ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
    ActiveChart.ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers
    ActiveSheet.Shapes("Gráfico 2").IncrementLeft -285,75
    ActiveSheet.Shapes("Gráfico 2").IncrementTop -70,5
    ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries
    ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = "=Plan1!$E$4:$E$12"
    ActiveChart.SeriesCollection(1).YValues = "=Plan1!$E$4:$E$12"
End Sub
    
```

Figura 12 - Janela de código

Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostraram que a aeronave é capaz de gerar uma quantidade de sustentação mais de 13 vezes maior do que o arrasto. Isto dá uma noção do quão seguro é o projeto de uma aeronave e suas capacidades. A utilização de planilhas tornou muito mais fácil e visível os valores dos coeficientes em que há máxima eficiência aerodinâmica. Poder ‘brincar’ com as planilhas, fazendo variar e extrapolar valores, permitiu-nos avaliar as dimensões do projeto da aeronave com as capacidades informadas pelo fabricante, em seu manual. Isso ajuda a desenvolver uma percepção para estimativas em outras aeronaves em que, levando-se em conta as características de projeto, é possível determinar suas capacidades como limites de manobras, por exemplo. É importante citar que o modelo apresentado é válido para escoamentos subsônicos e que os resultados obtidos são satisfatórios a esta condição de voo.

Com a realização deste trabalho, foi possível tirar algumas conclusões:

- O Excel é uma ferramenta de análise poderosa que pode auxiliar bastante no aprendizado;
- A manipulação de macros, no ambiente VBA, permite uma infinidade de aplicações que podem ser utilizadas nos mais diversos campos de atuação;
- É extremamente útil a incorporação de novas metodologias no ensino, especificamente, a abordagem de linguagens de programação;
- Os futuros profissionais de Ciências Aeronáuticas devem priorizar pelo desenvolvimento de habilidades e competências voltadas à solução de problemas do meio aeronáutico; neste sentido, a familiarização com programação pode ser um auxílio para uma profissão que está imersa em constante aprimoramento tecnológico.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. D. **Aircraft performance and design**, McGraw-Hill, New York, 2015.

CIVIL AIR NAVIGATION SERVICES ORGANISATION (CAN-SO); INTERNATIONAL FEDERATION OF AIR TRAFFIC CONTROLLER'S ASSOCIATIONS (IFATCA). **The next generation aviation professional**, fev. 2010. Disponível em: <http://letani.vsb.cz/wp-content/uploads/Joint-View-on-the-Next-generation-Aviation-Professional-CANSO-IFATCA.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2017.

DREUX, M. A.; AZEVEDO, F. U. B. **Macros para Excel na prática**. Elsevier Editora. 1ª Edição, 2009.

EASTLAKE, C. A visão de um engenheiro aeronáutico acerca da sustentação, Bernoulli e Newton. **Física na Escola**, v. 7, n. 2, 2006.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Ciências Aeronáuticas, bacharelado**. Distrito Federal, 2012.

MATSSON, J. A: a student project on airfoil performance. **Mechanical Engineering**, 2007.

MATSSON, J. E. *et al.* Aerodynamic Performance of the NACA 2412 Airfoil at Low Reynolds Number. **2016 ASEE Annual Conference & Exposition**, 2016.

NÚÑEZ, G. J. Z.; LOREDO-SOUZA, A. M.; ROCHA, M. M. Uso do Túnel de Vento como Ferramenta de Projeto no Design Aerodinâmico. **Design e Tecnologia**, v. 4, p. 1-23, 2009.

RODRIGUES, L. E. M. J. **Fundamentos da Engenharia Aeronáutica**. 1. ed. São Paul, 2013.

SANTOS, R. P. DOS; COSTA, H. A. X. Análise de Metodologias e

Ambientes de Ensino para Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação aos iniciantes em Computação e Informática. **Infocomp Journal of Computer Science**, v. 5, p. 41–50, 2006.

SOARES, T. C. A. P. et al.; Uma Proposta Metodológica para o Aprendizado de Algoritmos em Grafos Via Animação Não-intrusiva de Algoritmos. Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais. 2004.

PROPOSTA CONCEITUAL E EXPERIMENTAL DE UM PROTÓTIPO AERODINÂMICO PARA MEDIR ARRASTOS EM TÚNEL DE VENTO

Fabício Vidal da Costa Júnior⁴

Marcos Antonio Barros⁵

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios do desenvolvimento da sociedade, o homem tem trabalhado em ferramentas e veículos que, inicialmente, visava vencer ou facilitar o deslocamento em meio a um fluido. Posteriormente, com a experiência e com a solidificação dos conhecimentos físicos, o homem aprendeu não apenas a criar objetos que se deslocassem na presença de um fluido, mas também que passassem a desfrutar de certos comportamentos físicos que existem, quando corpos passam a se deslocar sob a presença de um fluido.

A aviação, hoje em dia, é um mercado amplo, tecnológico e bastante rico em conhecimentos de diversas áreas da ciência, que tem como principal objetivo a utilização de máquinas que possibilitem uma ótima eficiência no deslocamento de diversos tipos de cargas através da atmosfera.

Este trabalho de pesquisa nasceu a partir da necessidade de entendermos, conceitual e experimentalmente, esse fenômeno bastante

4 Graduando em Ciências Aeronáuticas – Escola Superior de Aviação Civil – ESAC.

5 Orientador e Professor Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Unifacisa - Centro Universitário.

comum que ocorre sobre estruturas rígidas ou dinâmicas presentes na aviação. Essa necessidade, oriunda das aulas de aerodinâmica e de teoria de voo, instigou-nos a investigar o fenômeno do arrasto, especificamente associado ao que conhecemos por arrasto induzido e parasita. Apesar de ser uma situação típica de qualquer objeto em movimento dentro de um fluido, a sua determinação prévia, ainda na concepção de uma aeronave, constitui-se num dos fatores mais importantes, no sentido de que, a partir dele, é possível prever desgastes e atritos, proporcionando à aeronave um melhor desempenho aerodinâmico.

A análise desse fenômeno, no âmbito da nossa formação como Bacharel em Ciências Aeronáuticas, proporcionou uma aprendizagem diferenciada, tendo em vista que esses aspectos são capitaneados a partir da evolução da Engenharia Aeronáutica, a qual tem tido sucesso nos diversos projetos inovadores, por meio dos quais novos materiais são desenvolvidos, tornando as estruturas aeronáuticas mais leves e, conseqüentemente, mais flexíveis e mais dinâmicas. Esse fato não nos diferencia, pois, assim como os Engenheiros, temos também a necessidade de conhecer e entender as características e os parâmetros aerodinâmicos atuantes em nosso instrumento de trabalho. Dentro dessa perspectiva, o nosso trabalho de pesquisa tem como objetivo geral:

- Avaliar, experimental e conceitualmente, as proporcionais forças de arrastos sobre um protótipo de asa convencional Clark Y.

A literatura (KEATING, 1999; WELTNER, K. *et al*, 2002; OLIVEIRA, 2009), usada para esta pesquisa, nos proporciona um suporte teórico bastante significativo, conforme os propósitos suscitados em nosso objetivo principal, mostrando-nos as possibilidades de instabilidade aerodinâmica que uma estrutura exposta a um fluxo de ar causa. Este comportamento, como nos alerta essa literatura, é observado até que seja alcançada uma condição de equilíbrio. Paralelamente a essa premissa, os resultados quantitativos encontrados em outros trabalhos (DANIEL *et al*, 2007; CARMO e ARIENZO, 2004) nos apresentam medidas exatas realizadas em túneis de vento maiores e mais sofisticados, nos quais parâmetros essenciais, como velocidade, pressão dinâmica, sustentação, demonstram o grau de

sofisticação utilizado na busca de valores concretos.

Consonante com esses pressupostos e na busca pela consolidação do nosso objetivo principal, observamos que outros objetivos, listados a seguir, terminaram por ser atingidos, de forma específica, proporcionando um ganho conceitual mais acentuado.

- Projetar um perfil compacto e compatível com o nosso instrumento de medida (túnel de vento);
- Elaborar uma planilha de cálculo que seja capaz de determinar o coeficiente de arrasto da asa em estudo.

Todos os testes foram realizados no laboratório de física da Escola Superior de Aviação Civil (ESAC), que disponibilizou o seu pequeno e didático túnel de vento, com o qual fizemos as medidas de alguns parâmetros necessários à determinação do coeficiente de arrasto do protótipo de asa. Apesar de se tratar de um equipamento apropriado para realização de experimentos relacionados com os nossos propósitos, tivemos dificuldade com certos parâmetros de medidas, uma vez que a abertura utilizada no túnel para estudos é muito pequena, além da baixa intensidade de velocidade do fluido. Esse fato nos levou a reduzir o protótipo da asa, relativizando seus valores dentro de parâmetros aceitáveis, mas gerando pequenas distorções, o que terminou por influenciar nos resultados finais.

Todos esses aspectos, comparados com os valores encontrados nas referências bibliográficas pesquisadas, apesar das discrepâncias, terminaram por tornar justificável a nossa pesquisa, tendo em vista que fomos além dos cálculos. Ou seja, a pesquisa também nos proporcionou uma aprendizagem mais significativa de alguns parâmetros, apresentando-nos aspectos físicos adequados, que não são comuns nas disciplinas estudadas em nosso curso, a exemplo da análise da força de arrasto susceptível a toda estrutura sólida exposta a um fluxo contínuo. A possibilidade de ver isso, na prática, faz toda uma diferença.

MATERIAIS E MÉTODOS

Por meio de uma perspectiva quantitativa, buscamos, na descrição e comprovação experimental, os pressupostos necessários que norteiam os nossos objetivos. Basicamente, este tipo de pesquisa se

consolida a partir dos dados coletados nos experimentos, e da investigação se sua análise estatística valida ou não a proposta aqui requerida.

Num primeiro instante, foi necessária uma aprofundada discussão teórica sobre as referências aqui apresentadas, para que elas dessem um norte a respeito dos resultados de pesquisas já realizadas, com resultados satisfatórios. Essas leituras foram extremamente importantes, uma vez que não tínhamos ideia de como realizar a captura de dados, utilizando-se de um pequeno protótipo de asa convencional. Na literatura, a exemplo de (DANIEL *et al*, 2007; CARMO e ARIENZO, 2004), encontramos propostas conceituais para cálculo de arrasto para diversas superfícies aerodinâmicas, testadas em ensaios, utilizando-se asas de grande porte, em túneis de vento, com dimensões dentro do padrão internacional.

Para a execução e dimensionamento da asa por nós testada, utilizamos os resultados das simulações e ensaios realizados e apontados como coerentes nos estudos supracitados. De posse desses resultados, verificamos em qual deles foi possível detectarmos propriedades importantes, como o coeficiente de arrasto parasita e induzido. A partir desses dados, construímos um protótipo de asa, de baixo custo, funcional e didático, com o qual se foi possível realizar os ensaios no túnel de vento da ESAC. Entendemos que a asa resultante se torna propícia à didática, pelo fácil manuseio, podendo ser apresentada em aulas, nas disciplinas de Aerodinâmica ou Teoria de Voo I, por meio da qual se podem descrever, conceitual e experimentalmente, todas as propriedades intrínsecas ao seu perfil, bem como a determinação dos seus coeficientes de arrastos.

Para efetuarmos as medidas intrínsecas ao modelo pensado, utilizamos o túnel de vento, conforme figura abaixo, pertencente ao laboratório de física da ESAC. Ele refere-se a um equipamento com vento subsônico, de circuito aberto e seus instrumentos de medida, dinamômetro de mola e tubo de Pitot, utilizado para a realização de experimentos, tais como a visualização do escoamento, escoamento em placa plana e cálculo da força de arrasto usando objetos de escala reduzida.

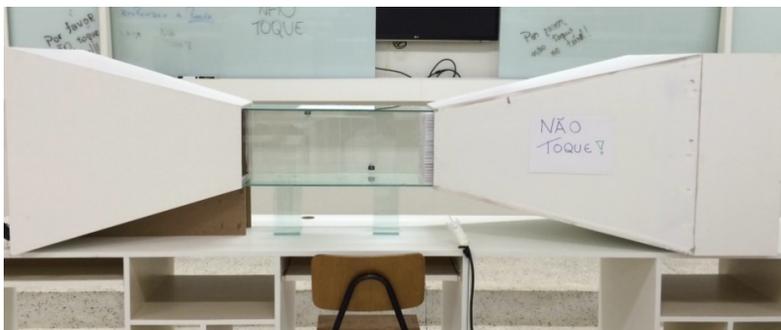


Figura 1 - Túnel de vento - ESAC

Fonte: Os autores.

O PROTÓTIPO DE ASA

A escolha do protótipo de asa recaiu sobre outra, pelo fato de, do ponto de vista prático, apresentar maior visibilidade e ser de fácil criação. Trata-se dos aerofólios usados em aeronaves do tipo Neiva P-56 ou mais conhecidos como Paulistinha, chamado de CLARK Y, que, segundo Rodrigues (2013), trata-se de um aerofólio comum, de fácil diagramação e muito usado em aeronaves de instrução.

Uma das principais características do aerofólio CLARK Y é que ele possui um intradorso quase plano, o que gera uma facilidade na sua fabricação, barateando, assim, os custos de sua produção. Também é conhecido por ser um modelo de asa que tem um desempenho geral razoável em relação à razão de planeio, com características favoráveis à estabilidade, conforme podemos observar na figura abaixo: o CLARK Y pode ser mais bem visualizado com a ajuda do *site* (Figura 2).

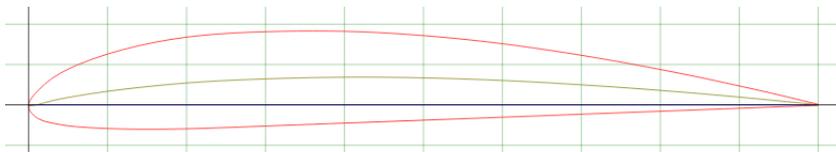


Figura 2 - Aerofólio Clark Y

Fonte: <http://airfoiltools.com>. Acessado em: 23/12/2017.

Posteriormente, com o auxílio do *software* livre disponibilizado pelo *site* (<http://airfoiltools.com>), plotaram-se, sobre um plano cartesiano, as dimensões desejadas e, em seguida, as curvas que definiram o aerofólio CLARK Y, com uma corda de 25 cm de comprimento e envergadura de 16,5 cm, como demonstrado na (Figura 3).

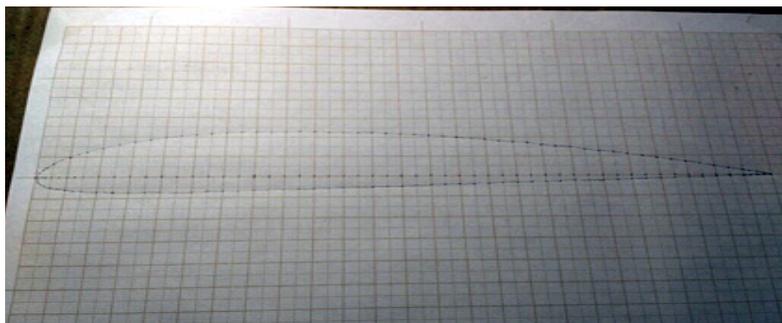


Figura 3 - Plotagem das dimensões

Fonte: Os autores.

Tendo como objetivo a elaboração de um aerofólio de fácil manuseio, pensou-se em construir um aerofólio com uma corda pequena, porém, não tanto, de forma que suas curvas e características não fossem perdidas por completo. Usando-se um papel milimétrico, tomaram-se todos os pontos anteriormente plotados, com o intervalo de 0 até 1 no eixo das abscissas, e multiplicou-se cada uma por 25, como demonstrado na figura seguinte:

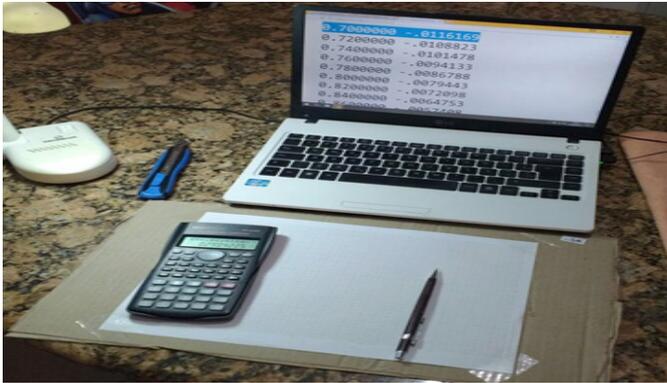


Figura 4 - Plotagem em papel milimétrico

Fonte: Os autores.

Como forma de experiência e de teste prévio, elaboraram-se moldes de papelão das nervuras de uma asa na forma de um CLARK Y, através do recorte do papel milimétrico sobre uma folha de papelão (Figura 5). Como longarinas, utilizamos duas pequenas hastes de madeira, uma próxima ao Bordo de Ataque e a outra próxima ao Bordo de Fuga.

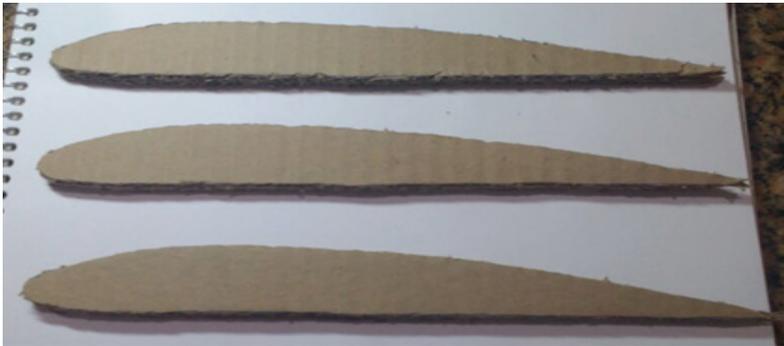


Figura 5 - Moldes de papelão

Fonte: Os autores.

Para simular o revestimento da miniatura de asa, utilizamos folhas de ofício (Figura 6):



Figura 6 - Nervuras de papelão

Fonte: Os autores.

Após o desenvolvimento do primeiro protótipo da CLARK Y em papelão, pensamos no material final, por meio do qual o aerofólio deveria ser confeccionado. Tomamos como base o aeromodelismo, que é uma atividade que se constitui na construção e na navegação de miniaturas funcionais de aeronaves. Usufruindo-se dos conhecimentos em elaborações de miniaturas funcionais de aeronaves do aeromodelismo, concluímos que um dos melhores e mais baratos materiais utilizados na elaboração das asas de uma miniatura é o DEPRON - Poliestireno Extrudado, de baixa densidade, de rigidez adequada e de dimensões estáveis.

Depois, de forma análoga ao processo anterior, todos os passos foram refeitos, porém com o uso do DEPRON, em substituição ao papelão. Entretanto, como forma de obtenção de uma maior resistência e longevidade para o aerofólio, pensou-se em fazê-lo com ausência de cavidades ocas. Dessa forma, cortou-se cerca de 36 nervuras em DEPRON e colou-se, consecutivamente, uma após outra, gerando assim um aerofólio, leve, porém maciço (Figura 7).



Figura 7 - Protótipo de DEPRON Maciço

Fonte: Os autores.

Como forma de remover pequenas diferenças e desníveis entre as nervuras geradas dos cortes no DEPRON, foram lixados, de forma leve, o extradorso e o intradorso da asa, para que, de forma seguinte, fosse posto um revestimento de plástico adesivo branco, também utilizado no aeromodelismo, diminuindo, assim, o aspecto áspero do DEPRON recortado e aumentando a homogeneidade das superfícies do extradorso e intradorso.

Por fim, programamos, no extradorso, múltiplas tiras de papel rosa para possibilitar a visualização do comportamento do fluxo de ar, como também para possibilitar a observação do descolamento da Camada Limite, estol de asa e, conseqüentemente, o ângulo de elevação que nos dará a possibilidade do cálculo do coeficiente de arrasto (Figura 8).



Figura 8 - Protótipo finalizado

Fonte: Os autores.

Utilizamos o túnel de vento de pequeno porte, pertencente à ESAC, com seção de teste de 36 cm x 36 cm, na qual testamos nosso modelo de aerofólio. Esses testes foram realizados com a velocidade de referência do túnel de vento entre 8,0m/s e 12,0m/s. O Aerofólio possui 12 tomadas de pressão com 1,0 mm de diâmetro interno, abrangendo toda sua extensão. As dimensões do Aerofólio são envergadura de 250 mm e corda de 165 mm. Em cada uma dessas tomadas são conectadas mangueiras de silicone com 2,0 mm de diâmetro interno. Essas tomadas de pressão são conectadas ao manômetro digital para determinar a pressão.

DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Por ser largamente utilizado em diversas classes de aeronaves e ser amplamente estudado em aerodinâmica desde a sua proposição, escolhemos o perfil de asa Clark Y. Portanto, os dados plotados, no gráfico da figura a seguir, são relativos a esse perfil de asa e expressam o coeficiente de sustentação em função do ângulo de ataque oferecido ao modelo, dentro do túnel de vento.

6 Dados da Experiência

Completar as tabelas em anexo e fazer os seguintes gráficos:

6.1. Sustentação

Gráfico da Força de Sustentação X Ângulo e Coeficiente de Sustentação X Ângulo, para um tipo de perfil aerodinâmico.

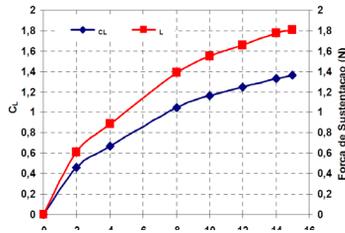


Figura 9 - Gráfico do coeficiente de sustentação versus ângulo de ataque

Fonte: Os autores.

Vale lembrar que este aerofólio é constituído por 11 nervuras unidas por três longarinas (sendo que uma delas é utilizada também para sua fixação no interior do túnel de vento), chapeadas com DEPRON, medindo 250 mm por 165 mm de corda.

Uma vez confeccionado todos os módulos e seus respectivos valores, passamos à etapa de validação e comprovação do coeficiente de arrasto do protótipo, obtendo um valor nem um tanto preciso ou confiável, uma vez que tivemos várias incertezas com relação às medidas efetuadas com a velocidade de escoamento do fluido sobre o dorso do protótipo. No entanto, a validação do experimento passa essa discrepância, pois outros fatores ligados à demonstração da existência de um gradiente de pressão perpendicular à linha de corrente, que contorna o perfil, puderam ser observados, concordando com o que a teoria preconiza, ou seja, a pressão é menor, na superfície superior, e maior na superfície inferior da asa. Além disso, calculamos o coeficiente de sustentação em função do ângulo de ataque, como exposto no gráfico da figura 9.

Apesar de termos tido todo o cuidado com o posicionamento e caracterização do aerofólio, dentro do túnel de vento, no sentido de possibilitar medidas mais acuradas, logo, nas primeiras medições, observamos que essa reprodutibilidade seria extremamente difícil, uma vez que os valores de velocidade do escoamento do fluido oscilavam, devido a fatores externos, como ventos adicionais na entrada do túnel e em sua porta de teste.

Não possuindo alternativas para diminuir as intercorrências relativas ao túnel de vento, optamos por encerrar os experimentos, calculando o coeficiente de arrasto do nosso protótipo de asa, do tipo Clark Y, apresentando seu valor com erro percentual em torno de 10,0%, o que é demasiadamente exagerado para medidas em laboratório. A literatura nos aponta que o valor do coeficiente de arrasto deve ser o menor possível, ou seja, o ideal é que fique entre 0,003 e 0,04. O valor que encontramos no nosso experimento foi de 0,08, para um coeficiente de sustentação igual a 1,4, conforme o gráfico apresentado na figura 9.

CONCLUSÕES

A realização deste projeto de pesquisa leva-nos à conclusão de que todas as etapas e objetivos, propostos inicialmente, foram atingidos, seguindo à risca as especificações existentes e pertinentes à determinação do coeficiente de arrasto do protótipo de asa (Clark Y), apesar das discrepâncias em relação aos valores de velocidade do fluxo de ar, no interior do túnel de vento, gerando erro grosseiro nas medidas dos coeficientes de sustentação e, conseqüentemente, no coeficiente de arrasto.

Entendemos que, em um curso de Ciências Aeronáuticas, é necessário que a manipulação de práticas e de exemplos palpáveis, como forma de facilitar o ingresso do estudante, no contexto físico e matemático, dos mais variados tipos de comportamentos de uma aeronave, seja uma contínua aplicação nas diversas disciplinas, em especial naquelas que lidam com aspectos aerodinâmicos de uma aeronave. A presença do túnel de vento no laboratório de física da ESAC deve ser mais utilizada, no sentido de propiciar o desenvolvimento de aulas práticas, experimentos, simulações e análises em

aerodinâmica, despertando o interesse de alunos e professores e possibilitando futuras pesquisas e projetos, além de ser mais um auxílio para a compreensão de certos parâmetros ligados à aviação.

REFERÊNCIAS

CARMO, A. H. M. B.; ARIENZO Junior V. **Balança aerodinâmica didática para medição de forças de arrasto, sustentação e momento de arfagem**. São Paulo, 2004.

DANIEL *et. al.* **Instrumentação para estudo da dinâmica dos fluidos complementada e a sustentação da asa**. UFRG, Porto Alegre, 2007.

KEATING, T. M. *et al.* **Analysis of a Science Curricular Resource on the World Wide Web: The Cyber History of Bernoulli's Principle**. Center for Research on Learning and Technology, Indiana University, 1999.

OLIVEIRA, P. M. Sustentação aerodinâmica: denunciando os erros do mecanismo físico. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.

RODRIGUES, L. E. M. J. **Fundamentos da Engenharia Aeronáutica**. 1. ed. São Paul, 2013.

WELTNER, K. *et. al.* A Dinâmica do Fluidos Complementada e a Sustentação da Asa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 23, 2002.

AVIAÇÃO COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL

*Diego de Oliveira Melo⁶
Fabrício da Costa Dias⁷*

INTRODUÇÃO

O movimento de aeronaves e passageiros teve um crescimento nos anos 2000, com a entrada de novas empresas no mercado e o novo modelo de negócio possibilitou que muitas pessoas trocassem a viagem de transporte terrestre, de longa duração, pela viagem aérea. A partir de 2012, foi possível verificar uma ligeira queda nas operações, assim como em 2016 que teve uma queda mais acentuada em relação ao ano anterior. Isso tudo configura um reflexo da crise política e financeira do país, a qual fez com que a economia encolhesse, causando prejuízos nas empresas e, conseqüentemente, recuando nos seus investimentos (INFRAERO, 2017).

Com isso, o desafio do desenvolvimento da aviação regional aumenta, sendo necessárias políticas públicas, para o incentivo das empresas que operam nos aeroportos, considerados regionais, em conjunto com iniciativas privadas, através da concessão dos aeroportos, na busca por fomentar o mercado local e desenvolver o setor no país, até chegar ao patamar dos países desenvolvidos, onde o fluxo

6 Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Escola Superior de Aviação Civil, Campina Grande-PB.

7 Doutor em Administração, Professor da Escola Superior de Aviação Civil, Campina Grande-PB.

aéreo de curta, média e grandes distâncias supera três vezes mais em relação ao Brasil, a exemplo dos Estados Unidos que têm 390 cidades servidas pelo serviço aéreo contra 105 no Brasil (SECRETARIA DE AVIAÇÃO CIVIL, 2017).

Com um território que tem dimensões continentais, é de extrema importância o desenvolvimento dos serviços aéreos em âmbito geral como: melhoria na infraestrutura aeroportuária, instalação de equipamentos que auxiliem nas aproximações em condições adversas, implantação de abastecimento para as aeronaves nos aeroportos regionais e incentivos fiscais. Desde os princípios da aviação, no Brasil, identificam-se o grande fluxo e fomento na aviação, na região Sul e Sudeste, mas é necessário que isso alcance todas as regiões de uma forma mais ativa, principalmente em regiões como o norte do País com grandes áreas cortadas por rios e que têm situação precária das estradas que ligam esses Estados. Isso também abrange o Nordeste, que tem ligações aéreas diretas com as principais cidades brasileiras e saídas estratégicas para outros continentes, com a necessidade da agilidade na movimentação técnico-informacional, para garantir a redução de custos e efetividade dos serviços, tendo a aviação como grande responsável aliada às tecnologias que se têm hoje.

Diante dessas constatações, este trabalho tem o objetivo de analisar a importância e a necessidade da aviação na Paraíba, enquanto ferramenta para o desenvolvimento regional, através do melhoramento na mobilidade entre cidades mais afastadas como Patos, Cajazeiras e cidades circunvizinhas até os grandes centros, a exemplo de Campina Grande e João Pessoa que são saídas para outras partes do país.

Este trabalho está dividido em cinco partes. Na primeira parte, tem-se a introdução com a apresentação da temática. Na segunda, tem-se o referencial teórico, através de uma breve explanação da situação da aviação regional e a infraestrutura aeroportuária no Brasil, assim como novos modelos de concessões apresentados pelo Governo para melhoramento dos serviços no setor. Na terceira parte, está a metodologia que traça o percurso utilizado para esta investigação sobre as condições da aviação regional. Em seguida, apresenta-se a análise e discussão dos resultados, na busca de apresentar o

panorama da aviação regional local em comparação a outras regiões. Por fim, temos a conclusão que destaca a real necessidade do desenvolvimento da aviação regional na Paraíba como fonte de desenvolvimento financeiro e turístico.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão abordados o cenário da infraestrutura aeroportuária brasileira, atualmente, e o panorama da aviação regional no Brasil. Em seguida, será mostrado o projeto para desenvolvimento da aviação regional e, por fim, a proposta da criação da Zona Franca do Semiárido Nordeste que tem o objetivo de desenvolver a região.

INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA NO BRASIL

Conforme a Lei nº 7565 (1986): “constitui infraestrutura aeronáutica o conjunto de órgãos, instalações ou estruturas terrestres de apoio à navegação aérea, para promover-lhe a segurança, regularidade e eficiência”. Desde a preparação para Copa do Mundo de futebol e Olimpíadas no Brasil, que o cenário, nesse modal, vem mudando em busca de amenizar os problemas enfrentados pela superlotação no movimento de aeronaves e, até mesmo, pelas condições básicas de atendimento aos passageiros e cargas:

A instalação e o funcionamento de quaisquer serviços de infraestrutura aeronáutica, dentro ou fora do aeródromo civil, dependerão sempre de autorização prévia de autoridade aeronáutica, que os fiscalizará, respeitadas as disposições legais que regulam as atividades de outros Ministérios ou órgãos estatais envolvidos na área (BRASIL, 1986, art. 25, § 1º, I).

Segundo Brasil (1986), “O sistema aeroportuário é constituído pelo conjunto de aeródromos brasileiros, com todas as pistas de pouso, pistas de táxi, pátio de estacionamento de aeronave, terminal de carga aérea, terminal de passageiros e as respectivas facilidades”, caracterizando como aeroporto os aeródromos públicos, pois está vedada a exploração comercial para os aeródromos privados.

Por muito tempo, a responsabilidade na gestão dos aeroportos brasileiros ficou por conta da INFRAERO (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária), mas diante do registro do aumento, na demanda do serviço aéreo, nos últimos anos, verificou-se a necessidade de criar um novo modelo, para atender às necessidades, através de concessão, em alguns dos principais aeroportos do país, onde a INFRAERO aparece como sócia das concessionárias, a fim de garantir à empresa pública o recebimento de dividendos, pois, no Brasil, as concessões são reguladas por meio de contratos que preveem a devolução ao Estado dos bens e serviços, ao fim do período contratual ou em qualquer momento por interesse público.

Desta forma, foi liberada a primeira concessão ao Aeroporto de São Gonçalo do Amarante, em Natal, no Rio Grande do Norte, em 2012, através de um leilão realizado em 2011. Atualmente, encontram-se sob concessão vigente da iniciativa privada outros Aeroportos como: Aeroporto Internacional de Brasília - Presidente Juscelino Kubitschek - pela empresa Inframérica, Aeroporto Internacional de Guarulhos/Cumbica em São Paulo - André Franco Montoro - através da GRU Airport e o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão - Antônio Carlos Jobim - pela concessionária RIOgaleão.

Em junho de 2015, foi publicado o Edital para processo de novas concessões pela Secretaria de Aviação Civil para o Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz, para o Aeroporto Internacional Pinto Martins em Fortaleza, para o Aeroporto Internacional Salgado Filho - Porto Alegre e o Aeroporto Internacional de Salvador - Deputado Luís Eduardo Magalhães (INFRAERO, 2017). Com o sucesso obtido da concessão para esses aeroportos, o Governo avança na proposta de novas privatizações e como modelo diferente das anteriores, agora, as futuras concessionárias, além de absorverem os funcionários da INFRAERO por um período mínimo, terão a concessão de um aeroporto mais lucrativo e, junto com ele, ficam responsáveis por outros aeroportos menores, na mesma região, como parte do lote. Os Aeroportos previstos são Congonhas (SP), Santos Dumont (RJ), Curitiba (PR), Recife (PE), Manaus (AM) e Belém (PA) com seus respectivos aeroportos regionais adjacentes (RITTNER, 2017).

PANORAMA DA AVIAÇÃO NO BRASIL

Na Lei nº 7565 (1986), encontra-se o seguinte esclarecimento: “a exploração de serviços aéreos públicos dependerá sempre da prévia concessão, quando se tratar de transporte aéreo regular”. Nestes termos, toda empresa que tenha interesse em iniciar a atividade regular, no transporte de passageiros, deverá solicitar, junto a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), a concessão de acordo com os critérios impostos pelo CBAER (Código Brasileiro de Aeronáutica). Contudo, o serviço de transporte aéreo só poderá ser realizado, através de pessoas jurídicas de transporte público doméstico.

Em 2016, foram quase 1,6 milhão de pousos e decolagens em aeroportos sob a gestão da INFRAERO, sendo, aproximadamente, 90 mil com origem/destino regional, obtendo destaque o aeroporto da Pampulha, em Belo Horizonte, predominantemente, com voos regionais. Isso se deve ao funcionamento do Aeroporto de Confins com operação nacional e internacional, desativando o anterior para tais atividades. Já no Nordeste, o aeroporto da capital pernambucana aparece com cerca de 50% no volume regional em comparação ao nacional e, ainda, tem-se o Estado da Paraíba com uma carência, no que diz respeito à aviação regional, pois a capital não apresentou nenhum voo com tais características, com chegada de um aeroporto regional ou partindo para o mesmo, ficando, apenas, o aeroporto de Campina Grande com a totalidade, por se tratar de um aeroporto regional que faz ligação com aeroportos de grandes centros, a exemplo do Rio de Janeiro, São Paulo e Recife. Toda essa movimentação gerou um fluxo de mais de 100 milhões de passageiros no Brasil com pequena quantidade no fluxo regional, por volta de 8 milhões (INFRAERO, 2017).

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA AVIAÇÃO REGIONAL - PDAR

O Brasil é um país com 8 milhões de quilômetros quadrados de área, que tem como seu principal modal de transporte o meio rodoviário. Devido às grandes distâncias a percorrer, faz esse transporte tornar-se caro e ineficiente. O problema na logística se torna maior na Amazônia Legal, que ocupa 60% do território nacional, em que tal

dificuldade produz isolamento e pobreza. O transporte aéreo é estratégico para conectar essas regiões. O que impede o desenvolvimento desse modal é o número limitado de aeroportos que operam voos regulares no interior e os que existem têm infraestrutura precária, caracterizada pela falta de investimentos, durante anos. Assim, o preço das passagens regionais chega a ser 31% mais alto, em média, do que o valor dos voos entre capitais. Isso faz com que 43% da população do interior queiram viajar, mas não possam, devido ao custo ou, então, em alguns casos se dirigem até os aeroportos das capitais pela oferta de um valor mais baixo (Secretaria da Aviação Civil, 2017).

É necessário integrar as regiões mais afastadas aos grandes centros, permitindo, assim, o desenvolvimento da economia local e o acesso a bens e serviços, como também diminuir o gargalo que se apresenta, atualmente, nos principais aeroportos. Tendo em vista tais condições, o Governo Federal lançou o PDAR (Programa de Desenvolvimento da Aviação Regional) que visa ampliar, reformar ou construir 270 aeroportos, usando critérios socioeconômicos, turísticos, integração nacional e espacial, bem como aumentar a capacidade dos Estados e Municípios para geri-los e subsidiar as passagens e tarifas em voos regionais, aproximando-os do preço das passagens de ônibus, o que ocorre hoje entre capitais (SECRETARIA DA AVIAÇÃO CIVIL, 2017). Com a concessão dos grandes aeroportos à iniciativa privada, criou-se um instrumento para financiar a aviação regional, através do recurso proveniente da outorga dos aeroportos concedidos e com parte das tarifas aeroportuárias, o governo gera recursos para o FNAC (Fundo Nacional de Aviação Civil) (Secretaria da Aviação Civil, 2017).

Tão importante quanto o melhoramento da infraestrutura aeroportuária, a formação de pessoal é outro componente fundamental do programa. Por meio de convênios com a INFRAERO e o Comando da Aeronáutica, o programa *Treinar*, da Secretaria de Aviação Civil, capacita profissionais em três categorias principais: bombeiros de aeródromo, gestores de aeroportos regionais e gestores de serviços de prevenção e salvamento e combate a incêndio.

Com o PDAR, o governo tem como meta possibilitar que 96% da população brasileira estejam a menos de 100 quilômetros de um

aeroporto em condições de receber voos regulares e democratizar o transporte aéreo, dinamizando as economias locais e incentivando o desenvolvimento do turismo (Secretaria da Aviação Civil, 2017).

ZONA FRANCA DO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Em 2011, foi colocada em pauta uma proposta de Emenda Constitucional, pelo Deputado Wilson Filho, para criação da Zona Franca do Semiárido Nordeste com características de área de livre comércio, de exportação e importação, e de incentivos fiscais, com objetivo de reduzir as desigualdades regionais como um dos princípios que regem a ordem econômica (DEPUTADOS *et. al.*, 2011).

A proposta estabelece que seja demarcada: “uma área contínua, na forma de um círculo de raio mínimo de cem quilômetros, cujo centro será a sede do Município de Cajazeiras, no Estado da Paraíba, na qual se instalará a Zona Franca do Semiárido Nordeste” (PEC Nº 19-A, 2011, b), conforme a Figura 1.

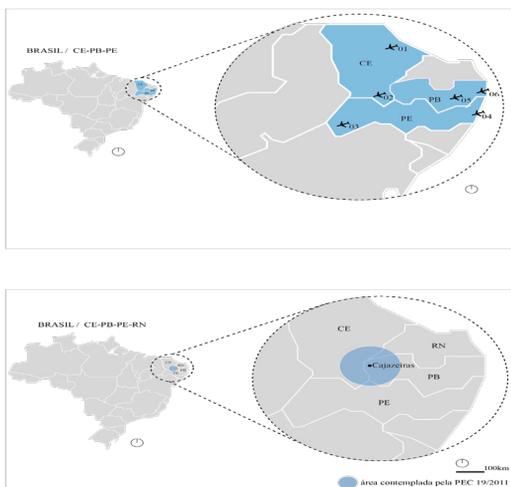


Figura 1 - Zona Franca do Semiárido

Fonte: Os autores.

Dentre as justificativas para a implantação da Zona Franca do Semiárido Nordeste, está a migração inter-regional, fenômeno que ocorre devido à insuficiência de empregos para seus habitantes. Desta forma, há uma perda da população para cidades de maior porte na mesma região nordestina. Portanto, devem-se buscar formas de fomentar o desenvolvimento dessa região que cobre grande parte do País (PEC Nº 19-A, 2011, b).

A criação da Zona Franca é de grande importância para a Paraíba e, principalmente, para o interior, que está ligado diretamente ao projeto, o que torna a cidade de Cajazeiras mais atrativa para captação de novas instalações, assim como para o fortalecimento do comércio. Com isso, é necessário criar infraestrutura adequada para o escoamento dos produtos e serviços como: duplicação da BR 230 que liga a capital ao Porto de Cabedelo, também ao Porto de Suape no Estado do Pernambuco e adequação do aeródromo de Cajazeiras para receber voos comerciais e atender a região.

METODOLOGIA

Nesta seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento deste estudo. Este trabalho é classificado como pesquisa aplicada, visto que foi desenvolvido um estudo sobre a importância da aviação para o desenvolvimento regional. Pesquisa aplicada é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou ainda de descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles (Lakatos, 2010).

Primeiramente, para um estudo da arte, pesquisamos, na base Google Acadêmico, a partir do termo chave “aviação regional”, textos publicados entre os anos de 2010 e 2017. Quanto à abordagem dos dados, este trabalho é classificado como qualitativo. Para Duarte (2017), a pesquisa qualitativa é definida por aquilo que não pode ser medido, pois a realidade e o sujeito são elementos indissociáveis. Dessa forma, são levadas em consideração a subjetividade e suas particularidades, ou seja, não podem ser traduzidas em números

quantificáveis.

Quanto aos objetivos, é classificada como pesquisa descritiva, visto que foi realizada através do estudo, da análise, do registro e da interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador (BARROS; LEHFELD, 2007). Os estudos foram baseados em dados dos setores governamentais vinculados à aviação, como ANAC, INFRAERO e Secretaria da Aviação Civil.

Além disso, este estudo é caracterizado como exploratório, pois apresenta um tema a ser analisado, considerado urgente; formula questões; reconhece conceitos; reúne informações detalhadas inerentes e os apresentam embasados em pesquisas realizadas nos padrões de vida atuais, de acordo com Schlüter (2003).

ANÁLISE E RESULTADOS

Nessa seção, será analisado o modal aéreo atual na Paraíba, visando identificar a importância da atividade aérea para o mercado local e desenvolvimento econômico, no interior do Estado, com a implantação desses serviços.

ECONOMIA E MERCADO

Segundo dados do IBGE (2017), localizada no Nordeste brasileiro, a Paraíba possui uma extensão territorial de 56.468,435 Km², com uma população estimada em 4 milhões de habitantes, distribuída nos 223 municípios. Sua economia tem o serviço como responsável por 72% do PIB do Estado, tem o turismo como fator fortalecedor desse setor, destacando-se a capital João Pessoa pelas suas belezas naturais e uma excelente estrutura hoteleira para receber seus visitantes. O setor industrial tem os segmentos têxtil, metalúrgico e o couro como principais fontes da arrecadação, correspondendo, aproximadamente, a 22% do PIB estadual. Já Campina grande, além de ser conhecida por apresentar o maior São João do Mundo, destaca-se, também, como centro de tecnologia na área da computação.

Quanto à população de Cajazeiras, estima-se que, em 2017, era de 62.187 habitantes, com um PIB per capita de R\$ 14.834,31, ocupando a 12ª posição entre os 223 municípios do Estado. Patos, que está localizada de forma centralizada no estado, teve uma estimativa de 107.790

habitantes para o ano de 2017 e um PIB per capita de R\$ 12.536,20, sua posição é 16ª de 223. Já o município de Campina Grande contava com uma população estimada em 410332 habitantes e um PIB per capita de R\$ 18.716,38, ficando com a 7ª posição na Paraíba, Tabela 1. Logo, pode-se perceber que os municípios de Cajazeiras e Patos, com posicionamento geográfico estratégico, têm grande potencial de crescimento e desenvolvimento na região em que estão localizados.

Tabela 1 – Relação: População x PIB Per Capita

Município	População	PIB per Capita
Cajazeiras	62.187	R\$ 14.834,31
Patos	107.790	
Campina Grande	410.332	R\$ 12.536,20
		R\$ 18.716,38

Fonte: IBGE (2017).

O interior do Estado tem grande potencial para desenvolvimento. Com grandes jazidas de minério, torna-se ponto estratégico para a instalação de empresas nessa localidade, tanto para a extração como para o beneficiamento de recursos naturais. Em São Bento e Itaporanga, encontram-se os polos têxteis do sertão e, nessa mesma região, concentram-se vários centros de ensino técnico e superior, a exemplo do IFPB (Instituto Federal da Paraíba) e UFCG (Universidade Federal de Campina Grande), nas cidades de Cajazeiras e Patos e UEPB (Universidade Estadual da Paraíba), em Catolé do Rocha. Ainda há concessionárias de veículos de grandes marcas, como também empresas do ramo alimentício e varejista presentes em todo o Brasil.

Apesar da distribuição do mercado por todo o Estado, ainda está aquém do desenvolvimento desejado quanto à logística do capital intelectual e transporte de produtos no interior. Hoje, a Paraíba conta apenas com o transporte por meio terrestre capital/interior/capital, diferentemente dos Estados vizinhos, como Pernambuco que conta com um Aeroporto Internacional em sua capital que serve de HUB no Nordeste, além de ser porta de entrada pelo Atlântico de outros

continentes como Europa e Ásia.

O Estado do Pernambuco conta com o Aeroporto Internacional de Petrolina, na extremidade oeste, com voos que atendem a região com destino à capital e vice-versa. Como consta, na Figura 2, o movimento de passageiros de transporte regular no Aeroporto Senador Nilo Coelho foi de 447.539, sendo 381.522 em 2016 de caráter nacional, outros 46.890 com origem/destino regional, representando 12% da totalidade de movimentação nessa localidade.

O Estado do Ceará tem o Aeroporto Orlando Bezerra de Menezes, em Juazeiro do Norte, que teve 534.712 embarques e desembarques de passageiros em sua totalidade, em que foram contabilizados 60.609 com característica regional, no ano de 2016, (ver Figura 2). Esse mesmo aeroporto atende à demanda local e parte do Pernambuco e Paraíba, absorvendo a arrecadação de imposto para o estado do Ceará. De acordo com os dados, o Aeroporto de Juazeiro do Norte tem grande importância para a região e o desenvolvimento da aviação regional, nessa localidade, já é realidade.

		SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO AEROPORTUÁRIO - DGDR Movimento de Passageiros da REDE INFRAERO em Dezembro de 2016		
Discriminação	Embarcado no Ano	Desembarcado no Ano	Emb + Desemb. no Ano	
SBPL - Aeroporto Internacional de Petrolina	228.439	219.100	447.539	
Transporte Regular	218.931	209.481	428.412	
Pax Doméstico	218.931	209.481	428.412	
Nacional	196.013	185.509	381.522	
Regional	22.918	23.972	46.890	
Transporte Não Regular	9.508	9.619	19.127	
SBJU - Aeroporto de Juazeiro do Norte	265.278	269.434	534.712	
Transporte Regular	262.904	267.369	530.273	
Pax Doméstico	262.904	267.369	530.273	
Nacional	232.041	237.623	469.664	
Regional	30.863	29.746	60.609	
Transporte Não Regular	2.374	2.065	4.439	

Figura 2 - Movimento de Passageiros em 2016

Fonte: Adaptado de INFRAERO (2017).

Fator mais preocupante é que a cidade de Cajazeiras, hoje, conta com um Aeródromo homologado pela ANAC, mas não está em operação, devido à necessidade de investimento no melhoramento da infraestrutura, para receber voos regulares. Ademais, esta localidade não está incluída *a priori* no PDAR, que seria de grande importância, para fomentar o modal aéreo e atender à região, gerando receita para

o município e para o próprio estado da Paraíba.

Na Figura 3, pode-se verificar que os aeroportos de Juazeiro do Norte (ID 02) e Petrolina (ID 03), apresentados na Figura 2, estão localizados, de forma estratégica, em seus Estados, diferentemente da Paraíba que tem o Aeroporto João Suassuna (ID 05), em Campina Grande, como o único responsável pela demanda de todo o interior do Estado. Esse modelo de mobilidade permite um fluxo maior entre as cidades do interior do Estado com suas capitais e aumenta o vínculo cultural e turístico, trazendo pessoas de outras regiões para essas localidades, devido à agilidade no traslado.

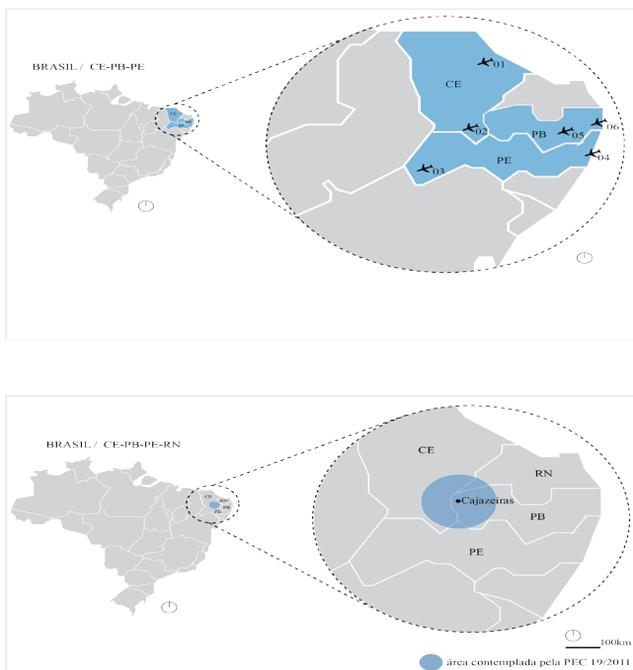


Figura 3 - Distribuição de aeroportos nos Estados da Paraíba, Pernambuco e Ceará

Fonte: Os Autores.

A Figura 4 apresenta o fluxo aéreo em Petrolina e Juazeiro do Norte, em que pode se verificar que as principais companhias aéreas estão alocadas nesses aeroportos, com voos regulares entre capital/interior/capital, a exemplo de voos operados pela linha aérea Avianca, saindo de Juazeiro do Norte com destino a Fortaleza e vice-versa, já o Aeroporto de Petrolina conta com 3 voos diários, chegando e/ou tendo destino Recife, 2 voos operados pela Avianca e 1 voo pela Azul, sem contar o fluxo para outros Estados brasileiros. Esse fluxo interestadual é de grande importância para a economia local e deve ser levado em consideração para a escolha de Cajazeiras, para a implantação do serviço aéreo, pois ela se encontra na extremidade do estado da Paraíba e está a uma distância de, aproximadamente, 500 km com a capital, João Pessoa, e leva em média 10 horas de viagem, através de transporte terrestre que faz o percurso diariamente pela BR 230.

AEROPORTO DE JUAZEIRO DO NORTE- SBJU									
CHEGADA					DESTINO				
Cia Aérea	Nº do Voo	Origem	Hor.	Escala	Cia Aérea	Nº do Voo	Destino	Hor.	Escala
	1562	São Paulo - SP	00:11			2685	Campinas - SP	02:40	PNZ - Petrolina-PE
	2685	Campinas - SP	02:10			1561	São Paulo - SP	03:21	
	6376	São Paulo - SP	07:55			6376	*Fortaleza - CE	08:25	
	9130	Recife - PE	10:45			9131	Recife - PE	11:20	
	6377	*Fortaleza - CE	10:55			6377	São Paulo - SP	11:25	
	6125	Brasília - DF	14:25			6124	Brasília - DF	15:55	
	6378	São Paulo - SP	18:15			6378	*Fortaleza - CE	18:45	
	6379	*Fortaleza - CE	21:17			6379	São Paulo - SP	21:50	

AEROPORTO DE PETROLINA- SBPL									
CHEGADA					DESTINO				
CIA Aérea	Nº do Voo	Origem	Hor.	Escala	CIA Aérea	Nº do Voo	Destino	Hor.	Escala
	2685	Campinas - SP	03:30	JDO - Juazeiro do Norte- CE		2685	Campinas - SP	04:00	
	1632	São Paulo - SP	03:55	CPV - Campina Grande - PB		1633	São Paulo - SP	04:25	
	6312	São Paulo - SP	12:10	SSA - Salvador - BA *REC - Recife - PE		6311	São Paulo - SP	06:15	*REC - Recife - PE SSA - Salvador - BA
	5091	São Paulo - SP	23:58	*REC - Recife - PE		5092	São Paulo - SP	07:10	*REC - Recife - PE
	6314	São Paulo - SP	17:25	SSA - Salvador - BA		6315	São Paulo - SP	12:40	SSA - Salvador - BA
	6310	São Paulo - SP	23:35	SSA - Salvador - BA *REC - Recife - PE		6313	São Paulo - SP	17:55	*REC - Recife - PE SSA - Salvador - BA

Figura 4 - Painel de voos em Juazeiro do Norte e Petrolina

Fonte: INFRAERO (2017).

Evidente que a implantação dos voos regulares em Patos, cidade a qual foi incluída na primeira etapa do PDAR, também é de grande necessidade, uma vez que o município tem a maior população e

maior PIB do Sertão, por outro lado, tendo como objetivo principal o desenvolvimento local, mais uma vez Cajazeiras se torna viável para funcionamento do aeroporto, atraindo empresas ligadas diretamente ao setor, como também outros serviços para atender à demanda local.

Com base nas análises feitas quanto à relação População x PIB *per Capita* no estado da Paraíba, como a presença do serviço de transporte aéreo, nos Estados vizinhos, com as mesmas características de posicionamento geográfico, em relação às suas capitais, ainda há possibilidade de criação da Zona Franca do Semiárido Nordeste, centralizado em Cajazeiras, é previsto que a implantação desse modal no sertão Paraibano traga benefícios e avanço para a região, uma vez que é necessária a agilidade na mobilidade interestadual, bem como o escoamento de produtos e a disseminação do turismo local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro do panorama apresentado, pode-se concluir que há uma real necessidade no melhoramento do serviço de transporte aéreo, para atender as localidades mais afastadas, fazendo traslado até aos grandes centros, possibilitando, assim, um maior desenvolvimento através do rápido acesso, o que gera melhor custo benefício, em se tratando de agilidade na mobilidade e na ligação das regiões apresentadas.

Hoje o PDAR se torna o meio mais rápido para se alcançar o objetivo, no que se refere à infraestrutura aeroportuária e ao incentivo, para captar empresas aéreas, no intuito de atender aos mercados regionais. Na Paraíba, têm-se os aeroportos de Campina Grande em pleno funcionamento e os aeródromos de Cajazeiras e Patos necessitando de algumas melhorias, como: construção de local para embarque e desembarque, balizamento noturno e reforço na pista, para receber aeronaves de porte maior e, assim, iniciar os serviços e atender ao sertão paraibano.

Este artigo se dispôs a identificar a importância e a necessidade da aviação na Paraíba para o desenvolvimento regional, através de Patos, Cajazeiras e o fortalecimento da economia na região que as compõe.

Como sugestão de trabalhos futuros sugere-se:

- a) Um estudo sobre a completa infraestrutura aeroportuária da Paraíba, indicando todos os aeródromos existentes no Estado e sua situação quanto às condições de pista, balizamento noturno, serviços para auxílio de voo por instrumento, assim como os aeroportos disponíveis para receber voos de linhas aéreas;
- b) Análise sobre Ligações Aéreas Interestaduais, nos Estados do Nordeste, a fim de verificar a importância que eles têm para a região, onde estão inseridos e possíveis consequências com o encerramento de suas atividades.

REFERÊNCIAS

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos da metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Makron, p.1-176, 2007.

BRASIL. Lei nº 7565, de 19 de dez de 1986. **Código Brasileiro de Aeronáutica**. Brasília, DF, dez 1986.

_____. Emenda Constitucional nº 19-A, de 2011, b. **Ato das disposições constitucionais transitórias para estabelecer a criação da zona franca do semiárido nordestino**. Brasília-DF: [s.n.], 2011.

_____. **Aviação Regional Conectando o Brasil**. Disponível em: <<http://www.aviacao.gov.br/noticias/2015/01/programa-de-desenvolvimento-aviacao-regional-quer-democratizar-o-transporte-aereo-no-brasil-1/aviacao-regional-versao-site-v4-final.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2017.

DUARTE, Vânia Maria do Nascimento. **Pesquisa quantitativa e qualitativa**. Disponível em: <<http://monografias.brasilecola.uol.com.br/regras-abnt/pesquisa-quantitativa-qualitativa.htm>>. Acesso em: 28 maio 2017.

Emenda Constitucional nº 19-A, de 2011, b. **Ato das disposições constitucionais transitórias para estabelecer a criação da zona**

franca do semiárido nordestino. Brasília-DF: [s.n.], 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Anuário Estatístico Operacional 2016.** Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/images/stories/Estatistica/anuario/anuario_2016.pdf>. Acesso em: 13 set. 2017.

_____. **Consulte seu voo.** Disponível em: <<https://www.infraero.gov.br/voos/index.aspx>>. Acesso em: 13 set. 2017.

_____. **Concessões de Aeroportos.** Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/transparencia/concessao.html>>. Acesso em: 21 maio 2017.

_____. **Estatísticas.** Disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/acesso-a-informacao/estatisticas-dos-aeroportos/estatisticas/>>. Acesso em: 21 maio 2017.

_____. **Estatísticas.** Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatisticas/estatisticas.html>>. Acesso em: 13 set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Ciência e conhecimento científico. In: MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, p.1-281, 2009.

RITTNER, Daniel. **Governo quer privatizar toda a rede da Infraero.** Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/4998076/governo-quer-privatizar-toda-rede-da-infraero>>. Acesso em: 26 set. 2017.

SCHLÜTER, R. G. **Metodologia da pesquisa em turismo e hotelaria.** São Paulo: Aleph, 2003.

A INFLUÊNCIA DO SIMULADOR DE VOO COMO UM JOGO SÉRIO NA FORMAÇÃO DE UM PILOTO AERONÁUTICO

*Heliabe Machado de Araujo
Adriano Araújo Santos*

INTRODUÇÃO

Com um maior investimento, principalmente por parte da educação superior no Brasil e no Mundo, o mercado de *games* está cada vez mais aquecido, levando a uma gama de jogos lúdicos e educacionais, como é o caso dos simuladores. Dentro dessa variedade, encontramos o que chamamos de jogos sérios (*Serious Games*), compostos por *hardware* e *software*, feitos principalmente com objetivo educacional, os quais simulam uma situação real de inúmeras possibilidades, que o profissional poderá enfrentar (SANTOS, 2012). Esse tipo de plataforma educacional tem sido muito comum na área de saúde, arquitetura e aviação, sendo essa última o alvo principal desta pesquisa.

Como modelos de jogos educacionais computadorizados, destacam-se os simuladores de voo, exemplos de jogos sérios, utilizados como plataforma para o aprimoramento dos recursos teóricos e práticos de *cockpits* de aeronaves muito próximas da realidade. O simulador de voo pode proporcionar situações adversas, as quais, em um voo real, dificilmente, permitiria avaliar as reações e atitudes humanas. Além disso, é uma maneira de proporcionar ao usuário, de forma divertida e didática, um maior aprendizado sobre procedimentos,

equipamentos, regras de voo, reações da aeronave, tudo mediante as adversidades causadas por meteorologia, falha mecânica, acidentes, incidentes entre outros, que influenciam diretamente na formação do profissional aéreo.

Ademais, o simulador torna-se indispensável, pois, além de proporcionar toda a experiência ao piloto aeronáutico, nas situações anteriormente descritas, existe a obrigatoriedade exigida pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) do uso de simuladores específicos de aeronaves classificadas como “Tipo”, só tripulantes que passaram por treinamento são licenciados a pilotar tal equipamento de voo, conforme RBAC N° 61.

Mediante a importância da pesquisa científica e do conhecimento sobre a simulação de voo como um jogo sério e a sua influência, na formação de um profissional aeronáutico, entende-se que a presente pesquisa pode contribuir e incentivar futuros profissionais para o uso desse mecanismo, a fim de aumentar seus conhecimentos, desde o mais básico instrumento de voo e seu funcionamento até o mais complexo, ajudando-os, assim, a chegarem a um ambiente real mais familiarizado, evitando acidentes e evidenciando um fator importantíssimo, no meio aeronáutico, como a segurança de voo. Desse modo, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar as principais contribuições e aplicações de simuladores desenvolvidos para a formação dos pilotos em jogos sérios.

Assim, a fim de cumprirmos nosso objetivo, este artigo segue a seguinte estrutura: metodologia, fundamentação teórica, sendo apresentados todos os conceitos históricos relevantes; discussões com as informações sobre as percepções dos autores e a conclusão.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se, com base em sua natureza, como uma revisão bibliográfica. Desta forma, avaliaremos os trabalhos já desenvolvidos sobre o tema em questão, no intuito de nos aprofundarmos, teoricamente, sobre o tema do uso de simuladores na formação de pilotos. Assim, estaremos consoantes com o que definem Marcone & Lakatos (2003, p.45), “a pesquisa bibliográfica ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em

relação ao tema de estudo [...] Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...]” (MARCONE; LAKATOS, 2003).

Há uma série de pesquisas científicas, voltadas para a investigação do uso de simuladores como jogos sérios na formação de pilotos. Todavia, deseja-se, neste estudo, analisar as pesquisas que se destinam ao uso de simuladores de voo, enquanto capacitação de profissionais aeronáuticos.

A pesquisa percorre três etapas distintas: Planejamento, execução da busca e análise dos resultados. Logo, trata-se do uso da revisão sistemática (RS). Na fase do planejamento, foi desenvolvido o Protocolo de Revisão Sistemática, o qual norteou a execução da pesquisa. Em seguida, realizou-se busca por artigos científicos, leitura de livros e sítios eletrônicos. Outra etapa da RS é a análise dos resultados. Com os artigos selecionados e as leituras realizadas, procedeu-se uma filtragem, no intuito de ficar com aquilo que é relevante para o problema da pesquisa. Para um melhor gerenciamento dos artigos selecionados, bem como para referenciá-los de forma correta, usou-se a ferramenta Mendeley⁸.

A pesquisa bibliográfica foi realizada no período de dezembro de 2015 a maio de 2016, utilizando-se de recursos da FACISA e, especificamente, da Escola Superior de Aviação Civil – ESAC e próprios.

Com o uso de pesquisa de artigos e livros disponibilizados ao público e armazenamento no Mendeley, bem como pesquisas bibliográficas feitas com o acesso a bibliotecas acadêmicas, selecionamos os artigos lidos na íntegra, possibilitando as associações entre os temas nos trabalhos científicos e livros específicos e, assim, abriram-se seções e subseções utilizadas no referencial teórico de forma sistemática.

Obteve-se facilidade, devido a uma boa demanda de artigos relacionados ao objetivo geral deste trabalho, porém, para alinharmos ao nosso objetivo principal, foi necessária a busca de artigos mais específicos, os quais, em sua maioria, em língua inglesa, demandando, assim, mais tempo e atenção para as leituras, dificultando a elaboração dos itens.

8 Mendeley: <https://www.mendeley.com/>

Acredita-se que há muitos outros livros, artigos e *sites*, que tratam da questão dos simuladores de voo e jogos sérios, em geral, e que poderiam enriquecer este trabalho, todavia, os artigos disponibilizados de forma gratuita foram suficientes para trazer uma base rica e confiável para a presente pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ORIGEM DO TERMO JOGOS SÉRIOS (*SERIOUS GAMES*) E OS PRIMEIROS JOGOS DE SIMULAÇÃO

Embora a utilização mais concreta do termo “jogos sérios” tenha ocorrido, por volta do ano de 2002, seu significado já havia sido substanciado por Clarck C. Abt, o qual trabalhava em um laboratório, nos EUA, no período da Guerra Fria, atuando também como autor do livro “*Serious Games*”, publicado em 1970, pela *Viking Press* (MATTAR, 2009).

Um dos objetivos de Clarck era usar os jogos com finalidades educativas. Ele fundou assim a “*Abt. Associates*”⁹, porém seus primeiros projetos foram criar simuladores com o uso de computadores e técnicas de guerra, sendo esse conhecimento específico adquirido, na época em que se viveu a indústria aeroespacial (MATTAR, 2009).

Em relação à tecnologia, Halter (2006) pontua que, durante a Guerra Fria, as forças armadas dos EUA investiram, consideravelmente, em pesquisas, que suscitaram diversos artificios tecnológicos, os quais, até hoje, são difundidos pelo mundo, como o computador e a internet. No tocante à influência dos jogos e sua contribuição para situações reais, os primeiros programas computacionais, criados na época, eram de uso exclusivo das forças armadas dos EUA, devido a maior parte de pesquisadores ser constituída de militares, que usavam esses programas para fins de melhor gerenciamento de recursos, além de jogos de guerra, utilizados, diretamente, na formação dos oficiais (DJAOUTI *et al.*, 2011).

A fim de exemplificação, *Hutspiel*, criado em 1955 pelo centro de

9 Abt. Associates: Fundada, há 50 anos, por cientistas que buscavam soluções para os problemas sociais, econômicos e tecnológicos do mundo. Informação disponível em: <http://www.abtassociates.com/>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

pesquisa *Operations Research Office*, é um claro modelo de jogo de guerra e estratégia altamente detalhado, com simulações de armamento e combustível usado por cada unidade, no qual os jogadores eram levados a um campo de batalha fictício, visando demonstrar o impacto das armas nucleares (DJAOUTI *et al.*, 2011).

Juntamente com esses projetos militares, porém de forma menos expressiva, foram lançadas versões para civis, a partir de 1956, pela Regulamentação da Aviação Civil (RAC), em que as pessoas se enquadravam como gestores de empresas de produtos, uns contra os outros, com a finalidade de ganhar dinheiro suficiente. Mesmo sendo direcionado para civis e nem todos tendo acesso a esses jogos, foram eles os pioneiros dos jogos de simulação a aparecerem em computadores pessoais na década de 80 (DJAOUTI *et al.*, 2011).

Até então, nenhum dos jogos educacionais lançados era comercializado, só vindo a ser, em 1972, com o lançamento de versões comerciais de jogos educativos por Ralph Baer, que buscou melhoras consideráveis para seus projetos educacionais. Baer começou a lançar armas de tiros mais detalhadas de uso exclusivo para treinamento de simulações, que foram usadas não só pelas forças armadas, como também por departamentos de segurança (DJAOUTI *et al.*, 2011).

Hoje em dia, os jogos criados possuem fins lúdicos ligados diretamente ao entretenimento, mas não se deve ignorar a importância de que foi, por meio dos pioneiros jogos sérios, que surgira toda a gama de possibilidades, bem próximas da realidade, direcionadas ao treinamento e aperfeiçoamento de profissionais, bem como as versões destinadas ao entretenimento e à diversão com enredos utópicos (DJAOUTI *et al.*, 2011).

Apesar de ser um termo relativamente novo no meio da ciência, os jogos sérios vêm se manifestando, ao longo do tempo, em forma de simuladores de controle de veículos, mostrando uma nova visão do mundo, e levando as pessoas a enfrentarem diversas situações com custos relativamente menores e baixo risco associado (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004).

A criação de um jogo de alta qualidade gráfica juntamente com outras tecnologias implantadas como GPS e sensores móveis que buscam deixar o mesmo cada vez mais próximo da realidade pode

fazê-lo durar anos, mesmo sabendo das exigências em termos de hardware e software. Isso leva ao avanço de novas ideias para criação de periféricos melhores, capazes de controlar qualquer jogo, fazendo com que o comércio dos jogos computacionais cresça a cada ano (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004).

JOGOS EDUCATIVOS EM SALA DE AULA

Uma das principais portas de entrada, no mundo da tecnologia, para jovens e crianças são os jogos digitais, considerando que o primeiro contato direto se dá através de vídeo games e computadores. Esses, por sua vez, proporcionam ambientes realísticos e interativos, que levam os usuários a um aumento de habilidades e conhecimentos específicos, cativando, assim, cada vez mais a atenção e o interesse dos adeptos aos jogos digitais (SAVI; ULBRICHT, 2008).

Algumas características específicas são necessárias para que um jogo seja considerado educativo. Ter uma finalidade pedagógica e ter seu uso diretamente ligado a uma metodologia de ensino para orientar o processo, facilitando o aprendizado do conteúdo, é, de fato, o que caracteriza esse estilo de jogo, que passou a ser chamado de jogos sérios (SAVI; ULBRICHT, 2008).

No que diz respeito à educação, Braga (2001) pontua que “a educação pode ser vista como um processo de descoberta, exploração e de observação, além de eterna construção do conhecimento”. Diante disso, as características específicas da realidade virtual, nos jogos sérios voltados à educação, podem se transformar num poderoso instrumento a serviço de todos que buscam a evolução da educação.

Muitos aspectos que, até pouco tempo atrás, eram sonhos, atualmente, com os avanços tecnológicos existentes, tornaram-se uma realidade. Com essa grande evolução dos jogos educativos, inseridos em um contexto de realidade virtual, é que obtivemos um contato com o conhecimento de forma mais imersiva e interativa, tendo a oportunidade de explorar e construir um aprendizado sobre lugares que jamais pensaríamos visitar ou situações que, de forma alguma, poderíamos vivenciar sem quaisquer tipos de riscos ou danos. É exatamente esse o grande potencial da realidade virtual, não só através de aulas ou objetos físicos, demonstrações teóricas ou apenas regras,

mas também através da simulação do alvo a ser explorado, analisado e estudado (BRAGA, 2001).

A importância dessas ferramentas tecnológicas e a sua utilização, em sala de aula, como instrumento educativo, leva os professores a assumirem novos papéis, conduzindo-os a gerenciar a integração desses novos meios educativos conforme suas necessidades. Com isso, têm a possibilidade de introduzirem, em suas práticas, a ferramenta mais adequada para a situação com que se deparam. Assim, a diversidade de possibilidades tecnológicas e suas combinações trazem um novo tipo de pedagogia focado em missões adequadas a cada aluno, e motivado pelo cumprimento das metas estabelecidas bem como pela interatividade (SIMÕES, 2009).

De toda forma, o professor ainda é a peça mais importante da questão, porém, por meio dessas ferramentas educacionais, ele deixará de lado sua figura de repetidor de conteúdo, passando a exercer sua função mais gratificante de forma atualizada, criando conceitos e técnicas pedagógicas mais estimulantes e interativas com as ferramentas educativas (SIMÕES, 2009).

Segundo Peretti (1990), “a tecnologia é apenas um recurso, sendo necessária uma atitude pedagógica, um conjunto de conceitos associados a uma forma de apresentação e a capacidade de fazer adquirir pelos alunos em contextos de aprendizagem apropriados”. Os profissionais da área educacional, em sua maioria, sentem-se entusiasmados com essa nova possibilidade de ensino, alegando o ensejo de tornar os processos educacionais bem mais produtivos. Entretanto, ainda existem alguns que não utilizam esse método de ensino, não demonstrando posicionamento claro quanto a esse assunto. Ainda há outros que trazem opiniões fortemente contrárias, pontuando que, devido à mudança de posicionamento do professor em sala de aula, esse acaba por se tornar mais do que um preletor de assuntos e disciplinas, sendo-lhe atribuído, também, o papel analítico de pesquisa e de treinador (SIMÕES, 2009).

Não obstante a isso, é notória a eficácia deste método de ensino com os jogos digitais, uma vez que o tempo gasto pode ser convertido e dirigido para treinar os estudantes a um melhor desempenho nos jogos sérios simulados ou observar suas qualidades e defeitos

intelectuais, quando diante de tipos variados de situações, que só podem ser vivenciadas através de simulações bem próximas da realidade. Contudo, não existem só pontos favoráveis a esse tipo de educação. Alguns estudos também apontam negatividades dessa inclusão em salas de aula em geral, trazendo embates e dúvidas a serem respondidas com relação à intensidade do uso desses jogos e sobre até que ponto eles podem ser favoráveis na educação dos alunos (MITCHELL & SAVILL-SMITH, 2004).

Os mais intensos jogadores são menos eficazes em relação à escola, devido à preferência atribuída a atividades diretamente tecnológicas, como os jogos, de forma geral, entre outros que trazem gratificação instantânea, incitando uma grande redução, no tempo dedicado aos trabalhos de casa, e uma redução no desempenho escolar ou acadêmico, devido à diminuição na dedicação, para alcançar recompensas derivadas de leituras e outras atividades ligadas aos métodos mais tradicionais que, por sua vez, são, ainda, os mais eficazes usados na formação educativa de uma pessoa (MITCHELL & SAVILL-SMITH, 2004).

Embora todo o debate em questão seja saudável, o qual questiona a validade do método de ensino, aqui explorado, os jogos sérios, inclusos em salas de aula, têm provado muito sua eficiência, trazendo resultados encorajadores, mostrando que esses podem trazer grandes benefícios ao desempenho escolar ou acadêmico. Resta, claro, a superação de qualquer questionamento, tendo em vista o seu cunho pedagógico e dinâmico, concomitantemente, o que contribui diretamente para maior envolvimento, atenção e facilitação de aprendizagem dos alunos, desde que ministrado de forma organizada e planejada metodologicamente (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004).

A fim de corroborar esse entendimento, estudos comprovaram sinais de que jogos educacionais influenciavam no desempenho de crianças em atividades escolares, relacionadas à computação, porém o grau da eficiência dependia diretamente do gênero jogado, ao passo que jogos de causa e efeito tendiam a um aumento na análise estratégica de meios e fins, e jogos de ação e aventura desenvolviam noções de espaço e um aumento de habilidades cognitivas (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004). Dessa maneira, Savi e Ulbricht (2008) definem

alguns dos elementos eficazes que os jogos sérios ligados ao processo de ensino e aprendizagem podem trazer:

- **Efeito motivador:** devido ao grande avanço tecnológico, os jogos, em geral, têm tido um grande aumento em sua qualidade gráfica, além de proporcionarem a interação direta com outros usuários. Com isso, eles trazem consigo a capacidade de passar conhecimento através da diversão, levando, assim, ao aprendizado por meio de ambientes simulados bem realísticos, interativos e bastante dinâmicos, os quais geram maior motivação por parte do usuário, na obtenção de conhecimentos específicos, através de metas e desafios proporcionados. É por meio dessas interações e diversões que se consegue motivar alunos mais relaxados, pois o desejo de alcançar os objetivos propostos e ser vitorioso promove maior receptação dos mesmos;
- **Facilitador de Aprendizado:** o poder de criação gráfica que leva à simulação de cenários bem realísticos, pondo os alunos em posições bem importantes, em que são levados a um alto nível de desafios, a fim de tomarem suas próprias decisões, e aprenderem através das tentativas e erros. Muitos professores reconhecem que os jogos facilitam a aquisição de novos conhecimentos, pelo fato de levarem os alunos a formarem suas próprias estratégias, na busca da resolução dos problemas propostos, raciocínios dedutivos e memorizações, além das habilidades computacionais e o aumento da capacidade analítica;
- **Aprendizagem por descoberta:** o fato de poder criar situações de perigo, as quais, no ambiente

real, seriam impraticáveis, leva o aluno a explorar todo o ambiente a fim de adquirir o conhecimento de cada reação, estimulando a busca por estratégias, para sair de cada situação, trazendo, com isso, o aprendizado, o conhecimento aprofundado e a perseverança;

- **Experiência de novas identidades:** possibilitam aos estudantes conhecer e vivenciar, de forma simulada, diversas identidades, a fim de se identificarem com tudo o que um profissional, específico, pode vivenciar. Hoje em dia, por meio de jogos sérios simulados, é possível criar um ambiente, onde um engenheiro, um médico ou um piloto de avião vive, e participar de várias ocasiões que cada um pode ter no seu dia a dia;
- **Socialização:** com o uso dos jogos sérios, é possível maior interação com os jogadores, seja em ambientes virtuais ou mesmo físicos, possibilitando um aumento na qualidade de trabalho em equipe e gerenciamento de crises, em que todos podem se ajudar, trocar ideias e experiências, no intuito de se ajudarem, resolvendo qualquer problema simulado enfrentado, gerando algo como aprendizagem distribuída (SAVI; ULBRICHT, 2008).

Segundo Wong (2006), os alunos da atualidade, que são fortemente influenciados pela era digital, têm uma capacidade muito maior e mais rápida de captar informações que seus antecessores, apresentando maior capacidade de concentração e processamento de atividades, diretamente ligada a mudanças consideráveis, tais como o acesso aleatório, substituindo manuais específicos, gráficos ao invés de textos, jogos no lugar de trabalhos, recompensas rápidas contra paciência, entre outros aspectos importantes que mostram a mudança rápida e significativa de um modo educacional tradicional

e envolvido no grande e rápido avanço tecnológico que vive o mundo atual, trazendo, portanto, um grande desafio para os educadores (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004).

JOGOS SÉRIOS DE SIMULAÇÃO

Jogar pode significar muito mais que um simples entretenimento, podendo ser, também, um forte contribuinte para instrução e formação acadêmica. A abordagem de jogos sérios para o treinamento e simulação de inúmeras práticas de atividades, existentes no meio profissional, têm se caracterizado como uma importante ferramenta de ensino, devido seu aspecto fictício e, ao mesmo tempo, educacional. A utilização dessa natureza traz uma maior motivação para o aprendizado, possibilitando a criação de ambientes realísticos, improváveis de serem vivenciados, no cotidiano, com fins de instrução sem maiores danos (MACHADO *et. al.*, 2011).

As dificuldades existentes, na obtenção de materiais, bem como na validação de produtos para treinamentos específicos dos profissionais, vêm influenciando a crescente necessidade de novas abordagens para o processo de reabilitação de ensino de hábitos saudáveis. Isso torna, ainda mais, importante o uso dos jogos, como um forte aliado do ensino, com o uso de simulações, para fins instrutivos, na área da saúde, que vêm beneficiar, de forma geral, os usuários, sejam pacientes ou profissionais.

Com isso, uma das áreas mais enriquecidas, com essa tecnologia, é a medicina, ou o setor da saúde, de forma geral, a qual já dispõe de vários jogos sérios que simulam procedimentos reais que um profissional do ramo vivencia em sua jornada, bem como todas as probabilidades negativas que se podem enfrentar em procedimentos, que vão dos mais simples aos mais complexos, em que seria impossível uma demonstração real (RODRIGUES; MACHADO; VALENÇA, 2009).

Segundo os autores, entre esses jogos, estão projetos ligados à saúde bucal, asma, reabilitação e hábitos saudáveis, práticas de ultrassonografias cardíacas, bem como a fins de treinamentos cirúrgicos ou simulações de emergências clínicas, entre muitos outros. Na área de medicina, os profissionais mostram um aumento na

qualidade dos treinamentos e educação e veem os jogos sérios simulados como uma importantíssima ferramenta de treinamentos específicos auxiliares.

Rodrigues, Machado e Valença (2009) esclarecem que a saúde bucal, por exemplo, é uma área de grande relevância, na qual os jogos sérios e simulações podem ser aplicados. Como recurso de motivação, para bons hábitos, na fase introdutória da saúde bucal, qual seja a infantil, os jogos sérios podem ser usados na contribuição da educação em saúde como o uso de ambientes virtuais estimulantes. Esses vão além de simples programas introdutórios para crianças.

Temos, como exemplo de aplicações voltadas ao aperfeiçoamento de profissionais e estudantes acadêmicos desta área, o *Virtual Reality Dental Training System* (VRDTS), criado pela *Novint Technologies*, em parceria com a Escola de Medicina Dental de Harvard. Ele consiste em um simulador que se utiliza de uma interface 3D, para permitir a prática de diversos tipos de procedimentos cirúrgicos, através do computador, levando os usuários a trabalharem, de forma direta, com a tomada de decisões e gerenciamento de crises que possam ocorrer durante qualquer procedimento (RODRIGUES; MACHADO; VALENÇA, 2009).

Ainda, na área da saúde, temos um jogo sério chamado *Re-Mission*, capaz de elevar a autoestima de crianças com câncer, criado pela bióloga Pam Omidyar e desenvolvido pela Organização Não Governamental (ONG) HopeLab, na Califórnia, EUA, contando com a ajuda de pesquisadores, especialistas da patologia, desenvolvedores de jogos, animadores e, até mesmo, pacientes com câncer (TATE, HARITATOS e COLE, 2009). Pioneiro na ajuda ao tratamento de crianças e jovens com a doença, o jogo tem *Roxxi* como a protagonista, a qual faz uma expedição pelo corpo humano, em busca de encontrar e diagnosticar a doença, e, logo após a descoberta das células cancerosas, inicia-se uma luta dividida em 20 fases do jogo, combatendo também o controle de infecções e dos efeitos colaterais causados pela doença (CUBA, 2009).

Esse jogo educativo foi lançado em 34 centros médicos dos EUA, Canadá e Austrália, e testado com 375 pacientes, tendo seus resultados revelados na 4ª Conferência Internacional de Medicina do

Câncer de Adolescentes e Jovens Adultos, que aconteceu em Londres no ano de 2006. Os dados apresentados foram positivamente empolgantes, mostrando um significativo aumento na qualidade de vida dos pacientes usuários, bons resultados nos exames, após processos quimioterápicos, boa aceitação do uso dos medicamentos antibióticos, além de, ao proporcionarem melhor conhecimento da doença, levarem os pacientes a participarem de terapias relacionadas (CUBA, 2009).

Além dessas, temos várias outras áreas profissionais que dispõem do uso dos jogos sérios para treinamento e aprendizagem. A título de exemplo, podemos citar jogos que simulam empresas em cursos de administração, jogos infantis usados no âmbito escolar, bem como no uso direto da assistência social, como o *Food Force* (2009), jogo de simulação educativo que tem missões voltadas para a distribuição de alimentos para um país afetado pela fome e para a reestruturação do mesmo, tornando-o autossuficiente. Esse jogo educativo tem como objetivo principal a conscientização da sociedade sobre a questão da fome mundial. Ele é utilizado pela ONU (Organização das Nações Unidas), na maior organização humanitária do mundo, o Programa Alimentar Mundial das Nações Unidas. O jogo tem acesso direto pela web e tem indicações para ser usado de forma didática em sala de aula (CUBA, 2009).

No tocante à pesquisa, temos como exemplo um dos mais populares e tradicionais jogos sérios utilizados na capacitação profissional de pilotos aéreos, qual seja o simulador de voo, visto como um recurso indispensável no treinamento e na formação de profissionais da área, abrangendo não apenas pilotos, como toda a parte administrativa de um aeroporto, além do controle do espaço aéreo brasileiro. O simulador de voo tem seu uso homologado pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), conforme consta no RBAC (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil) nº61. Feitas estas considerações, veremos, no decorrer dos próximos tópicos, os simuladores de voo de forma mais aprofundada.

AMBIENTES DE SIMULAÇÃO DE VOO COMO UM JOGO SÉRIO

A simulação de voo é uma ferramenta tecnológica agregada a um conjunto de tecnologias que podem representar, fisicamente e de forma fidedigna, terrenos, atmosferas e equipamentos de voo, capazes de fazer o homem e a máquina interagirem com fins de treinamento, buscando o aperfeiçoamento de procedimentos e manobras importantes e pouco prováveis de serem vivenciadas com segurança nas operações reais. Além disso, ele pode ser usado para pesquisa e desenvolvimento, de forma geral, dentro do mundo aeronáutico, como no teste de projetos de aeronaves ainda nem montados fisicamente, contribuindo, também, de forma direta para o setor da engenharia aeronáutica (ELER; TAVARES, 2015).

A ORIGEM DOS SIMULADORES DE VOO

Os primeiros periféricos de simulação de voo surgiram, em 1910, junto das primeiras aeronaves. Após os primeiros voos reais sucessores ao de Santos Dumont, houve inúmeros acidentes causados por falhas de equipamentos ou falta de habilidades por parte dos pilotos, surgindo, então, a necessidade de mostrar aos usuários iniciantes uma forma de melhor adaptação aos diferentes modelos, bem como suas diversas configurações de voo, a fim de proporcionar uma ideia clara dos comportamentos dos controles de uma aeronave e das possíveis condições que existem em um voo sem nenhum risco aos usuários (INTERIOR, 2008).

Conforme pontua Matsuura (1995), devido ao pouco avanço, ainda, da tecnologia, na área da computação gráfica, no início do século XX, os primeiros simuladores eram fixos ao solo, visando à habituação dos pilotos em manterem as asas contra o vento, sentindo os efeitos de derivas e turbulências, bem como a adaptação aos sistemas do modelo usado.

O autor assevera ainda que o modelo pioneiro de simulador foi o do *Tipo Biling* (Figura 1), o qual consistia em duas metades de um barril, movidas, manualmente, sobre um eixo, permitindo, assim, a simulação de movimentos referentes à profundidade e ao rolamento. Após alguns anos, esses simuladores foram substituídos por outros

mais sofisticados, dispondo de sistemas elétricos e pneumáticos ligados aos controles do periférico, o que possibilitava ao instrutor a manipulação de turbulências.

Matsuura (1995) assevera que, posteriormente, já se implantavam sistemas pneumáticos a fim de simular as reações do simulador, conforme as atitudes do aluno, sendo inseridos, também, instrumentos como velocímetros, indicadores de curva, manetes de potência, os quais influenciavam diretamente nas bússolas e, até, na introdução de sistemas de rádio operados eletronicamente.



Figura 1 - Simulador do Tipo Billing

Fonte: Matsuura (1995).

Segundo o referido autor, os sistemas computacionais, por sua vez, apareceram, na década de 60, com o *Link Mark I*, um computador projetado para simulação em tempo real, equipado com 3 processadores paralelos para aritmética, geração de funções e seletoras de rádio. Muito se estudou em busca de sistemas que possibilitassem imagens externas e o primeiro gerador de imagens, direcionado para simulação, foi produzido, exclusivamente, para o programa espacial norte-americano, pela *General Electric Company*.

O estudioso relata, ainda, que, em 1971, a *McDonnell-Douglas Electronics Corporation* produziu o primeiro sistema gerador de imagens externas, economicamente utilizável para simuladores comerciais, devido ao forte avanço da tecnologia microeletrônica. Porém, os projetores de imagens realistas e flexíveis são desenvolvimentos bem

mais recentes. Depois desses, com o rápido desenvolvimento tecnológico, muitos outros simuladores apareceram, suprindo, assim, as dificuldades, até chegarmos aos atuais simuladores de voo, verdadeiros jogos sérios, ou seja, com finalidades educativas que ajudam muito na formação profissional dos usuários da aviação mundial.

Segundo o autor, os sistemas de computação eram, em sua maioria, investimentos do governo no setor militar. Ademais, toda a capacidade computacional era reduzida, na época, além de que os equipamentos eram grandes, necessitando, assim, do aparecimento de máquinas digitais. Desta forma, no início da década de 70, surgiram os primeiros microprocessadores digitais com fabricações de baixo custo, produzidos pela *Intel*, o que impulsionou o crescimento do mercado de computadores pessoais de uso militar e também doméstico. Com isso, não demorou muito, para que surgissem projetos diversos ligados a esses sistemas pessoais. Em 1975, *Bruce Artwick* lançou um *software* direcionado aos primeiros computadores pessoais, chamado de *FS-o*, o qual simulava, graficamente, o voo de uma aeronave. Em 1977, o *FS-o* passou a ser comercializado, até que, em 1982, passou a ser vendido exclusivamente para a *Microsoft*.

A transferência das vendas propulsou o *FS-o* como um jogo sério de simulação de voo, o qual foi intensamente massificado, ficando mais conhecido como *Microsoft Flight Simulator*. Esse é muito utilizado em computadores pessoais, como forma de entretenimento e educação, assim como na aplicação de instruções de voo em escolas, junto com outros projetos de simuladores, os quais foram surgindo no decorrer do tempo (SIMÕES, 2009).

APLICAÇÕES DA SIMULAÇÃO DE VOO

Via de regra, o simulador de voo busca reproduzir, da forma mais fiel possível, os comportamentos e as reações aos comandos de uma aeronave, levando o usuário a sentir o máximo possível de sensações que o equipamento de voo real pode oferecer, tudo isso de acordo com os estímulos feitos pelo operador, transpassando, assim, a sensação mais próxima possível da realidade. Corroborando esse entendimento, Simões (2009) assevera que:

A simulação, nomeadamente a simulação de voo, constituindo um tipo particular de animação, presta-se à transmissão de conceito relacionados com uma realidade física, na qual os fenômenos mecânicos e aerodinâmicos são de difícil explicação por palavras e mesmo por imagens estáticas ou diagramas (SIMÕES, 2009, p.1-3).

Contudo, o autor alerta que se deve atentar para os efeitos negativos gerados pelo uso dessas ferramentas em computadores pessoais, como a chamada “transferência negativa”, algo muito relevante na discussão da adoção de simuladores de voo, para o treinamento de pilotos reais, que se trata de levar os maus hábitos adquiridos, no simulador, para a instrução de voo real.

Nesse aspecto, Simões (2009) conclui que, para evitar esse efeito negativo, é preciso ter a consciência de que o que se fizer, numa aeronave real, deve ser repetido dentro de um simulador, ou seja, não se devem diminuir as exigências pelo fato de o usuário estar dentro de uma máquina de simulação bem fixada ao chão. Deve-se ressaltar que, além do simulador diminuir a distância entre o virtual e o real, possibilita, também, a diminuição de erros e maus costumes, tanto em simuladores como em aeronaves reais.

Nessa esteira, dentre as aplicações de simuladores de voo existentes, SIMÕES (2009) elenca três tipos, quais sejam, os de baixo custo, utilizados em computadores pessoais domésticos e os de alto grau de fidelidade comprovada, tais como:

- **Microsoft Flight Simulador:** é o mais popular dos simuladores, comercializado há mais de 30 anos pela Microsoft. Dispõe de diversos modelos de aeronaves, desde as mais leves às mais pesadas, além da base de dados do terreno de todo globo terrestre e de recursos, em tempo real, como condições meteorológicas. Ademais, oferece ainda tutoriais completos de voos diferenciados, suporte para aquisição de outras aeronaves, cenários realísticos

feitos com fotos reais, bem como programas para voo online, aumentando, assim, a realidade e interação do jogo de simulação. O *Flight Simulator*, ainda, conta com a certificação da *Federal Aviation Administration* (FAA) e ANAC, para utilização em ambientes de capacitação profissional de pilotos. É apresentado, na Figura 2, o mais atual e utilizado dos simuladores, o *Flight Simulator X*, que dispõe de alta qualidade gráfica e um banco de dados completo do terreno mundial e seus aeroportos.

- ***Laminar Research X-Plane***: este é um simulador que perfaz todos os tipos de aeronave, sendo essa de asa fixa ou rotativa. Possui também todo o globo terrestre simulado em seu banco de dados, a possibilidade de aquisição de novas aeronaves, clima real, além de conexão *multiplayer*. Dispõe, ainda, de alta qualidade gráfica, que acaba por torná-lo o mais fiel possível da realidade, podendo ser utilizado pelo mercado de construtores de aeronaves, os quais podem testar seus projetos, antes mesmo de os construírem fisicamente. O principal exemplo disso foi a NASA, na construção do *Burt Rutan*, o qual foi responsável pela primeira volta aérea do mundo sem escalas. Além do mais, o *X-Plane*, também, pode ser usado na construção de túneis de ventos, aeronaves, terrenos e objetos, bem como um simulador de controle de tráfego aéreo, o qual conta igualmente com certificação da FAA e ANAC para utilização em ambientes de capacitação profissional de pilotos.
- ***FlightGear***: famoso por ser o único que dispõe do código-fonte do jogo aberto, dando a liberdade para uma livre modificação, o *FlightGear* é extremamente oportuno ao meio acadêmico,

uma vez que, nele, é possível adaptar um *software* dessa função, a fim de serem testados diversos conceitos. Consequente a isso, este simulador tem sofrido grande evolução, pelo fato de que programadores anônimos sempre trazem mudanças significativas para o projeto. Contudo, esse atributo de livre modificação do FlightGear acaba por torná-lo mais vulnerável e menos estável, frente os demais simuladores.



Figura 2 - Flight Simulator X

Fonte: www.flightsimulator2016releasedate.blogspot.com.br

No tocante à importância do simulador, na realidade do piloto aeronáutico, Oliveira (2005) preleciona que, além de todo o treinamento técnico de uma determinada aeronave, através do simulador, podem-se treinar, também, operações críticas, que são procedimentos específicos existentes em alguns aeroportos do mundo, porém com toda segurança e sobre qualquer condição estimulada pelo instrutor, objetivando o seu treinamento. Essas operações especiais se referem, nos casos de pistas menores, à ala de intensidade de tráfego, obstáculos físicos, bem como condições atmosféricas perigosas.

Exemplos de aeroportos, nos quais podem ser encontradas algumas dessas situações, são o de Londres (EGLC) e o de La Palma, localizado na província de Santa Cruz de Tenerife.

ANATOMIA DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PILOTO DE AVIÃO

Preliminarmente, para se tornar um piloto independentemente do nível, é necessário que o indivíduo passe por algumas etapas fundamentais para obtenção da habilitação de voo. Segundo Eler e Tavares (2015), é imprescindível inicialmente a capacitação teórica do aluno, a fim de que esse construa um conhecimento prévio a respeito das características de voo, atmosfera e equipamentos a serem usados.

Para isso, os autores pontuam que são disponibilizadas as disciplinas de regulamento de tráfego aéreo, meteorologia aeronáutica, conhecimentos técnicos de motores de aeronaves, navegação aérea, segurança de voo, conteúdos como medicina e direito aeroespacial, bem como acesso ao total conhecimento das legislações aeronáuticas, as quais regem o espaço aéreo a ser voado.

Conforme a ANAC, faz parte do curso teórico e prático de pilotos os seguintes quesitos:

- **Curso de Piloto Privado:** caracteriza-se como o primeiro passo a ser dado para a carreira de piloto de avião. Nesse, é obrigatório que o aluno se cadastre na ANAC a fim de obter seu código aeronáutico, dispondo-se ainda a fazer os exames médicos para obtenção do CMA (Certificado Médico Aeronáutico), exigindo-se saúde necessária para cumprimento das atividades aéreas com segurança. Ainda, deve matricular-se em escola de voo teórica, para que possa obter aulas dos conhecimentos necessários para aprovação na banca da ANAC. Cumpridas essas etapas, o aluno está apto às aulas práticas de voo, as quais deverão ser feitas em escola de aeronave, homologada pela ANAC para instrução de voo. Nela, devem ser feitas as

adaptações e familiarizações da aeronave, a ser voada pelo aluno, assim como o cumprimento de missões estabelecidas pela agência reguladora supracitada e, no mínimo, 40 horas de voo em aeronaves reais para obtenção da habilitação de PP-A¹⁰, que engloba todas as missões estabelecidas, conforme a RBAC 61¹¹ (GERAL, 2010).

- **Curso de Piloto Comercial:** trata-se do segundo passo a ser dado para uma carreira de piloto de avião. No Brasil, conforme o RBAC 61, para a aquisição da licença de piloto comercial, faz-se necessário que o aluno já tenha a habilitação de piloto privado, sendo ainda submetido a novo exame médico, porém mais aprofundado (CMA de 1º classe), o qual deverá ter êxito em todos os quesitos de saúde, a fim de manter a segurança do voo. Deverá, ainda, o aluno piloto privado submeter-se à banca da ANAC para novos exames teóricos, desta vez, referentes às disciplinas-base de piloto comercial, conforme legislação citada anteriormente. Após aprovação em todos estes quesitos referenciados, o piloto está apto a seguir com as aulas práticas do curso em questão. Para a obtenção da habilitação de piloto comercial, em se tratando da parte prática do curso, o aluno piloto deverá ter, no final, 150 horas de voo, se feitas em sua totalidade em escola de pilotagem homologada pela ANAC, sendo 70 delas como piloto em comando, 20 horas de voo em rota como piloto em comando, tendo incluso navegação de 300 milhas náuticas ou mais, 10 horas de voo por instrumentos, podendo 5 horas serem feitas em dispositivos

10 PP-A: Piloto Privado de Avião.

11 RBAC 61: Regulamento Brasileiro de Aviação Civil referente a licenças, habilitações e certificados para pilotos.

de simulação de voo homologados, além de 5 horas de voo noturno, contendo um mínimo de 5 decolagens e 5 pousos. Com essa licença, ao piloto é dada a prerrogativa de trabalhar de forma remunerada, por meio da aviação executiva, por exemplo, (GERAL, 2010).

- **Piloto de Linha Aérea:** consiste no mais avançado passo para o aluno que deseja seguir a carreira de piloto. Para a aquisição desta licença, o piloto deverá ter CMA de primeira classe válido, além da aprovação na banca teórica de PLA¹². Ainda, deve ter recebido instrução de duplo comando, bem como navegação por instrumento, ministradas durante o processo de obtenção de habilitação de piloto comercial, obtendo, assim, concessão para licença de piloto de tripulação múltipla, conforme a seção 61.119 do RBAC 61 (GERAL, 2010).

Dentre os requisitos, ainda, existe a necessidade de licença de piloto comercial, além do total de 1500 horas de voo, incluindo, no mínimo, 500 horas de voo em comando, 200 horas de voo em rota e 75 horas de voo por instrumento, das quais 30 poderão ser obtidas com o uso de dispositivos de simulação aérea homologados pela ANAC, contando, ainda, com mais 100 horas de voo noturno.

Ao lecionarem sobre esse tema, Eler e Tavares (2015) afirmam que, durante as etapas para a formação do piloto, na etapa de uso do simulador, se faz necessária a supervisão humana de forma individual a cada aprendiz, enfatizando, ainda, a intervenção de assistentes, a fim de facilitar a aplicação de exercícios práticos.

Uma vez que o aprendiz esteja na etapa de prática em simulador de voo, cabe ao tutor humano a tarefa de supervisionar essa prática. Este processo de supervisão consome tempo e limita a atuação e

12 PLA: Piloto de Linha Aérea.

abordagem pedagógica do tutor. Dadas as particularidades na construção do conhecimento prático de cada aprendiz, a supervisão do tutor humano tem de ser individual. A possibilidade da configuração de assistentes tradicionais no modelo procedimental, como descrito no capítulo anterior, auxilia o tutor na aplicação de exercícios práticos em determinado grupo de aprendizes (ELER E TAVARES, 2015, p.640).

Arrematando a presença dos simuladores de voo, na carreira do piloto aeronáutico, os autores, ainda, asseveram que, para que seja obtido um ambiente de simulação favorável ao aprendizado do aluno, se faz necessário que os instrutores tenham uma abordagem pedagógica flexível, a fim de dar a liberdade necessária ao aluno, para a realização confortável, porém atenciosa, dos objetivos a serem alcançados, em cada fase de instrução, nos simuladores de voo homologados.

OS AMBIENTES DE SIMULAÇÃO DE VOO E SUAS VANTAGENS

Segundo Oliveira (2005), os simuladores de voo têm função muito importante na formação dos pilotos, pois constituem parte do processo de aprendizagem, ao dar acesso à formação e ao treino com custos menores e total segurança. Essa ideia só ratifica o que se é defendido, neste trabalho, levando-nos a compreender tamanha influência dos simuladores de voo.

No meio aeronáutico, o simulador de voo tem como objetivo principal o treinamento e a capacitação na formação de pilotos, permitindo voos simulados em condições extremas, como piques, danos materiais, diversidade de aeronaves e atmosfera manipulável, podendo fornecer o treinamento em condições climáticas bem adversas, tudo a tornar o treinamento o mais completo possível (OLIVEIRA, 2005).

No âmbito da simulação aérea atual, Mendes (2011) evidenciando questões metodológicas na concepção dos

projetos e, conseqüentemente, no seu resultado final, com base nas visões de Marc Prensky [2001] e Karl Jeffries [2010]. A partir dessa problemática, faz um levantamento sobre as latentes necessidades fundamentais para a aquisição e retenção de conhecimento, pela prática da aprendizagem significativa, defendida por Ausubel [1968] e Novak [1984], e de game design, pela prática de Bates [2004], e propõe apontamentos para uma nova metodologia de design de jogos que aproximem game designers e pedagogos.”, “author” : [{ “dropping-particle” : “”, “family” : “Mendes”, “given” : “Thiago G”, “non-dropping-particle” : “”, “parse-names” : false, “suffix” : “” }], “container-title” : “Anais do X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames2011 afirma que os jogos digitais se tornam uma grande solução, os quais se utilizam de suas características principais de interatividade e motivação para inserir os alunos e usuários, em geral, em um cenário midiático muito semelhante ao real, em um processo intenso de aprendizagem, envolvendo-os em tomada de decisões, levantamento de hipóteses, testes, meios de solução de problemas, gerenciamento de cabine, entre muitos outros.

Tudo isso, segundo Mendes (2011) evidenciando questões educacionais na concepção dos projetos e, conseqüentemente, no seu resultado final, com base nas visões de Marc Prensky [2001] e Karl Jeffries [2010]. A partir dessa problemática, faz um levantamento sobre as latentes necessidades fundamentais para a aquisição e retenção de conhecimento, pela prática da aprendizagem significativa, defendida por Ausubel [1968] e Novak [1984], e de game design, pela prática de Bates [2004], e propõe apontamentos para uma nova metodologia de design de jogos que aproximem game designers e pedagogos.”, “author” : [{ “dropping-particle” : “”, “family” : “Mendes”, “given” : “Thiago G”, “non-dropping-particle” : “”, “parse-names” : false, “suffix” : “” }], “container-title” : “Anais do X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames2011, se torna possível porque o aluno jogador tem, à sua disposição, as possíveis reações que a aeronave poderá tomar em voo, de acordo com cada movimento feito. Mesmo não sendo tão fiel ao real, podem ser

sentidos os efeitos variados dos graus de inclinação de uma curva, perda de sustentação, piques simuladas e muito mais. O que pode comprovar a eficiência dos jogos sérios no meio aéreo, para o autor, são os elementos complicadores, que os diferem dos demais jogos voltados apenas ao entretenimento, pois os mesmos têm um conjunto de diretrizes pedagógicas direcionadas à estrutura do game, a fim de obter eficácia no treinamento e preparação de profissionais.

Ademais, para Interior (2008), existe, hoje, uma consolidação do uso dos ambientes virtuais de simulação aérea, devido à importância, na capacitação do profissional, principalmente, em sua fase inicial de treinamento, pelo fato de proporcionarem um ambiente de aprendizagem completo, efetivo, interativo, seguro e de baixo custo, diferente do uso de equipamentos reais de voo.

O grande sucesso se deve ao fato de o aluno poder ser avaliado, de forma segura, com a realização de procedimentos e manobras em geral, cabendo a possibilidade de erros sem que cause danos, além do reconhecimento de falhas, que podem ser corrigidas ou não, sem que isso arrisque vidas ou bens. Com isso, existe um grande aumento da prática de simuladores como forma de adquirir conhecimentos necessários para um desempenho satisfatório. O ambiente de simulação traz a possibilidade de criar um ambiente virtual bem próximo da realidade, levando o usuário a uma boa interação entre o simulador e o processo de simulação (INTERIOR, 2008).

Além de todos os benefícios, já elencados acerca do uso do jogo sério voltado à simulação e voo, como forma de aprendizagem e fixação de conteúdo, Interior (2008) pontua a existência do fator econômico, o qual se mostra bem favorável. Os ganhos, nesse aspecto, derivam da contenção de gastos, relacionada aos combustíveis fósseis usados na aviação, que seguem batendo recordes suscetíveis de preços, além da economia com os altos custos em manutenções obrigatórias e temporárias das aeronaves.

Com isso, o autor demonstra ser inegável que o uso desses periféricos, além do elevado conhecimento, adquirido com seu uso, apresenta custo de manutenção muito menor, não apresentando gastos adicionais com fluidos necessários a um equipamento real.

A parte atmosférica, também, apresenta grandes vantagens,

sendo uma delas a possibilidade segura de levar os usuários, sejam eles pilotos ou controladores, a condições extremamente adversas, impossíveis de serem vivenciadas, na realidade, com fins de treinamento, como efeitos meteorológicos severos, presença de pássaros entre outros fenômenos. Existe, assim, a flexibilidade na formação e no treino, não sendo considerados os efeitos meteorológicos que poderão ser sofridos, a maior disponibilidade do espaço aéreo, além da diminuição no risco de colisão com outras aeronaves em treinamento ou não (INTERIOR, 2008).

De acordo com Matsuura (1995), professor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), como orientador em um trabalho de graduação, tem-se, atualmente, uma variedade de simuladores, desde os computadorizados até os mais complexos, os quais são compostos também por sistemas físicos de simulação, juntamente com um sistema gerador de imagem muito realístico, amplamente explorado no treino de qualquer profissional do ramo da aviação. As vantagens desses simuladores são inquestionáveis, quais sejam:

- **Baixo custo:** são cerca de 30% a 65% mais baratos do que a aquisição de aeronaves reais, sem contar com a economia de gastos com a operação dessas, as quais não podem ser testadas de forma completa por um aluno aeronáutico. Resta, aqui demonstrada, uma solução viável na boa formação do aviador.
- **Tempo reduzido:** redução na formação e treinamento pessoal, podendo a instrução ser diretamente voltada para uma manobra ou procedimento específicos. Nos simuladores, não é necessária a repetição de voos, a fim de obter melhor aproveitamento do usuário instruído, os quais não dependem, nesse caso, das condições meteorológicas.
- **Segurança de voo:** antes do uso de jogos educativos, na simulação de voo, para a capacitação de

pilotos, muitos acidentes aconteciam, durante a fase de instrução, principalmente, na parte de pannes simuladas, gerando, assim, danos irreparáveis. Atualmente, a segurança de voo se encontra bem mais consolidada, podendo, através dos simuladores, serem feitos testes em situações potencialmente perigosas.

- **Maior disponibilidade:** na aviação real, o tráfego é intenso, o que diminui a probabilidade para voos de treinamentos. No simulador, isso não é um problema, uma vez que o tráfego pode ser manipulado. Além disso, as condições atmosféricas podem ser também controladas, sem contar com isenção do potencial perigo de aves, gerando assim mais confiabilidade e segurança.
- **Ecologia:** além de todos os benefícios já citados por Matsuura (1995), podemos citar, ainda, a considerável redução na emissão de gases poluentes, bem como a poluição sonora geradas pelos motores propulsores das aeronaves, reduzindo, assim, distúrbios ambientais, que é um problema tão crítico, hoje em dia, no mundo.
- **Interatividade:** hoje em dia, é possível ligar computadores em rede, da mesma forma que os ambientes de simulação de voo, aumentando, assim, o aprendizado e a interatividade entre os usuários. Esse atributo proporciona para o aluno treinamentos de fraseologia, de separação de tráfego, além da coordenação com áreas de controle, abrangendo, ainda, o aperfeiçoamento dos controladores de voo, dentre outras funções que fazem a aviação real funcionar de forma segura e organizada (MATSUURA, 1995).

De todos os benefícios supracitados, Oliveira (2005) defende que o que traz mais confiabilidade e consolidação para o uso dos simuladores de voo, na capacitação de pilotos, é, sem dúvida, a segurança, tendo em vista que não se tem conhecimento de qualquer tipo de acidente ocorrido, provocado por meio do uso desta ferramenta tecnológica educativa.

Para fundamentar melhor essa afirmação, o autor pontua que acadêmicos da aviação trazem apenas dois ocorridos fatais indiretos em simuladores de voo: um indivíduo que teve uma queda de 8 metros, de cima de um equipamento de simulação de voo e veio a óbito, e um idoso que teve uma parada cardíaca, durante o treinamento, e teve o mesmo fim, nenhum deles ligado a defeitos do periférico, danos materiais, climáticos ou de qualquer natureza de desastres aéreos.

Desta forma, é possível de fato, para Oliveira (2005), afirmar que a segurança que o simulador de voo proporciona foi o que levou a aceitação do simulador de voo como um jogo sério educativo por meio da sociedade e de entidades aeronáuticas, as quais certificam o uso desses, em todo o mundo, para o treinamento de pilotos.

TIPOS DE SIMULADORES DE VOO

Os simuladores de voo, utilizados para capacitação são divididos em categorias, que se diferenciam uma das outras, de acordo com o nível de treinamento e o realismo disposto pelo periférico. Porém, a essência de um simulador deve incorporar representações fidedignas do cenário, onde a simulação ocorrerá, bem como as reações aerodinâmicas estimuladas pelo usuário ou involuntárias pela atmosfera, assim como toda a configuração e funcionamento das aeronaves. Assim, para Matsuura (1995), os simuladores podem ser divididos em quatro tipos:

- **Simuladores para treinamento de procedimentos de cabine:** são os que possuem baixa fidelidade e baixo custo, de realidade limitada, com bases fixas que não demonstram, ao usuário, as reações

primárias de uma aeronave real. São usados para treinamento de procedimentos normais de funcionamento e controle, emergências e instruções técnicas de aeronaves específicas. São exemplos os chamados *PCATD (Personal Computer Based Aviation Training Device)*, os quais são compostos por computadores pessoais, com fins específicos de treinamento de aeronaves, que podem ser homologados pela ANAC, desde que obtenham êxito nos requisitos necessários. Podem ser usados para creditar parte das horas de voo necessárias para obtenção de habilitação para voos IFR, apenas, conforme RBAC nº 61.

- **Simulador de voo por instrumentos:** possui fidelidade moderada, quando comparado a uma situação real, podendo ser usado em computadores pessoais. Não possuem sistemas geradores de imagens, permitindo o usuário exercitar apenas suas capacidades motoras reativas às ações atmosféricas ou de panes simuladas, bem como habilidades de manobras. Também pode ser homologado pela ANAC, no uso do treinamento de pessoal.
- **Simuladores de Transição:** possuem maior fidelidade, se comparado com outros, porém ainda limitada. Dispõe de sistema gerador de imagem, com boa qualidade gráfica, a fim de simular o ambiente externo, podendo, assim, reproduzir a aterrissagem e a decolagem, além de todas as reações físicas da aeronave, através, apenas, da imagem. São utilizados, normalmente, para capacitação de voo por instrumentos.
- Como exemplo, temos os chamados *AATD (Advanced Aviation Training Device)*, que são os mais

usados, nas instituições de ensino superior e nas escolas de aulas práticas de aviação no Brasil. São compostos por computadores pessoais, com fins específicos de treinamento de aeronaves, os quais podem ser homologados pela ANAC, desde que obtenham êxito nos requisitos necessários. Pode-se creditar parte das horas de voo necessárias para obtenção de habilitação para voos IFR e apenas, conforme RBAC nº 61.

- **Simuladores de Missão completa:** são os mais completos ambientes de simulação, dispostos de boa fidelidade e sistema reprodutor de imagem, quase exato ao ambiente de voo real. Para seu uso, é necessária alta qualidade de computação, sensibilidade às reações aerodinâmicas provocadas pelo aluno, bem como extrema qualidade gráfica para reprodução do ambiente externo.
- São exemplos os simuladores pertencentes aos fabricantes das aeronaves, utilizados para emissão de habilitação de tipo, nos quais só podem voar os pilotos que obtiverem essa licença específica da aeronave. São utilizados, também, por empresas de linha aérea, no treinamento de sua tripulação, e por escolas particulares de práticas de voo.

Matsuura (1995) comenta, ainda, que, com o grande avanço da eletrônica e da computação, começaram a surgir os primeiros simuladores sem fins específicos de treinamentos, mas com total liberdade de atitudes e procedimentos no jogo, com intuítos apenas de diversão e entretenimento, como *Flight Simulator* produzido pela *Microsoft*, por exemplo.

Com o passar do tempo, o autor assevera que esses modelos foram se aperfeiçoando cada vez mais, à medida que a tecnologia na computação avançava, ficando, assim, os simuladores cada vez mais

completos, em termos de procedimentos, gráficos e aeronaves, estando muito próximos da realidade. A partir daí, começaram a surgir equipamentos voltados para esses ambientes virtuais, desde *joysticks*, com funções simples, até *cockpits*, muito reais e completos, com instrumentos de navegação, mais conhecidos como *home cockpits*. Exemplo deste último foram os produzidos pela empresa SAITEC e Delta Simuladores de Voo, os quais criam simuladores físicos bem fiéis ao real, seguindo as exigências das autoridades aeronáuticas e foram homologados e usados diretamente na formação de pilotos

A ANAC também qualifica e homologa os Dispositivos de Treinamento Simuladores de Voo (FSTD – *Flight Simulator Training Device*), de acordo com as características de desempenho e realismo, qualificando-os em diversas categorias existentes e, somente com essa devida qualificação, é que esses são regulamentados, para treinamento e capacitação de pilotos, podendo, assim, gerar créditos de horas de voo. O setor responsável por essa etapa é a Gerência de Avaliação de Aeronaves e Simuladores (ANAC, 2016).

Segundo a ANAC, o FSTD pode ser aprovado como um meio de treinamento em um Programa de Treinamento Operacional de um Operador Aéreo (RBAC 121 ou RBAC 135)¹³, centro de treinamento (RBHA 142) ou em programa de instrução de uma Escola de aviação (RBHA 141)¹⁴. Os dispositivos de treinamento e simuladores de voo, para a ANAC, podem ser classificados nas seguintes categorias:

a) **PCATD** (*Personal Computer based Aviation Device*): o PCATD representa uma aeronave genérica, não podendo ser usado para obtenção de horas de voo, como requisito para obtenção de habilitação de tipo. Assim, é usado para creditar apenas 50% das horas necessárias para obtenção da licença de voo por instrumentos, que seriam acumuladas por um FTD, conforme rege o IAC 61-100415.

13 RBAC 135 e 121: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil referentes à Aviação de táxi aéreo e de linha aérea, respectivamente.

14 RBAH 141 e 142: Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica referente às escolas de aviação civil e os centros de treinamento respectivamente.

15 IAC 61-1004: Instrução de Aviação Civil referente à qualificação e aprovação

- b) **ATD** (*Aviation Basic Device*) – tem sua qualificação regida pela AC 61-13616, que subdivide esta modalidade em:
- **BATD** (*Basic ATD*): dispositivos que representam, de forma genérica, os PCATDs, atendendo todas as exigências básicas para uso de forma homologada pela agência. Assim como o anterior, também credita 50% das horas de voo necessárias para obtenção da licença de voo por instrumentos, que seriam acumuladas por um FTD, conforme autorizado pelo RBHA 61 e RBHA 141.
 - **AATD** (*Advanced ATD*) – bastante usado nas instituições acadêmicas e aeroclubes, deve cumprir todos os requisitos do BATD, porém com algumas exigências a mais, como dispor de projeções realísticas de terreno, entre outros, conforme AC 61-136. Devido à maior fidelidade, esse pode ser usado para creditar 100% das horas necessárias, para obtenção de licença de voo por instrumentos, que seriam acumuladas, apenas, por um FTD, conforme RBHA 61¹⁷ e RBHA 141.
- c) **FSTD** (*Flight Simulation Training Device*) – simuladores regulamentados pelo FAR, que se subdividem em:
- **FDT** (*Flight Training Device*): representa uma aeronave genérica e pode ser utilizado para obtenção de uma determinada habilitação de tipo, ou seja, de aeronaves que só podem ser tripuladas com uma licença específica, adquirida com o uso do simulador específico. Esses tipos de habilitação podem, ainda, ser classificados num grau avançado que vai de 4 a 7, sendo o maior número referente ao mais avançado.
 - **FFS** (*Full Flight Simulator*): são os dispositivos mais avançados e fidedignos aos modelos reais de aeronaves específicas e são classificados em níveis que vão de “A” a “D”, sendo esse último o mais avançado. Esse tipo de simulador é capaz de realizar todas

de dispositivos de treinamento de voo baseados em computadores pessoais (PCATDs).

16 AC 61-136: Advisory Circular referente à qualificação e aprovação junto a FAA de dispositivos básicos e avançado de treinamento de voo (BATD e AATD).

17 RBHA 61: Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica referente a requisitos para concessão de licença de pilotos e de instrutores de voo.

e quaisquer manobras e procedimentos necessários, para a obtenção da habilitação de tipo, conforme o apêndice H do RBAC 121. É muito utilizado, na aviação civil, por empresas aéreas. Um exemplo de FFS são os usados pela empresa AZUL Linhas Aéreas (Figura 3), assim como pela empresa de capacitação de pilotos, com o uso de simuladores de voo avançados, a Delta Simuladores de Voo.



Figura 3 - Simulador de Voo Avançado do Tipo FFS da Azul Linhas Aéreas

Fonte: (Disponível em: <http://www.voefloripa.com.br/vfl/jet-training>, 2016).

Oliveira (2005) assevera que os modelos físicos de simuladores vão de *home cockpits*, bem fidedignos, como podemos ver na figura 3, até modelos profissionais homologados para uso, na capacitação profissional de pilotos. Os simuladores certificados pelas autoridades aeronáuticas mais completos são compostos pela réplica física do *cockpit* de uma aeronave específica, com sistemas de projeção esférico, além de sistema hidráulico de movimentos, que possibilita uma maior liberdade de atuação, trazendo as reações da aeronave simulada, causadas pelos estímulos provocados pelo usuário em instrução.

O autor, ainda, descreve que esses simuladores específicos dispõem de um lugar para o piloto, um para o copiloto e um assento, na parte de trás, para o instrutor de voo, dispondo de todo amparo

tecnológico dos jogos sérios, para que o mesmo crie as situações que desejar, como panes, meteorologia adversa, colisão com pássaros, entre outros.

Oliveira (2005) aborda, ainda, em seu artigo sobre outro tipo de simulador de voo específico, um modelo utilizado na instrução de desorientação espacial, fator esse causador de alguns acidentes de vítimas fatais. Essa ferramenta educativa é capaz de criar ilusões por falta de perspectiva, falta de iluminação, em caso de voos noturnos, ou pane de instrumentos que auxiliam o piloto na navegação aérea. Ela é composta por um *cockpit* físico simulado de uma aeronave específica, montado sobre um sistema hidráulico, capaz de dar voltas sobre o seu próprio eixo, característica específica de simuladores de desorientação espacial.

Outro tipo de simulador trazido pelo autor, relacionado diretamente à atividade aérea e tão importante quanto o de voo, principalmente em termos de segurança e custos de operação, é aquele utilizado na formação e capacitação de controladores de tráfego (CTA). Existem modelos diversificados de ferramentas de simulação de controle de tráfego, sendo os de tela radar e de torre controle os mais conhecidos.

Para explicar cada um, Oliveira (2005) leciona que os simuladores de tela radar simulam tráfegos aéreos, na visão de um radar, levando o usuário a efetuar as separações de tráfego necessárias e seguras. Já o simulador de torre de controle se dá em uma sala com projeções visuais do espaço aéreo sobre jurisdição de determinada torre, em que o treinando deverá obter contato visual, além de ações para pousos e decolagens seguras em determinado aeródromo, com toda a movimentação em solo.

A INFLUÊNCIA DO SIMULADOR NA FORMAÇÃO DO PILOTO

Foram vistos, ao longo dessa pesquisa, os benefícios que o uso do simulador de voo, como um jogo sério na formação do profissional aeronáutico, pode trazer. Ainda como recursos provenientes de simuladores, podemos citar a previsão e o julgamento de potenciais problemas futuros, os quais poderão ser vivenciados na operação

real, oferecendo, como já visto acima, um método de ensino e aprendizagem seguro, econômico e muito eficaz. Deve-se considerar, ainda, sua flexibilidade de ajuste ao comportamento do sistema e da ferramenta física, conforme a necessidade, podendo assim levar o aluno instruído a qualquer lugar e situação de forma rápida e segura sem gastos adicionais (ELER; TAVARES, 2015).

Segundo Oliveira (2005), por se tratar de uma área muito prática, a área de capacitação aeronáutica tende a se beneficiar, cada vez mais, com esse novo modelo pedagógico tecnológico, como os jogos sérios de simulação, que vêm se expandindo cada vez mais por todo mundo. Para o autor, “a simulação é um método muito eficaz para formar pilotos. Estimula as estruturas cognitivas e psicomotoras dos formandos, e consolida, com atividade prática, os conceitos apreendidos nas aulas teóricas”.

Oliveira (2005), ao citar Meen (1993), menciona um estudo sobre a simulação como forma de aprendizagem empírica, trazendo de forma conclusiva que os alunos absorvem 10% do que leem; 20% do que ouvem; 30% da projeção visual, caso esteja ligada à explicação auditiva; 50%, se veem, na prática, a ação e seus resultados durante a explicação e 90%, se os instruídos tiverem participação direta nas ações tomadas durante a explicação do conteúdo, bem como as reações devido a esses estímulos, mesmo que somente através da simulação.

Dessa forma, como um jogo sério, fundamentado por programações didáticas e voltado principalmente para o aprendizado e treinamento do profissional aéreo, os simuladores desempenham um papel fundamental, na capacitação e adaptação dos tripulantes, bem como dos usuários da aviação em geral, como os controladores de voo, até os projetistas de novas aeronaves, podendo simular modelos e reações, através da computação, poupando assim altos custos.

Destarte, devido ao fato de a aviação civil ter passado por um forte crescimento, com consequente impacto econômico, o avião tornou-se um meio de transporte muito popular, aumentando, assim, sua procura a fim de transporte de passageiros, bem como de cargas, haja vista a rapidez com que se dava o deslocamento. Essa realidade trouxe uma nova perspectiva ao setor da aviação, na qualidade da

capacitação e seleção das tripulações, elevando ainda mais a necessidade de meios cada vez mais econômicos e eficazes para os treinamentos necessários ao atendimento dessa demanda.

No entanto, Interior (2008) pontua que o avanço rápido do setor aeronáutico trouxe uma sequela, qual seja a falha na segurança de voo, tornando a aviação mais vulnerável aos acidentes aéreos. Segundo o autor, essa situação incitou, ainda mais, grandes questionamentos, quanto à capacidade do piloto, no controle da aeronave, tendo em vista que, mesmo com a mais alta tecnologia dos equipamentos, seria impossível não levar em consideração a interpretação do tripulante concernente à tomada das decisões referentes a qualquer situação adversa durante um voo.

Dessa forma, Oliveira (2005) conclui que, para que o processo de simulação e simulador obtenha resultados positivos, é importante que as três principais peças dessa ferramenta funcionem bem e de forma organizada, quais sejam o simulador, o instrutor de voo e o aluno. Porém, para que isso aconteça, é necessário mais que realidade virtual e capacidade da máquina em mostrar reações aos estímulos provocados pelo treinamento. É importante que o instrutor de voo, como um dos mais importantes nessa relação, tenha aptidão pedagógica suficiente, para passar de forma prática e interativa o conteúdo a ser praticado, não diminuindo a, também, fundamental resposta do aluno e do jogo sério de simulação utilizado aos objetivos propostos pelo formador.

É apresentada, na Figura 4, uma compilação da base de dados da *PlaneCrashInfo.com*, trazendo os números de acidentes aeronáuticos por década, bem como suas causas, nas quais a maior parte ocorre por erro total do piloto. Logo após, têm-se os acidentes ocorridos devido ao erro do piloto associado ao clima e, em seguida, e da mesma forma, temos os acidentes ocorridos por erros do piloto relacionados a falhas mecânicas. Depois, ainda por falha humana, temos os ocorridos por culpa de controladores de voo, com suas altas cargas de trabalho e responsabilidade frente ao controle de muitas aeronaves e só, ao final, temos com os menores números, os acidentes causados por falhas diretamente ligadas ao equipamento de voo (INTERIOR, 2008).

Causa	1950	1960	1970	1980	1990	2000s	Todos
Erro total Pilot	58	63	44	57	55	57	53
Erro de piloto	43	33	25	29	29	34	32
Erro Pilot (relacionados com o clima)	9	18	14	16	21	18	16
Erro Pilot (mecânica relacionada)	7	4	5	2	5	5	5
Outro erro humano	2	8	9	5	8	6	8
Clima	15	12	14	14	8	6	12
Falha mecânica	19	19	20	21	18	22	20
Sabotar	5	4	11	12	10	9	9
a outra causa	0	2	2	1	1	0	1

Figura 4 – Acidentes aeronáuticos gerais

Fonte: Disponível em: <http://planecrashinfo.com>

O fato é que o piloto é uma das peças mais importantes de um voo, e é também o mais suscetível a erros, os quais podem gerar acidentes aéreos catastróficos. Por isso, é fundamental a seleção criteriosa, bem como a capacitação profissional de qualidade dessa classe, a qual se dá através de escolas de aviação superiores ou técnicas, além de organizações de treinos específicos, como os centros de treinamentos de empresas aéreas ou fabricantes. No Brasil, quem gerencia a qualificação, o licenciamento e a capacitação médica dos pilotos é a ANAC, sob as diretrizes da OACI (Organização da Aviação Civil Internacional), que traz um modelo de organização aeronáutica, da qual o Brasil faz parte.

É nesse raciocínio, então, que entram os resultados positivos do uso de ambientes de simulação aérea, considerando a redução dos números de acidentes com o passar dos anos, especificamente, devido ao aumento da tecnologia e da entrada dos simuladores de voo como parte essencial na capacitação dos pilotos.

A inserção deles, na formação do piloto, contribuiu, de forma significativa, para o aumento da segurança de voo e, como prova disso, podemos visualizar, na Figura 5, a base de dados da *PlaneCrashInfo.com*, a qual trabalha com o estudo e a análise como meio de divulgação dos acidentes aeronáuticos no mundo. A imagem mostra, claramente, a redução no número de acidentes fatais, no período entre 1950 e 2014, justamente, no momento do surgimento dos simuladores

de voo, sendo notório que, conforme a tecnologia foi evoluindo, os números de acidentes fatais simplesmente despencaram.

Resta nítida que a demonstração, aqui vislumbrada, pode ser usada como base de comprovação do quanto o uso do simulador de voo pode influenciar na capacitação do profissional aéreo, além de contribuir para a diminuição de manobras arriscadas feitas em treinamento, as quais podem ser muito bem aproveitadas e estudadas nessa ferramenta educativa tão importante.

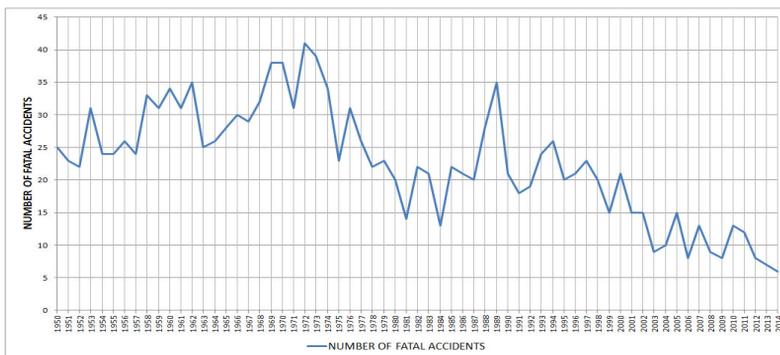


Figura 5 – Dados com número de acidentes fatais

Fonte: Disponível em: <http://planecrashinfo.com>

Podemos, assim, considerar a significativa influência do simulador de voo como um jogo sério, na formação de profissionais do setor aéreo, com o objetivo de aperfeiçoamento de cada importante etapa do voo. Nesse âmbito, os *briefings*, em geral, e o CRM (*Customer Relationship Management*), sendo esse último um treinamento de gerenciamento de recursos de equipe, pelo qual se trabalha, de forma organizada e segura, a coordenação da cabine entre os tripulantes que executam a operação, principalmente, em fases críticas do voo, como pousos e decolagens, até mesmo, em panes.

Da mesma forma, os autores pontuam que são feitas aplicações da fonia, trabalhando, assim, a fraseologia padrão, bem como a adaptação do equipamento a ser voado, tudo isso de forma mais

econômica, segura, rápida e completa, se comparado ao uso de um avião real. O aluno usuário, ainda, é levado ao erro, que o levará a um possível acidente simulado, fazendo com que este reflita sobre as possíveis tomadas de decisões, que poderiam evitar o acidente numa possível repetição em um voo real.

DISCUSSÃO

Feitas as leituras que subsidiaram a revisão de literatura, acredita-se que com as novas tecnologias, na educação, como os jogos sérios, a forma pedagógica de ensino e aprendizagem ficou ainda mais eficaz, tendo em vista o entretenimento e o entusiasmo que eles possibilitam, numa nova abordagem em sala de aula.

Para a aviação, de forma não menos importante, essas técnicas pedagógicas e tecnológicas têm influenciado diretamente, na segurança de voo, como um todo, bem como nas áreas econômicas e ecológicas. O risco, perigo e inseguranças são fatores que afetam diretamente, na aviação e seus usuários, e vêm acompanhando a humanidade durante todo o tempo.

Por outro lado, esses fatores estimulam e a grande maioria inspira os cuidados e o planejamento, na tomada de decisões, bem como o melhor gerenciamento de crises. Porém, determinar o risco, avaliá-lo, devidamente, e, principalmente, administrá-lo bem, sabendo qual atitude correta seguir, pode levar-nos a decisões apropriadas e resultados positivos.

Com o uso do simulador de voo, pode-se ter a oportunidade segura e mais econômica de vivenciar esses momentos de crise, de forma mais flexível, podendo testar as melhores opções e viver as reações de decisões erradas e, com isso, saber a forma correta de agir a fim de solucionar os problemas potenciais que possam vir a atingir, de forma direta, a segurança do voo.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa propôs a apresentação de uma revisão bibliográfica sobre o uso de simuladores, na formação de pilotos, com o intuito de obter conhecimento teórico sobre a sua aplicação no processo de formação profissional do piloto, sendo esta realizada no período

de dezembro de 2015 a maio de 2016. Nela, discorreu-se sobre como o simulador de voo se insere na formação de um piloto de avião, por meio do estudo dos benefícios como: a “segurança de voo”, “economia de custos”, “economia de tempo”, “ecologia”, “gerenciamento de crises”, “métodos interativos de ensino e aprendizagem”, bem como novos métodos pedagógicos adequados à tecnologia na educação e, principalmente, de diversos paradigmas mencionados na bibliografia referenciada.

Buscou-se contextualizar o ensino e aprendizagem, dentro de uma das principais áreas de um projeto de desenvolvimento do setor aeronáutico, considerando a complexidade desse projeto, o simulador de voo torna-se peça chave, juntamente com os novos métodos pedagógicos, para que algo de tanta relevância no setor aéreo se execute com êxito.

Conclui-se, portanto, que existem muitas pesquisas sobre o uso do simulador de voo como um jogo sério, bem como novos métodos pedagógicos utilizados para a aplicação dessas tecnologias educativas, considerando-se que a aviação é uma organização, em que cada cenário apresenta ameaças e fatores de risco que devem ser analisados e gerenciados. Fatores como evitar situações que possam expor a aeronave e seus ocupantes a riscos desnecessários ganham ênfase no fortalecimento e incentivos de mais pesquisas na área.

Como proposta para trabalhos futuros, a realização de uma pesquisa de campo, fundamentada em artigos como este proposto, a fim de verificar a opinião de profissionais aeronáuticos, como instrutores de voo, pilotos em geral e, especificamente, de linha aérea, e também de alunos que buscam habilitação necessária para a carreira, a fim de verificar uma de forma mais ampla, a visão de cada um sobre a influência do simulador de voo, suas vantagens e desvantagens e possíveis contribuições.

REFERÊNCIAS

ANAC. **Qualificação de Dispositivos de Treinamento - Simuladores de Voo (FSTD)** — ANAC, 2016.

BRAGA, M. Realidade Virtual e Educação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, n. 1996, p.1519-1528, 2001.

CUBA, G. Jogos sérios : tecnologia de jogos por computador aplicada ao ensino e aprendizagem . **UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - UFG DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO - DCC**, v. 1, p.79, 2009.

DJAOUTI, D. *et al.* Origins of Serious Games. **Serious Games and Edutainment Applications**, p.25-43, 2011.

ELER, E.; TAVARES, O. **Uma Arquitetura Pedagógica para Aprendizagem de Pilotagem de Aeronaves**. Cbie, 2015, p.644.

GERAL, S. A. Regulamento Brasileiro. p.1-70, 2010.

HALTER, Ed. **From Sun Tzu to xbox: War and video games**. Thunder's Mouth Press, 2006.

VOEFLORIPA – Escola de Aviação Civil _ Jet Training, 2016. Disponível em: <http://www.voefloripa.com.br/vfl/jet-training>. Acesso em: 20 de junho de 2108.

INTERIOR, B. A Importância dos Simuladores na Formação de Pilotos e CTA 'S e Seu Impacte na Segurança de Voo. 2008.

MACHADO, L. D. S. *et al.* Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.

MARCONE, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5º edição ed. São Paulo: 2003, 2003.

MARTINS; GONÇALVES; MOÇO; RODRIGUEZ; BARCIA. **Realidade Virtual através De Jogos na Educação**. 2001, p.6.

MATSUURA, J. P. Aplicação dos simuladores de voo nas aeronaves e periféricos. 1995.

MATTAR. **Serious games _ De Mattar**, 2009.

MENDES, T. G. Jogos Digitais como Objetos de Aprendizagem : Apontamentos para uma Metodologia de Desenvolvimento. **Anais do X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SB-Games 2011)**, p.1-8, 2011.

MITCHELL, A.; SAVILL-SMITH, C. **The use of computer and video games for learning: A review of the literature**. [s.l: s.n.].

OLIVEIRA, P. A. T. M. **Os Simuladores e as TI para PC para a formação do pessoal aeronáutico**, 2005.

PERETTI, ANDRÉ (1990). Entrevistado por Natalie Faure e Anne Michel. Des Ingenieurs Pedagogiques in Science Et Vie N°172, Setembro 1990 - La vie quotidienne en 2015.

RODRIGUES, H. F.; MACHADO, L. S.; VALENÇA, A. M. G. **Uma Proposta de Serious Game Aplicado à Educação em Saúde Bucal**. Universidade Federal da Paraíba - UFPB, n. October, p.4, 2009.

SANTOS, R. Panorama do mercado de jogos educativos no Brasil. **FaSci-Tech**, p.126-138, 2012.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, p.1-10, 2008.

SIMÕES. **Instituto de estudos superiores militares**. p. 1-3, 2009.

TATE, Richard; HARITATOS, Jana; COLE, Steve. HopeLab's approach to Re-Mission. 2009.

WONG, Wang-chan; SHEU, Myron; MOY, Eric. **A rich Internet application edutainment training system.** International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning, v. 16, n. 3, 2006, p.280-296.

O CENÁRIO DO PILOTO HOMOSSEXUAL DE LINHA AÉREA NO BRASIL

*Iago Dantas de Pontes
Emeson Tavares da Silva*

INTRODUÇÃO

As mudanças, na área da aviação, nas últimas décadas, foram de uma tamanha magnitude, que hoje a atividade aérea é considerada indispensável para diferentes interfaces da sociedade, principalmente, quando consideramos o turismo e os negócios e, de fato, nota-se o crescimento na procura do transporte aéreo de passageiros em massa executado pelas empresas de linha aérea regulares no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013). Podemos compreender, então, que a demanda do mercado de trabalho, na aviação, tem forçado as empresas de linha aérea a expandirem suas rotas, frota de aeronaves e tripulação.

Ao mesmo tempo, vivemos em um momento em que as minorias do mundo estão começando a ganhar visibilidade e a conquistar respeito, como é o caso dos homossexuais, que hoje se sentem mais à vontade para se expressar e mostrar como são, sem necessidade de sempre adaptarem sua conduta, para evitar constrangimentos ou a exclusão social. Porém, tratando-se de alguns ambientes mais tradicionais, ainda, existem pessoas que possuem uma visão arcaica, agregada aos papéis que as outras devem executar, como por exemplo, nos trabalhos domésticos que costumavam ser de responsabilidade

exclusiva das mulheres, ou em atividades que carregavam e reafirmavam a virilidade do homem que as assumia. Em ambientes como esses, torna-se difícil a introdução de um indivíduo que fuja dos padrões esperados, mesmo que seja profissionalmente capaz e, quando a introdução acontece, por vezes, surgem conflitos sociais sérios, gerando resistência à aceitação e respeito que, naturalmente, já levam tempo para serem conquistados.

A aviação em si já possibilita e facilita o encontro de pessoas de diferentes origens e culturas. A rotina de um piloto de linha aérea segue a mesma ideia, pois cada apresentação para jornada de trabalho à equipe é diferente da anterior, ou seja, o piloto de linha aérea está sujeito a uma rotatividade de colegas de trabalho que não existe em outras profissões e é, neste ponto, que a qualidade e sucesso da operação aérea ficam diretamente dependentes do bom convívio entre os tripulantes. Considerando que as pessoas possuem diferentes crenças, princípios e traços de personalidade, compreendemos que um componente de tripulação que desenvolve conflitos morais com outro, e sem capacidade de tolerância, terá seu rendimento profissional comprometido e, no caso dos pilotos, isso é inadmissível, pois comprometem-se a transportar vidas em massa e a sobrevivência de todos depende do sucesso, na execução das tarefas, que são, obrigatoriamente, de responsabilidade compartilhada entre os tripulantes.

Considerando o contexto social geral, é conveniente que as pessoas façam a melhor separação possível de suas convicções particulares no ambiente profissional como forma de assegurar a eficiência do trabalho e o bem-estar entre os colegas, porém existem aspectos que são inerentes à identidade, como é o caso da homossexualidade, e, por vezes, a supressão deste aspecto pode se tornar, justamente, a causa da diminuição da eficiência, pois, para algumas pessoas, omitir algo tão subjetivo como a própria identidade pode causar desconforto emocional ao ponto de limitar suas habilidades. Sendo assim, considerando as funções profissionais que normalmente são associadas a algum gênero ou papel, por vezes, o indivíduo homossexual se encontra na situação de dúvida entre, possivelmente, ferir a saúde do ambiente profissional, ao ser aberto ou reprimir sua orientação sexual e não dar margem, para que conflitos surjam, porém causando

desconforto a si mesmo.

Desta forma, o estudo deste assunto é pertinente para definir até que ponto a orientação sexual do tripulante de linha aérea exerce influência em sua vida profissional, no Brasil, desde o comprometimento das suas habilidades, ao operar uma aeronave até às dificuldades de ascensão, na carreira, dentro da empresa. Assim, este estudo pode até servir de auxílio aos futuros aviadores quanto à decisão da conduta que irão assumir ao conquistar a contratação na empresa de linha aérea ou até servir de base e incentivo para estudos mais extensivos sobre a homossexualidade no Brasil. Além disso, propomos questionar o aspecto social e de convivência dos tripulantes, relacionando os estudos sobre gerenciamento de cabine e a homossexualidade, apontando para a eficiência e aplicabilidade que esta filosofia possui para tratar assuntos ligados à identidade e de tamanha subjetividade como esse.

Neste contexto, este estudo pretende utilizar os conhecimentos, obtidos através da literatura, documentos e relatos, com o objetivo de levantar dados sobre o atual cenário dos pilotos homossexuais, no Brasil, considerando-se a incidência demográfica, as origens do preconceito e outras abordagens pertinentes à vida do indivíduo publicamente homossexual, associando tais fatores à carreira do profissional aviador, desde a prática do voo e sua segurança até às possibilidades de ascensão nas empresas de linha aérea.

No intuito de cumprir esse objetivo, organizamos este estudo, além desta introdução, do seguinte modo: No primeiro momento discutiremos a homossexualidade como uma identificação e/ou identidade pensando a sua condição social e biológica, bem como o caráter discriminatório no Brasil para depois adentrarmos no fator humano e homossexualidade e a aviação em si, o mercado de trabalho e a homossexualidade.

A HOMOSSEXUALIDADE ENQUANTO UMA IDENTIDADE

Stuart Hall, sociólogo estudioso sobre identidade, afirma que a identidade humana é algo demasiadamente complexa e, por isso, é impossível fazer afirmações conclusivas sobre este assunto, pois trata-se de algo subjetivo que “surge de nosso ‘pertencimento’ às culturas

étnicas, raciais, linguísticas, religiosas” (HALL, 2001, p. 7-22). E sendo a homossexualidade um assunto que está diretamente ligado à identidade, como visto mais à frente, propomos definir a identidade, a partir de duas perspectivas diferentes, a psicológica, já levando em consideração a perspectiva que a psicologia tem sobre a homossexualidade e, também, a social, a fim de obter uma visão mais ampla e sem tendências.

A Associação Americana de Psicologia (do inglês APA) define a homossexualidade humana como a manifestação de “um padrão duradouro na atração emocional, romântica e sexual, que se refere ao senso de identidade de uma pessoa baseada nessas atrações e comportamentos relacionados” (AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, 2008) entre indivíduos de mesmo sexo e, também, na “participação de uma comunidade junto aos que compartilham as mesmas atrações” (AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, 2008), pois essa “não é uma simples característica pessoal que pode ser definida isoladamente. A orientação sexual de uma pessoa define o universo de pessoas as quais o indivíduo vê como potenciais para ter relações satisfatórias e completas” (AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, 2008).

Compreendemos, então, que a identidade homossexual, do ponto de vista da psicologia, é justificada, a partir do comportamento que o indivíduo externaliza persistentemente ao longo da vida, levando em consideração suas interações sociais e a ativa participação numa comunidade com pessoas de identidades semelhantes. Isto dá forma à identidade própria e, no caso da homossexualidade, tanto é influenciada como influencia, nos padrões emocionais, românticos e sexuais que o indivíduo desenvolve com outras pessoas de mesmo sexo biológico, ou seja, contribui para reafirmar a própria homossexualidade, tornando-a mais consistente, define grupo de pessoas, pelas quais o indivíduo sente atração sexual e sente desejo de desenvolver relações sociais rotineiras.

Já do ponto de vista social, Stuart Hall (2001) afirma que a identidade humana não tem forma permanente, portanto é dinâmica e passível de sofrer modificações ocasionadas por influências externas.

Este é um processo contínuo que ocorre como consequência da interação entre o eu e a sociedade, ou seja, ao vivenciarmos uma cultura, ao mesmo tempo que expomos a nossa identidade a um grupo de pessoas, também, incorporamos alguns valores que se tornam parte de nós e passam a compor o senso do eu que temos, ao ponto de poder influenciar o comportamento, e isso “contribui para alinhar nossos sentimentos subjetivos com os lugares objetivos que ocupamos no mundo social e cultural” (HALL, 2001, p. 7-22), e ainda, ao apreender a concepção do homem pós-moderno diz que “o sujeito assume identidades diferentes em diferentes momentos” (HALL, 2001) dependendo da mudança cultural a que se submete. Portanto, para o autor citado, o senso de identidade das pessoas é formado, exclusivamente, de forma histórica, baseado na própria experiência de vida e não biologicamente.

Neste sentido, a leitura de Hall (2001) torna-se relevante, uma vez que a homossexualidade é compreendida, neste trabalho, como uma condição de identidade e de comportamento e, assim, a partir destes conhecimentos, compreendemos que a identidade humana, inclusive, no aspecto sexual, não é definida somente pela característica imutável biológica, mas é também algo que toma forma psicologicamente e está em constante adaptação, dependendo da sociedade em que o indivíduo está inserido e sua capacidade de interação com as culturas existentes naquele ambiente. Dessa forma, podemos inferir que o comportamento homossexual tem origem por uma combinação das particularidades biológicas e psicológicas do indivíduo, que formam seu senso de identidade, e se externaliza à sociedade de forma comportamental.

Sobre a origem do termo homossexualidade, este surgiu de forma híbrida, baseada no Grego, com o elemento chave sendo *homos*, que significa “mesmo”, seguido pelo elemento *sex*, do Latim, que significa “sexo”, referindo-se ao sexo biológico. Assim, a palavra homossexual introduz o contexto “do mesmo sexo” e sua primeira utilização conhecida data de uma panfletagem antissodômica em 1986 (FERAY e MANFRED, 1990). Paralelamente, outras terminologias surgiram, com o objetivo de classificar grupos mais específicos de indivíduos não-heterossexuais, como exemplo: lésbicas, gays, bissexuais,

transexuais e outros. No entanto, este estudo faz a utilização do termo homossexual, para referir-se às pessoas que sentem atração por outras de mesmo sexo biológico, independente da intensidade ou da identidade de gênero psicológico.

Existem relatos e objetos de arte que datam da época do Império Romano e da Grécia Antiga, os quais mostram que o comportamento e a prática homossexual já estavam inseridos nas sociedades humanas (BROUDE e GREENE, 1980), mas só, em 1976, surgiu um estudo de características científicas que evidenciou, quantitativamente, a existência dos homossexuais. Broude e Greene (1980) foram os pioneiros, no levantamento dos dados sobre a incidência demográfica de homossexuais, nos países no mundo, e os resultados apontaram que dos 70 estados-nações pesquisados, a homossexualidade foi encontrada de alguma forma em 65 deles e, em alguns desses, de forma tão concreta que até previam, em suas legislações, severas punições para a prática do comportamento homossexual. Nos 5 países, em que não se encontraram dados afirmativos, o próprio conceito de homossexualidade não era conhecido, conforme as amostras.

Ocorria, no entanto, uma dificuldade, na coleta de dados sobre este assunto, uma vez que se trata de algo subjetivo e diretamente ligado ao senso de identidade dos participantes da pesquisa que, por vezes, podiam se sentir compelidos a mentir ou omitir os dados, para preservarem a própria privacidade e protegerem suas relações sociais. Com a capacidade de comunicação ampliada pela tecnologia, a obtenção destes dados tornou-se mais rápida e viável e, com isso, podemos assumir que os dados coletados, nas pesquisas atuais, também, possuem maior credibilidade, nos permitindo interpretá-los com uma margem de erro menor. Além disso, a consciência da população mundial a respeito da homossexualidade ser algo normal e recorrente aumentou ao ponto de este ser um assunto discutido, independentemente das crenças do indivíduo entrevistado.

Para Black (2000), a veracidade, o tamanho das amostras e a disponibilidade dos resultados das pesquisas demográficas sobre os homossexuais são importantes para avanços dos estudos focados na sexualidade humana, contribuindo em casos de estudos sobre o impacto socioeconômico causado pela legalização da adoção de

crianças por casais de mesmo sexo, os quais, posteriormente, podem auxiliar na extensão dos direitos civis aos casais homossexuais.

Em 2006, um estudo conduzido na Universidade da Califórnia com escopo nacional e com maior quantidade de amostras, Gates (2010), documentou que 1,7% dos homens e mulheres americanos adultos identificam-se como gays e 1,8% como bissexuais. A análise desse estudo indica que mais de 8 milhões de americanos são homossexuais, com uma maior concentração na costa oeste. Já no Brasil, a professora sexóloga, Carmita Abdo, através da Universidade de São Paulo, realizou uma pesquisa de campo em 10 capitais brasileiras e, analisando dados coletados de 8.200 participantes, chegou ao resultado que afirma que 16,7% da população brasileira é homossexual, considerando os cidadãos maiores de idade, de ambos os sexos e usando como referência populacional o senso de 2007. Nessa mesma pesquisa, as maiores cidades se apresentaram como as de maior índice de habitantes homossexuais. O Rio de Janeiro lidera a lista com o valor de 14,3%, valor acima do topo da média mundial, vista mais à frente, seguido por Fortaleza com 9,4% e Manaus com 8,4%. São Paulo, maior cidade brasileira, ficou em quarto lugar com 8,2% e a última cidade da lista é Cuiabá com 5,6% (ABDO, 2008).

Em estudos similares, em diversos países, diversas porcentagens foram obtidas e, de forma geral, estima-se que entre 2% e 13% da população mundial seja homossexual (FAY, TURNER, *et al.*, 1989), e assim se verifica que a presença de homossexuais ocorre em todas as sociedades do mundo, atingindo, em alguns lugares, estatísticas acima da média mundial, como é o caso do Brasil. Portanto, este é um tópico de importância para estudo, uma vez que, através dele, podemos contribuir para o melhor entendimento sobre a sexualidade humana e as influências que este aspecto exerce nas demais áreas da vida, individual e coletiva e, assim, facilitar o surgimento de abordagens sociais que levam em consideração a homossexualidade, contribuindo para o progresso da sociedade de forma mais homogênea e igualitária.

A HOMOSSEXUALIDADE NO BRASIL E A CONSEQUENTE DISCRIMINAÇÃO

A história do Brasil é marcada por conflitos e ocorrências de discriminação sobre vários aspectos, porém, nas últimas décadas, notou-se uma mudança no foco discriminativo, que antes era mais relacionado ao gênero e raça e, ao longo dos anos, à medida que as discriminações sobre estes tópicos foram sendo superadas e perdendo força, tornaram-se mais evidentes as ocorrências de discriminação aos homossexuais e ao gênero, chegando a ser televisionadas notícias de agressões físicas públicas a casais homossexuais.

Como base para justificar a existência da discriminação contra homossexuais no Brasil, podemos levar em consideração algumas características da população que contribuem com a resistência à homossexualidade, por exemplo, a vasta diversidade cultural ou fato que o país é bem fundamentado nas tradições herdadas dos nossos colonizadores, como o credo religioso.

Com a grande extensão territorial e a população atual sendo composta por pessoas de várias origens e etnias, encontramos, no Brasil, os mais diferentes tipos de costumes, comidas, danças e outros aspectos relacionados à cultura, tenham sido eles desenvolvidos internamente ou incorporados de outras nações. Esse fato coloca o cidadão brasileiro em contato com as raízes de muitas culturas ao mesmo tempo e, assim, a população encontra-se numa situação, em que precisa administrar, rotineiramente, diferentes culturas, contribuindo, ainda mais, para a diversidade. Podemos evidenciar, por exemplo, os fatos históricos da colonização, que apesar de terem sido, predominantemente, portugueses, também se identificam, na história do Brasil, outros países que desempenharam papéis econômicos e sociais de importância e que participaram, ativamente, do processo de colonização, ao longo dos anos, e cujas culturas foram aplicadas e enraizadas na nova terra. Além disso, ainda devemos considerar as sociedades indígenas que já viviam no local e possuíam seus próprios costumes que, por vezes, já mostravam diferenças entre si.

Em citação, Silva (2016) reafirma que a diversidade cultural se caracteriza por “um mix de pessoas com identidades diferentes interagindo no mesmo sistema social” (SILVA, 2016, *apud* FLEURY, 2009) e, desta forma, o cenário, onde diferentes culturas são exercidas sobre um mesmo território abre espaços para conflitos, pois “a

origem ética, cultural e nacional de uma pessoa tem alguma influência na formação de seu posicionamento psicológico” (SILVA, 2016). Ou seja, uma vez que duas ou mais pessoas de diferentes culturas e sem capacidade de tolerância cultural se encontram em situações contraditórias, o processo de segregação se inicia, abrindo espaço para a discriminação.

No entanto, é pertinente evidenciar outra perspectiva a respeito da diversidade cultural. Essa está relacionada, diretamente, a indivíduos com mais capacidade de tolerância à diversidade, pois, para esses, o fato de estarem inseridos num mesmo espaço geográfico e social com várias outras culturas, talvez, ajude-os a compreender e a aceitar as diferenças mais facilmente, simplesmente por uma questão de respeito à individualidade de identidade e princípios que observaram, pessoalmente e, portanto, para estes mesmo indivíduos, a aceitação da cultura que é diferente existe sem, exatamente, ferir a própria crença ou causar a sensação de ameaça imposta pela diferença. Desta forma, podemos afirmar que a experiência simultânea de várias culturas pode desempenhar um papel contribuinte ou não na aceitação das diferenças culturais e, conseqüentemente, na aceitação das minorias.

Como mencionado, outro possível fator contribuinte para existência da discriminação contra homossexuais, no Brasil, é o perfil religioso brasileiro e, mesmo, esse não sendo um aspecto inteiramente relacionado à identidade e ao comportamento humano, ainda, configura-se como algo que exerce influência psicológica, que termina por refletir em forma de atitudes, como a desaprovação de certos comportamentos de outras pessoas.

Ainda sobre a face religiosa brasileira, Mariano (2010) afirma que:

O cristianismo chega no Brasil já no descobrimento e lança profundas raízes na sociedade a partir do período da colonização. Ordens e congregações religiosas assumem serviços nas paróquias e dioceses, a educação nos colégios, a evangelização do indígena e inserem-se na vida do país (MARIANO, 2010).

Sobre isto, podemos, de fato, identificar a influência que o processo colonial tem sobre o perfil religioso brasileiro e torna-se mais evidente, quando consideramos dados demográficos estatísticos, pois o censo de 2010 do IBGE constatou que as religiões predominantes do Brasil são, em sua maioria, fundamentadas em ideais cristãos, sendo 64,6% da população católica e 22,2% protestantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011).

Embora seja possível encontrar a prática de algumas religiões não-cristãs no Brasil, como o candomblé, espiritismo e outras, essas são religiões que possuem a característica de concentração geográfica e, portanto, não podem ser, plenamente, consideradas sobre a influência que exercem na visão que a população brasileira, como um todo, tem sobre a homossexualidade.

Segundo McDermott (2014), assim como várias religiões possuem diferentes abordagens para os conflitos existenciais e interpretações da vida, o caso da homossexualidade, também, é interpretado sob diferentes perspectivas pelo cristianismo em particular. Sendo assim, é possível encontrar variações, nas denominações cristãs, que simplesmente

podem desencorajar a atividade homossexual, explicitamente proibir a prática sexual entre pessoas de mesmo sexo, ativamente, opor-se à aceitação social da homossexualidade, até execução. O fundamentalismo religioso tem positivamente se relacionado com abordagens anti-homossexuais (MCDERMOTT, SCHWARTZ, *et al.*, 2014).

Desta forma, fazendo a consideração a partir da perspectiva de uma nação religiosa, podemos afirmar que o Brasil tende a se posicionar de forma contrária à aceitação da homossexualidade.

Por sua vez, Mirian Grossi (1995), estudiosa sobre gênero, nos humanos, diz:

Papéis de gênero referem-se a um conjunto de padrões e expectativas de comportamentos que são

aprendidos em sociedade correspondentes aos diferentes gêneros e que conformam as identidades dos indivíduos pertencentes a esses grupos. São a manifestação social ou a representação social do que é ser macho ou fêmea, em diferentes culturas ou mesmo dentro de uma mesma cultura (GROSSI, 1995).

Analogamente, compreendemos, então, que, no processo de construção cultural de uma sociedade, é inevitável o surgimento de estereótipos e funções, que sinalizam para serem executadas por um gênero específico, sendo, de fato, possível observar a verdade da afirmação no dia a dia, principalmente, nas sociedades mais tradicionais e resistentes à incorporação das ideias externas. A partir deste ponto, surge espaço para prática discriminatória contra as pessoas que desempenham um papel social ativo, ferindo expectativa da tradição.

Francine Blau (2010) contribui sobre a reflexão sobre a discriminação causada pelo gênero, no espaço de trabalho:

A discriminação no mercado de trabalho é definida pelas diferentes formas de tratamento a pessoas igualmente qualificadas, baseando-se em particularidades como sexo, raça, orientação sexual, idade, etc. Discriminação é danoso a partir do momento em que afeta os resultados econômicos de um processo executado por trabalhadores em condições equivalentes, direta ou indiretamente nos resultados obtidos (BLAU, FERBER e WINKLER, 2010).

Partindo destes conhecimentos, compreende-se que dificuldades sociais podem, eventualmente, surgir no momento em que um homossexual se apresenta como tal em um ambiente de rotina, como no local de trabalho e, de forma ainda mais intensa, nas sociedades tradicionalistas. É a partir da necessidade da tomada desta decisão, que se inicia o conflito interno, que gira em torno de se manter verdadeiro e aberto sobre a orientação sexual ou prezar pela boa

convivência social diária, ao esconder a homossexualidade, como forma de retirar as possíveis causas de conflito entre os indivíduos que compõem aquela sociedade. Este problema se estende ainda mais, ao considerar ocasiões mais específicas, como uma entrevista de emprego, em que a sinceridade é vista como ponto positivo de integridade e, quando surge esta questão, por vezes, o candidato homossexual se encontrará na situação de dúvida entre ser sincero ou assegurar maiores chances de contratação.

Embora, no Brasil, a discriminação pela orientação sexual não seja crime, houve tentativas, na criação da lei, que criminalizavam a prática homofóbica e, hoje, a legislação brasileira, somente, prevê proteção legal contra discriminação aos homossexuais de forma genérica, através da Constituição, atualmente em vigor, que data de 1988 e afirma, no seu artigo 3º, item 4: “promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade, ou quaisquer outras formas de discriminação” (BRASIL, 1988), em que a expressão *quaisquer outras formas de discriminação* alcança a questão da orientação sexual. Até certo ponto, isto garante uma segurança nos casos em que a ocorrência discriminatória gera repercussão social suficiente para invocar a voz legislativa e, finalmente, para trazer consequências ao agressor. Porém, sendo o Brasil uma nação que se configura como tradicional e, em sua maioria cristã, por vezes, configura-se como um espaço, em que a discriminação pode ocorrer impunemente, principalmente, nas situações de menor impacto social, incluindo os locais de trabalho e com maior recorrência, nas pequenas cidades ou com população de idade mais avançada, onde se notam as tradições sendo mantidas com afincos.

Paralelamente, em 2015, a Associação Internacional de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Transexuais e Intersexuais (do inglês ILGA) realizou uma pesquisa tomando dados de 96.331 participantes em 65 países, principalmente, sobre questões de aceitação da homossexualidade. No Brasil, quando questionados sobre a homossexualidade ser considerada um crime, 11% responderam que sim, 68% responderam que não, e os outros 21% não tinham opinião sobre o assunto. Estas estatísticas mostram um quadro condizente com a realidade vivida no país e assemelha-se com os dados obtidos em outros países, que

possuem cenário parecido com o do Brasil, ou seja, apesar de o país possuir configuração tradicional, religiosa e uma diversidade cultural acentuada, hoje, encontramos mais pessoas que não se opõem ao comportamento homossexual do que pessoas que se opõem, embora os atos de discriminação ainda sejam recorrentes.

A AVIAÇÃO BRASILEIRA E O MERCADO DE TRABALHO

O processo de evolução do transporte aéreo, no Brasil, não foi diferente do resto do mundo, com ritmo acelerado, logo no início do século XXI, e com a economia brasileira desenvolvendo em ritmo otimista, o transporte que, antes, era exclusivo aos executivos e à parcela da população com maiores rendas, passou, aos poucos, a ser, também, uma opção de transporte para as pessoas da classe média e com finalidade turística. Além disso, a criação da zona franca de Manaus contribuiu, consideravelmente, para a boa estabilização e segurança econômica das empresas aéreas no Brasil, pois oferecia uma alternativa de transporte rápido e seguro entre os centros econômicos do Brasil (BRIGLIA, 2009).

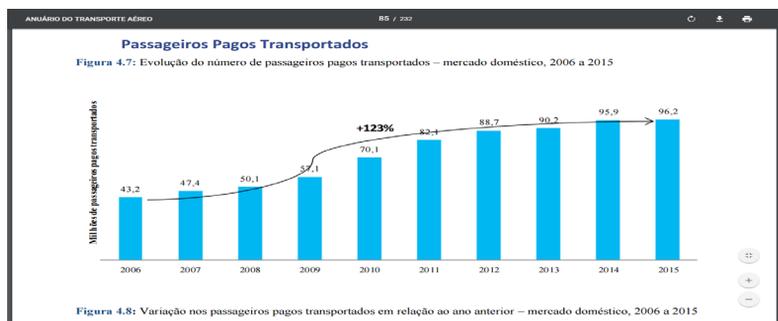


Gráfico 1 - Número em milhões de passageiros transportados em voos domésticos entre 2006 e 2015

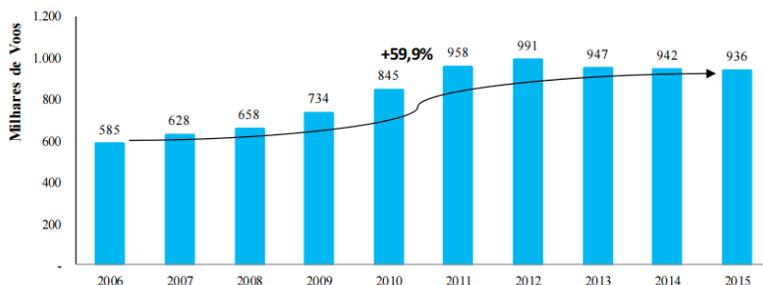
Fonte: Anuário do transporte aéreo 2015. Brasília, DF - Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, (2015).

Sobre o transporte de passageiros, o Gráfico 1, publicado no relatório anual da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) sobre as estatísticas da aviação civil em 2015, demonstra o fluxo aéreo das rotas domésticas entre 2006 e 2015, e podemos notar que houve

crescimento constante no número de passageiros, a cada ano, sendo o ano de 2010 o de maior diferença, em relação ao anterior, quando houve um salto de quase 12,9 milhões de passageiros, em comparação a 2009. A partir de 2011, o crescimento desacelerou, porém continuou sempre crescente. Em 2015, um total de 96,2 milhões de pessoas embarcou em voos domésticos. A empresa Gol lidera a lista com 36,4% do total, seguida pela TAM com 32,7% (ANAC, 2015).

Paralelamente, durante os primeiros anos da ascensão do mercado avião brasileiro, o crescimento da oferta de assentos e quantidade de voos acompanhou a estatística otimista da quantidade de passageiros, porém, de 2013 em diante, nota-se uma queda consecutiva da quantidade de voos ofertados, como visto no Gráfico 2, a seguir.

Gráfico 2 - Número em milhões de voos domésticos ofertados entre 2006 e 2015



Fonte: Anuário do transporte aéreo 2015. Brasília, DF - Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, (2015).

Analisando o Gráfico 2, em contraste com o Gráfico 1, concluímos que embora tenha havido uma queda na quantidade de assentos e voos ofertados, de 991 mil voos, em 2012, para 936 mil voos, em 2015, a quantidade de passageiros transportados continuou crescente e estabilizada até 2015 (AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2015). Isto aponta para a melhor administração das empresas aéreas, com relação a suas frotas e rotas, transportando mais pessoas em menos voos, garantindo uma melhor rentabilidade nas operações

e possibilitando o crescimento de médio e longo prazo da empresa.

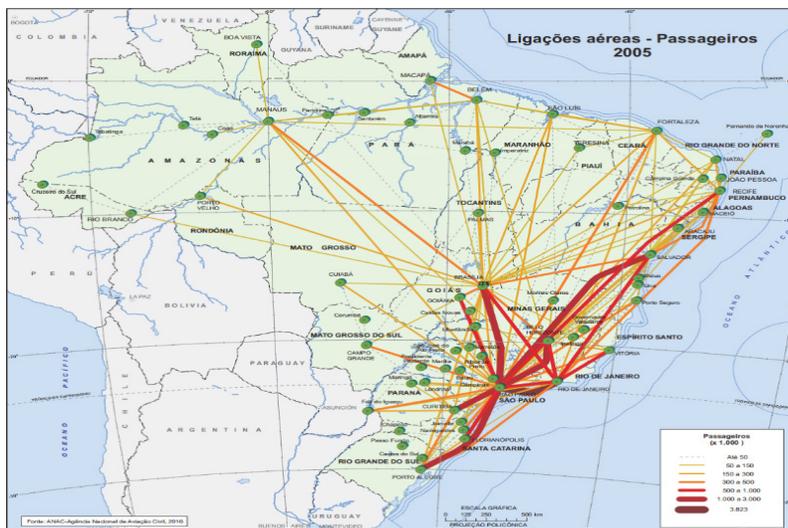


Figura 1- Principais rotas de transporte de passageiros em 2005

Fonte: Anuário do transporte aéreo 2005. Brasília, DF - Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, [2006].

Com relação às rotas de mais intensidade de tráfego, pela análise da Figura 1, divulgada pela Agência Nacional de Aviação Civil, nota-se que o maior fluxo de passageiros ocorre, na primeira década dos anos 2000, entre as principais cidades brasileiras e centros econômicos, fato decorrente da logística utilizada na criação de rotas, tanto de transporte de passageiros como de cargas, pois à medida que as empresas aéreas ganhavam espaço e concessão de slots nos aeródromos, as cidades consideradas centro comerciais foram alvos preferenciais quando se tratava do estabelecimento de uma base aérea, pela maior demanda de atividade aérea e, também, pelas facilidades da infraestrutura aeroportuária, o que viabilizou não só a implantação dos novos serviços, mas também serviu para garantir às empresas aéreas uma segurança econômica, em relação à rentabilidade dos voos.

Naturalmente, o mercado de trabalho da aviação oferece mais oportunidades, nos lugares em que a atividade aérea é mais intensa e complexa, onde existe uma maior frequência de voos e espaço físico para operação de mais empresas aéreas. Desta forma, aumentam-se a rotatividade e quantidade das tripulações necessárias para suprir a demanda de voos.

Além disso, considerando que a infraestrutura nas cidades de maior fluxo aéreo, também, é maior, surgem novos tipos de trabalhos relacionados com as facilitações e serviços aeroportuários, como a necessidade de agentes alfandegários para aeroportos internacionais, pessoal que executa serviços de rampa mais complexos para aeronaves maiores, agentes de segurança, atendentes de *check-in* e outros. Essa demanda do mercado não só atrai aviadores das mais diversas partes do Brasil, mas também expõe a população local à aviação com uma face mais viável e palpável e pode inspirar a carreira de aviador, pelo frequente contato nos aeroportos.

Cruzando os dados demográficos sobre a distribuição geográfica dos homossexuais e as estatísticas de tráfego aéreo expostas pela ANAC, criamos uma base de conhecimento consistente que justifica o envolvimento de homossexuais com a atividade aérea, pela crescente oferta de vagas no mercado de trabalho. Pois, como visto, a homossexualidade está inserida em todas as sociedades do mundo e, recentemente, a aviação tem se mostrado como uma alternativa viável de carreira.

O FATOR HUMANO E A HOMOSSEXUALIDADE

A Organização da Aviação Civil Internacional (do inglês: ICAO) define o elemento humano como “a parte mais flexível, adaptável e valiosa dentro do sistema aeronáutico, mas é também a que está mais vulnerável às influências que podem afetar negativamente a performance” (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 1998). Partindo daí, compreendemos que os humanos representam um elo fundamental na segurança da operação aérea. Isso é algo considerado valioso, ao considerarmos que os humanos são capazes de identificar erros e ameaças, em um nível que a máquina não pode fazer, mas, ao mesmo tempo, constitui vulnerabilidade mais grave do

sistema, uma vez que influências externas e subjetivas podem limitar a eficiência do trabalho, em favor da segurança, pois esse depende do bom estado físico e mental da pessoa que o executa, seja desde elaboração das normas de segurança até à própria operação da aeronave.

Percebendo a importância desse assunto, a Administração Federal de Aviação (do inglês FAA), nos Estados Unidos, que já incentivava as pesquisas relacionadas ao elemento humano, enfatizou o aspecto psicológico como fator contribuinte à segurança de voo. A FAA conceitua o Fator Humano, atualmente, como sendo o estudo de um “campo multidisciplinar que gera e compila informações sobre as capacidades e habilidades humanas” (FEDERAL AVIATION ASSOCIATION, 2017) e foca na identificação das situações, nas quais as condições físicas e psicológicas do tripulante comprometem a segurança do voo, com objetivo de criar base para elaboração de ações mitigadoras.

Isto, por sua vez, está em concordância com publicações da ICAO, que elabora o segundo sobre o fator humano:

O fator humano tem sido progressivamente desenvolvido, refinado e institucionalizado, e agora configura-se como uma vasta coleção de conhecimentos que podem ser usados por aqueles interessados na melhoria da segurança do complexo sistema que é a aviação civil de hoje (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 1998).

Assim, tratando-se da segurança, na aviação, devemos considerar, então, a saúde dos aviadores como elemento crítico, incluindo o aspecto psicológico e comportamental, pois esses têm influências diretas nas ações e capacidade de tomada de decisões dos tripulantes, afetando seu desempenho no trabalho e se tornam ainda mais importantes, quando se trata de uma atividade complexa e executada em grupo, ou seja, surge, então, a necessidade de trabalhar, neste ponto, para trazer melhorias e garantir uma operação mais segura.

Do ponto de vista das empresas aéreas, podemos compreender que

é de seu maior interesse que a boa interação social entre a tripulação de seus voos seja preservada, pois é fundamental, para atingir seus objetivos financeiros e ideológicos, através da segurança do voo. Segundo Helmreich (1999), através da análise deste problema em 1981, a empresa de linha aérea regular americana United Airlines, após recomendação da Agência Nacional da Segurança no Transporte (do inglês NTSB), criou a filosofia de gerenciamento de cabine (do inglês CRM) e foi pioneira a implementá-la, propondo a organização dos elementos do trabalho, a preservação da convivência, a comunicação efetiva e a divisão justa das responsabilidades relacionadas ao comando da aeronave, tudo com a finalidade de otimizar a segurança. Este foi um ponto importante, pois com o avanço dos estudos e confirmação estatísticas da eficácia do CRM, a filosofia passou a ser aplicada não só à tripulação, mas a todos os funcionários das empresas e levando em consideração todos os aspectos do fator humano, da fadiga física às características psicológicas, o que nos leva a crer que conflitos relacionados à homossexualidade estão no escopo de problemas passíveis de mitigação.

Baseada nesse aspecto de urgência do fator humano, Barbara Kanki (2010, p. 23), estudiosa sobre o sistema de gerenciamento de cabine, afirma:

A tripulação é composta por indivíduos que trazem os próprios conhecimentos, habilidades, personalidades, motivações e estados físicos e mentais. Cada uma dessas características já foi identificada como fator contribuinte em um ou mais acidentes aeronáuticos (KANKI, HELMREICH e ANCA, 2010).

Considerando, então, as particularidades da profissão de piloto, podemos afirmar que a rotatividade intensa de colegas tripulantes se identifica como um dos pontos críticos à segurança e deve ser alvo de preocupação das empresas aéreas, pois a forma de escala de trabalho mais utilizada, hoje, põe os pilotos em uma situação de estresse e de frequente contato com pessoas de diferentes culturas e,

como visto, a diversidade cultural é um dos ingredientes para iniciar um conflito social. Portanto, pela definição de fator humano, esta rotatividade pode ser considerada como um aspecto de influência negativa à segurança da operação, ao mesmo tempo, que é inerente à carreira de aviador, ou seja, resta apenas adquirir a habilidade de gerenciá-la da melhor forma.

Ainda sobre a diversidade cultural, no transporte aéreo internacional de passageiros, Silva (2006) afirma que “é importante como requisito para a profissão de piloto de linhas internacionais, o desenvolvimento da sensibilidade cultural, uma percepção das diferenças culturais”. Por analogia, afirmamos que isso, também, se aplica à aviação doméstica, pois a sensibilidade cultural é importante, em qualquer profissão, que impõe ao trabalhador a necessidade de atuar em um local de diversidade cultural elevada. Dessa forma, é importante que as empresas aéreas desenvolvam um trabalho de gerenciamento de cabine eficiente, focando na conscientização com seus funcionários, tripulantes ou não, sobre as questões de fator humano, uma vez que são pertinentes à segurança das operações e servem para melhorá-la e, por consequência, possibilitar que os pilotos sejam capazes de desenvolver a habilidade de tolerância e respeito às diferenças comportamentais, demonstradas pelos colegas de trabalho.

Sobre a homossexualidade na aviação, Raul Marinho, piloto de linha aérea em atividade e administrador de empresas comentou:

Conheço centenas de pilotos brasileiros, e posso dizer que consigo contar nos dedos de uma mão os que são declarados e/ou notoriamente gays (e jamais vi algum deles travestido ou com comportamento exageradamente homossexual), numa proporção muitíssimo menor do que se encontra na população em geral que exerce profissões terráqueas (MARINHO, 2017).

O aviador, ainda, indaga sobre os motivos pelos quais isto acontece e levanta a hipótese de ser por proteção pessoal “para não ser discriminado por outros pilotos e pela comunidade aeronáutica” (2017).

Afinal, dos muitos contatos que possui, na aviação, mais do que se podem contar com os dedos da mão, provavelmente, são homossexuais e opina que, no final, a decisão de esconder a orientação sexual dos pilotos homossexuais, no Brasil, parece ser uma combinação de autoproteção, aliada às maiores dificuldades de ascender na carreira de piloto como homossexual assumido.

Tudo isto nos leva a visualizar um cenário que ser um piloto homossexual assumido, no Brasil, é possível, porém, ainda, não é recorrente. No exterior, a situação é um pouco diferente, como afirma o próprio Marinho (2017), pois algumas empresas aéreas americanas de grande porte defendem, ativamente, a homossexualidade e, até, patrocinam associações que defendem os direitos dos pilotos homossexuais, como é o caso da Associação Nacional de Pilotos Gays (do inglês NGPA).

Desta forma, compreendemos que as empresas aéreas estão começando a se sensibilizar para as dificuldades que a questão de ser um piloto homossexual pode trazer à carreira de aviador e entendem que este não deve ser motivo para discriminação. Segundo Lagos (2016), assumir a orientação sexual, no ambiente profissional, é “uma decisão pessoal e ninguém tem nada a ver com isso. Porém, é preciso sensibilizar e educar para o respeito aos direitos LGBT”. É, neste ponto, que as empresas devem trabalhar, para diminuir os espaços de discriminação homossexual entre funcionários, pois a orientação sexual não importa para os objetivos das empresas aéreas, afinal, como Daniela Lagos, ainda, adiciona, “o mercado de trabalho é de quem comprova competência”. A prioridade das empresas é oferecer transporte seguro, mas por esse ser um assunto que pode afetar a segurança, deve ser tratado sem negligências.

De maneira geral, implementar com sucesso a filosofia que o gerenciamento de cabine propõe é de extrema importância, pois as questões como a colaboração profissional na cabine de comando com um tripulante homossexual não devem ser motivo para comprometer a segurança do voo, uma vez que as convicções subjetivas dos indivíduos não serão tomadas em consideração por não serem essenciais à operação da aeronave e, conseqüentemente, não afetarão a aplicação de suas perícias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O homem é uma criatura, psicologicamente, complexa e dotada de consciência capaz de incorporar ideologias em sua vida, que definem sua conduta e comportamento social. Este é um processo que ocorre, naturalmente durante o crescimento, influenciado pelo meio e pelas próprias racionalizações cognitivas. O homem identifica as pessoas que possuem ideologias semelhantes às próprias e, a partir daí, por vezes, submete-se a um processo de segregação imperceptível, ao preferir conviver na sociedade que segue a mesma linha ideológica, porque o faz se sentir mais confortável e, paralelamente, torna-se resistente aos grupos sociais com abordagens que vão de encontro com as que defende.

Ao entrar em contato com outras pessoas e culturas, eventualmente, as ideias irão ser divergentes, surgindo um espaço para existência de conflitos sociais e preconceitos com consequências em vários aspectos da vida cotidiana, incluindo o ambiente profissional. A reação negativa à homossexualidade é um exemplo de consequência, causada pelo conflito ideológico discordante de um indivíduo, com relação ao comportamento homossexual de outro.

E, ainda, sendo a homossexualidade um aspecto comportamental, diretamente ligado ao senso de identidade dos humanos, algumas pessoas não se sentem confortáveis em compartilhar informações íntimas a respeito disso e, embora esse seja um aspecto que melhorou, nos últimos anos, devemos sempre considerar a veracidade dos dados coletados e até que ponto é possível trabalhá-los. Essa se enquadrou como uma dificuldade deste estudo, por tratar de um assunto de interpretação subjetiva, a partir de informações que já são subjetivas, como é o caso dos dados aqui utilizados, obtidos das amostras das pesquisas de campo realizadas por outros estudiosos. Porém, levando em consideração alguns dos pontos conclusivos vistos à frente, compreendemos que os dados utilizados, neste estudo, são suficientes para inferir uma conclusão pertinente que relaciona a operação aérea à homossexualidade, pois a questão do convívio social dos tripulantes já é bem definida e bem trabalhada, atualmente, na aviação, através dos estudos de gerenciamento de cabine e, assim, foi possível fazer a utilização dos resultados para obtenção de

uma conclusão concreta e passível de ser confirmada por analogia com outros aspectos da identidade do tripulante, que influenciam no voo, dispensando, em parte, a absoluta necessidade da precisão dos dados.

Tratando-se da tripulação comandante de voo, deve-se manter atenção especial à possibilidade do surgimento de conflitos de qualquer natureza entre os pilotos durante as horas de operação da aeronave, pois, sendo a segurança do voo prioridade máxima no meio aeronáutico, entendemos que este tipo de situação causa impactos negativos à atenção do comandante, ou seja, no mínimo, limita a capacidade do piloto em aplicar, eficientemente, suas perícias de pilotagem. Com isso, podemos reafirmar que as questões psicológicas do fator humano têm influência direta com a operação do voo e devem ser levadas em consideração, nos estudos focados nas melhorias da segurança de voo. Este caso se agrava, quando o conflito emerge sobre assuntos que são inerentes ao ser, como a homossexualidade, pois são de características muito mais subjetivas, fundamentados em crenças e princípios individuais. A discordância, neste tópico, além de mais sensível e intensa, não possui saída prática a ser implementada, para solucioná-la, e durante o voo, isso, no mínimo, compromete a segurança da operação.

De maneira geral, confirma-se, então, uma maior aceitação dos homossexuais, no mundo, e considerando o meio aeronáutico, por mais que a profissão de aviador tenha sido vista, predominantemente, como viril, no passado, esta situação tem mudado em vários aspectos, nos últimos anos e, de fato, hoje, o perfil intelectual da maioria dos profissionais aviadores segue o padrão que entende que a homossexualidade é algo recorrente no mundo, não uma anormalidade e muito menos uma ameaça e, também, não exerce influência nas capacidades e perícias de uma pessoa que atua profissionalmente.

Esta linha de pensamento, possivelmente, ocorre pelo fato de os pilotos serem pessoas de intenso convívio social, por consequência da profissão, o que os possibilita abranger a visão sobre particularidades e minorias do mundo, pela forma como são e não só pela educação que receberam em casa ou pela doutrina passada pela religião, sendo capazes de desenvolverem as opiniões baseadas na própria

experiência e nos conhecimentos de mundo que adquiriram.

Finalmente, concluímos, satisfatoriamente, que a crescente preocupação com a segurança de voo, os investimentos para melhoria do convívio dos tripulantes e a otimização das operações são algo benéfico e, no caso, da perspectiva da empresa, podemos afirmar que o profissional ideal é aquele capaz de adaptar-se à escala proposta e defender a visão e filosofia pregada, incluindo a aplicação do CRM, não importando sua orientação sexual, ou seja, a identidade e comportamento sexual por si só não influenciam nas oportunidades de ascensão na carreira de aviador.

REFERÊNCIAS

ABDO, C. **Mosaico Brasil**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Anuário do Transporte Aéreo**, Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/anuario/anuario-2015.zip>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **For a better understanding of sexual orientation and homosexuality**, Washington DC, 2008. Disponível em: <<http://www.apa.org/topics/lgbt/orientation.aspx>>. Acesso em: 09 mar. 2017.

BLACK, D. et al. **Demographics of the Gay and Lesbian Population in the United States: Evidence from Available Systematic Data Sources**. Syracuse, New York: Demography 37,2, 2000.

BLAU, F. D.; FERBER, M. A.; WINKLER, A. E. **The Economics of Women, Men and Work**. Boston: Prentice Hall, 2010.

BRASIL, CONSTITUIÇÃO DO. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Centro Gráfico, 1988.

BRIGLIA, B. Zona Franca de Manaus, Rio de Janeiro, junho 2009, p.39.

BROUDE, G. J.; GREENE, S. J. **Cross-Cultural Codes on Twenty Sexual Attitudes and Practices**. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1980.

FAY, R. E. *et al.* **Prevalence and Patterns of Same-Gender Sexual Contact among Men**. Washington, DC. 1989.

FEDERAL AVIATION ASSOCIATION. **Maintenance Human Factors Training**. FAA. Washington D.C. 2017.

FERAY, J.-C.; MANFRED, H. **Homosexual Studies and Politics in the 19th Century: Karl Maria Kertbeny**. Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale. Paris, 1990.

FLEURY, M. T. L. The Management of culture diversity: lessons from Brazilian Companies. **Industrial management & Data Systema**, 1999.

GATES, G. J. "Same-sex Couples and the Gay, Lesbian, Bisexual Population: New Estimates from the American Community Survey". **The Williams Institute on Sexual Orientation Law and Public Policy**, Los Angeles, out. 2010.

GROSSI, M. P. **O Significado da Violência Nas Relações de Gênero No Brasil**. Rio de Janeiro, 1995.

HALL, S. **A Identidade Cultural na Pós-modernidade**. Rio de Janeiro: TupyKurumin, p.7-22, 2001.

HELMREICH, R. L.; MERRITT, A. C.; A., J. A. The Evolution of Crew Resource Management Training in Commercial Aviation. **International Journal of Aviation Psychology**, Austin, 1999.

ILGA, RIWI, LOGO. **Survey on LGBTI People**. International Lesbian, Gay, Bisexual, Trans and Intersex Association. Geneva, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.brasileirosnomundo.itamaraty.gov.br/a-comunidade/estimativas-populacionais-das-comunidades/estimativas-do-ibge/censo-demografico-ibge-2010.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ligações Aéreas 2010**, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/ligacoes_aereas_2010_divulgacao.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **DOC 9683**. Human Factors Training Manual. ICAO. Montreal, 1998.

KANKI, B.; HELMREICH, R.; ANCA, J. **Crew Resource Management**. Londres: Academic Press, 2010.

LAGO, D. **Como lidar com homossexualidade no trabalho?** Tirando a hipocrisia do armário. UOL, 2016. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/blogs-e-colunas/coluna/daniela-lago/2016/04/25/como-lidar-com-homossexualidade-no-trabalho-tirando-a-hipocrisia-do-armario.htm>>. Acesso em: 25 maio 2017.

MARIANO, L. **Cronograma Histórico do Cristianismo no Brasil**, 2010. Disponível em: <<http://evangelistamariano.blogspot.com.br/2010/03/cronograma-historico-do-cristianismo-no.html>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

MARINHO, R. **Homofobia e homossexualidade na aviação civil**. Para Ser Piloto, 2017. Disponível em: <<http://paraserpiloto.com/2017/01/04/homofobia-e-homossexualidade-na-aviacao-civil-pilotos/>>. Acesso em: 25 maio 2017.

MCDERMOTT, R. C. *et al.* Exploring men's homophobia: Associations with religious fundamentalism and gender role conflict domains. **Psychology of Men & Masculinity**, 2014.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2009.

SILVA, E. T. **A aviação comercial e a diversidade cultural**: Os desafios de ser piloto de linha aérea internacional. ESAC. Campina Grande, 2016.

HFACS – UM MODELO DE ANÁLISE DE UM FATOR PREPONDERANTE PARA EVITAR ACIDENTES EM OPERAÇÕES AÉREAS

*Jean Marcus Maffi
Maria Conceição Pereira*

INTRODUÇÃO

A temática de investigação científica do fator humano, na aviação, vem sendo, cada vez mais, interesse de objeto de estudo para se entender as operações na aviação. Este artigo, por exemplo, é recorte de um trabalho de pesquisa, desenvolvido como requisito para conclusão do curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, em que a proposta foi trazer à tona o debate sobre modelos específicos que tentam entender a condição, em que se configura a relação do ser humano com seus instrumentos de trabalho. O que pode gerar condições de risco de acidentes, diante das operações aéreas, em geral, ou mesmo para buscar a compreensão dos fatores humanos, diante de atividades complexas realizadas pelo ser humano.

Fator Humano (FH) é, de acordo com a definição presente no livro *Human Factor in Aviation*, 1988, a tecnologia cuja função é a de otimizar as relações entre pessoas e suas atividades, pela aplicação sistêmica das ciências humanas integradas a um *framework*. Esta definição é usada no DOC 9683 *Human Factor Training Manual* da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), acrescentando-se o fato de que o elemento mais flexível,

adaptável e valioso do sistema é o ser humano. Esse também é o mais vulnerável às influências, presentes no sistema dentro da aviação (ICAO, 1998; WIENER *et al.* 1988).

A ICAO, através do DOC 9683, mostra, resumidamente, que os fatores humanos tiveram impulso durante as duas Grandes Guerras Mundiais, por conta das necessidades apresentadas durante os conflitos. Pontua, também, que a contribuição para a aviação, durante tal período foi reativa, devido às limitações tecnológicas da época. O estudo dos FHs só foi institucionalizado, no final da década de 1940 e final de 1959, através da criação de organizações como a *Ergonomics Research Society*, em 1949, a *Human Factor Society*, atualmente, *Human Factors and Ergonomics Society*, em 1957, e a *International Ergonomics Association (IEA)*, em 1959 (ICAO, 1998).

Muitos avanços foram feitos dentro da área, de forma a se afirmar que os FHs se encontram presentes na maioria dos acidentes e incidentes na aviação. Existem evidências comprovando tal afirmação, advindas de análises desde 1940. É consenso entre as Autoridades Aeronáuticas, a nível mundial, e especialistas da indústria, que os fatores humanos são causas primárias em um acidente ou incidente aeronáutico. Mesmo com tal concordância, pouco progresso foi visto com a finalidade de se adotar uma aproximação mais uniforme, no tocante à investigação neste campo. Em virtude disto, as autoridades de investigação tendem a ter problemas, para lidarem com fator humano, quando não há uma explicação técnica plausível. Levando, assim, à Lei de Exceção, descrita pelo professor de *Safety* da Universidade do Sul da Califórnia, George B. Parker: “se nós já excluímos tudo, menos o piloto, então, a causa deve ser ‘o fator piloto’” (ICAO, 1993).

Um relatório final de investigação aeronáutica consegue mostrar claramente o que aconteceu e quando aconteceu, porém a explicação de como e por que o acidente aconteceu é incompleta. Isso é resultado da inconsistência das análises das camadas mais profundas dos “elos” relacionados aos FHs. Assim, conclusões comuns, como “erro do piloto”, “uso incorreto dos controles de voo”, “falha em cumprir com os procedimentos de operação padrão”, aparecem nos relatórios finais e não levam à reflexão e à busca do que levou o piloto a

cometer tais erros (ICAO, 1993).

Muitos modelos de análise de fatores humanos foram desenvolvidos, ao longo dos anos, com o intuito de melhorar o processo estudo da influência dos FHs em uma ocorrência aeronáutica. Em meados da década de 1990, surge o *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) desenvolvido pelos professores Douglas A. Weigmann e Scott A. Shappell. O modelo é baseado nos estudos do Professor James Reason, criador do “modelo do queijo suíço”, teoria mais utilizada para a análise de erros e incidentes relacionados à segurança de pacientes, e busca analisar as ocorrências de forma ampla e abrangente, possibilitando, assim, que se encontrem os fatores que levaram ao erro.

Durante as pesquisas para desenvolvimento do HFACS, Wiegmann e Shappell (2000) observaram que o erro humano se faz presente entre 70% e 80% do número total de acidentes aeronáuticos. É importante frisar que o “humano”, aqui colocado, se relaciona com todas as pessoas que estão ligadas, de alguma forma, à atividade aérea. Portanto, faz-se mister deixar evidente que voar não se resume somente à relação entre comandante, copiloto e aeronave. Isto porque, partindo desse pressuposto, torna-se mais fácil compreender porque a maioria dos erros, cuja culminância é um acidente, começa com falhas na comunicação interpessoal entre as distintas pessoas, as quais exercem um papel para que ocorra o voo.

Uma vez que o modelo é pouco divulgado, dentro da aviação nacional, o presente trabalho se propõe a apresentar as contribuições de uma ferramenta de análise dos Fatores Humanos, disponível para utilização na investigação de eventos aeronáuticos, o *Human Factors Analysis and Classification System - HFACS*. Assim, contribuindo para a divulgação do modelo e, também, para que a evolução das análises de fatores humanos, quando da investigação de incidentes e acidentes no âmbito da aeronáutica nacional, possa considerar e apropriar-se mais efetivamente deste modelo.

Para isso, organizamos este estudo como uma pesquisa aplicada com a finalidade de produzir conhecimento a respeito do modelo de estudo de fatores humanos HFACS (*Human Factors Analysis and Classification System*) e que possa ser aplicado na investigação de

ocorrências aeronáuticas.

HUMAN FACTORS ANALYSIS AND CLASSIFICATION SYSTEM – HFACS

O modelo criado por Scott A. Shappell e Douglas A. Wiegmann se baseia nos estudos de James Reason (1990). O HFACS busca definir as falhas latentes e falhas ativas do modelo criado pelo professor Reason, o “modelo do queijo suíço”. Assim, descrevendo os “buracos do queijo” e, de acordo com os autores, ao definir tais falhas, transformar o modelo de Reason em um modelo que pudesse ser aplicado à investigação e análise de acidentes (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

O HFACS foi desenvolvido, primeiramente, para a marinha dos Estados Unidos. Os autores eram oficiais na época da criação do modelo. Desse modo, tiveram acesso aos dados necessários para a criação da primeira versão do modelo. Para a criação, foram analisados mais de trezentos acidentes da aviação naval. Refinamentos do HFACS foram feitos, para isso, e dados das outras forças militares e da aviação civil norte-americana, também, foram utilizados. A base referencial de fatores causais, advindos de fatores humanos, foi criada com base na análise dos relatórios de acidentes e incidentes a que os professores tiveram acesso (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

Os refinamentos deram origem a atual roupagem do modelo. A finalidade do HFACS é ser utilizado como uma ferramenta para análise e investigação de acidentes, em que é possível definir as falhas que levaram ao evento, tanto as ativas quanto as latentes de uma organização. Para ser abrangente, como seus criadores afirmam,

o HFACS se utiliza de outras abordagens dos FHs, tais como: ergonômica, aeromédica, cognitiva, comportamental e psicossocial. Estes aspectos foram encontrados por Weigmann e Shappell (2003), durante suas pesquisas por um modelo que pudesse ser usado de forma ampla, o erro humano em acidentes aeronáuticos. Como resultado de tais buscas, os autores puderam entender as vantagens e desvantagens dos modelos analisados e obtiveram informações para montar o HFACS:

Wiegmann e Shappell (2003) fizeram um estudo das principais abordagens a partir das quais se estuda o erro humano [...]. Observou-se, a partir deste estudo, que não existe um consenso para a utilização de uma abordagem para o estudo do erro humano e que estes modelos são teóricos, havendo então uma lacuna a ser preenchida por um modelo prático na análise de acidentes (*apud* SOBREDA; SOVIERO, 2011, p.150-151) as falhas que ocorrem devido a equipamentos ou materiais são cada vez mais raras e as principais causas de acidentes são atribuídas, hoje em dia, ao ser humano, conforme dados do National Transportation Safety Board (NTSB).

DESCREVENDO A ESTRUTURA DO HFACS

O HFACS apresenta quatro níveis de falhas: atos inseguros, pré-condições para atos inseguros, supervisão insegura e influências organizacionais. Dentro de cada nível, uma nova camada de falhas é apresentada, que também conta com falhas ainda mais específicas. Dessa forma, o modelo consegue abranger o maior número de variáveis e, assim, prover uma análise mais ampla da contribuição do fator humano na ocorrência (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to

conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

Outra característica do modelo são os chamados *nanocodes*, que são exemplos gerais de falhas para cada nível e subnível. Estes servem como guias para a investigação, não devendo ser utilizados como um *checklist*. Através desses exemplos, o investigador deve buscar o que induziu ao surgimento das falhas na situação investigada, destarte, conseguindo aprofundar a busca sobre a origem do erro dentro do sistema (DOD HFACS, 2005; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

AS CAMADAS DO MODELO

O modelo está estruturado em quatro níveis, tal como o modelo proposto por Reason (1990). Neste tópico, serão apresentados todos os níveis e subníveis com suas respectivas explicações.

ATOS INSEGUROS

Este é o primeiro nível do modelo e, de acordo com Reason (1990, *apud* WIEGMAN; SHAPPELL, 2003), os atos inseguros são definidos como erros ou violações. Erros são apresentados, aqui, como ação, mental ou física, dos indivíduos que falharam, ao tentarem obter os resultados planejados. Violações, por outro lado, referem-se ao desrespeito às regras que governam a aviação de forma intencional, por parte dos operadores. Ainda de acordo com Reason (1990), as falhas ativas ocorrem nesse último nível.

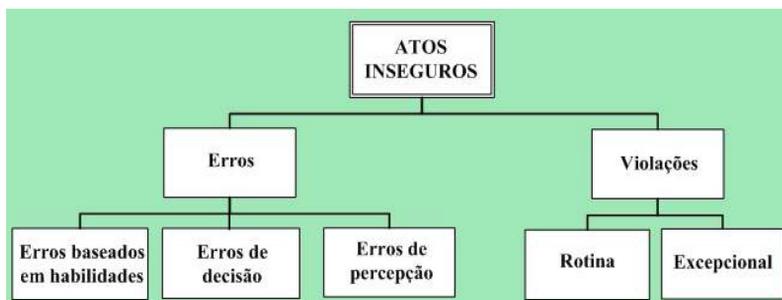


Figura 1 - Atos Inseguros – HFACS

Fonte: Wiegmann e Shappell (2003), adaptado por Sobreda e Soviero (2011)

ERROS

Reason (1990) e Shappell & Wiegmann (2003) classificam os erros em três formas básicas: erros com base nas habilidades, erros de decisão e erros com base na percepção.

ERROS COM BASE NAS HABILIDADES

Erros baseados nas habilidades, em relação à aviação, tratam dos conhecimentos básicos para o voo. As ações são feitas sem que o piloto pense na execução, uma vez que, de tanto se praticarem, já se tornaram automáticas, pois são consideradas habituais. Essa categoria de erro está ligada a falhas de atenção, falhas de memória e erros técnicos.

Falhas de atenção ocorrem, quando o piloto, por exemplo, fixa-se na missão, por exemplo, de pousar o avião, troca o “passo a passo” dos procedimentos, executa o “*scan-flow*” dos instrumentos de forma falha, entre outros. Um exemplo deste tipo de falha é o acidente com o voo *Eastern 401*, que caiu, durante uma aproximação para pouso em Miami. A tripulação fixou-se em resolver um problema com o indicador do trem de pouso e nenhum de seus membros percebeu o desacoplamento do piloto automático. Fato que ocasionou uma descida suave em espiral até o impacto com o solo (NTSB, 1973).

As falhas de memória, geralmente, aparecem como itens omitidos, durante um *checklist* ou esquecimento de intenções, durante o

contato por rádio. De certa forma, espera-se que, diante de uma situação de alta carga de estresse, como em uma emergência a bordo, ocorram falhas de memória. Diferentemente de situações rotineiras, nas quais, segundo os autores, esquecer itens como o trem de pouso é algo embaraçoso. Um exemplo deste tipo de erro aconteceu em 1987, o voo *Northwest NW 255*, que caiu após a decolagem por sua tripulação se esquecer de executar o cheque de *flaps* e *slats* antes da decolagem. O voo estava atrasado e isto foi apontado como um dos motivos para o esquecimento (NTSB, 1988; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

O último tipo de erro baseado nas habilidades é o erro técnico. Esse independe do nível de treinamento, experiência e conhecimento do operador, pois a maneira como se enfrenta uma determinada sequência de eventos vai variar de pessoa para pessoa. Assim, dois pilotos com o mesmo treinamento, voando no mesmo modelo de aeronave, na mesma empresa, terão resultados diferentes quando em voo. O erro técnico está diretamente ligado à capacidade de cada indivíduo para executar as tarefas que lhes foram designadas (WIEGMANN; SHAPPELL, 2001).

ERROS DE DECISÃO

Este tipo de erro é intimamente ligado à intenção do indivíduo e ao conhecimento que esse possui. Chamados de “erros honestos”, erros de decisão são ações ou inações de um indivíduo, cujas intenções são as melhores, porém o conhecimento utilizado para a tomada de decisão é inapropriado, ou a escolha feita é equivocada. Eles estão divididos em três categorias: erros de procedimento, más escolhas e erros relacionados à solução de problemas.

A primeira categoria, erros de procedimento são conhecidos por serem relacionados às regras, ocorrendo, quando não há um reconhecimento da situação ou quando o diagnóstico dessa não é

apropriado, levando à execução incorreta do procedimento ou à escolha inadequada desse. É um erro comum, na aviação, uma vez que as regras existentes e sequências lógicas bem definidas são a base das tomadas de decisão, nesta indústria (SOBREDA & SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2000) most accident reporting systems are not designed around any theoretical framework of human error. As a result, most accident databases are not conducive to a traditional human error analysis, making the identification of intervention strategies onerous. What is required is a general human error framework around which new investigative methods can be designed and existing accident databases restructured. Indeed, a comprehensive human factors analysis and classification system (HFACS).

Erros de decisão em virtude de escolhas ruins ocorrem, quando a situação enfrentada pelo indivíduo o leva a tomar decisões não adequadas, como Weigmann e Shappell (2000, p.5) colocam, “[...] *not all situations have corresponding procedures to deal with them.*”. A tripulação se vê com várias opções para solucionar o problema, porém essas não fazem parte de nenhum procedimento padrão conhecido. Um erro que pode ocorrer mais facilmente com tripulações com pouca experiência em uma situação adversa e com pouco tempo para tomar uma decisão (SOBREDA & SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) as falhas que ocorrem devido a equipamentos ou materiais são cada vez mais raras e as principais causas de acidentes são atribuídas, hoje em dia, ao ser humano, conforme dados do National Transportation Safety Board (NTSB).

Erros de resolução de problemas são cometidos pelos tripulantes, quando enfrentam uma situação para a qual nunca foram treinados. A situação não é bem definida, por isso não existe procedimento formal, logo as opções para solucionar o problema são muito reduzidas. Nesse caso, os pilotos se veem forçados a improvisar para encontrar uma solução. Mesmo sendo raras as vezes que tais situações aconteçam, a proporção de erros, nesses casos, é alta (SOBREDA; SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise,

the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

ERROS DE PERCEPÇÃO

Estes erros são decorrentes da degradação dos *inputs* sensoriais ou quando esses não são usuais. Ilusões visuais e desorientação espacial são exemplos de *inputs* falhos, não considerados erros, mas que levam o piloto a um julgamento incorreto. Este tipo de erro acontece com mais frequência, durante voos noturnos e situações adversas (*op. cit.*) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

VIOLAÇÕES

Violações são atos de desrespeito voluntário às regras e procedimentos que garantem a segurança das operações de uma organização. De acordo com Reason (1990), o ser humano tende a optar pelo caminho de menor esforço. Elas são cometidas, visando à conclusão da missão de forma mais rápida ou mais eficiente, não há intuito de causar dano ao sistema. De modo geral, as violações ocorrem em menor escala, pois, geralmente, resultam em fatalidades, conforme Shappell *et al.* (1999b, *apud* SHAPPELL; WIEGMANN, 2000) most accident reporting systems are not designed around any theoretical framework of human error. As a result, most accident databases are not conducive to a traditional human error analysis, making the identification of intervention strategies onerous. What is required is a general human error framework around which new investigative methods can be designed and existing accident databases restructured. Indeed, a comprehensive human factors analysis and classification system (HFACS). São divididas em dois grupos: violações de rotina e violações excepcionais.

As violações de rotina tendem a ser habituais e toleradas pelas autoridades responsáveis, (REASON, 1990, *apud* WIEGMANN;

SHAPPELL, 2000)most accident reporting systems are not designed around any theoretical framework of human error. As a result, most accident databases are not conducive to a traditional human error analysis, making the identification of intervention strategies onerous. What is required is a general human error framework around which new investigative methods can be designed and existing accident databases restructured. Indeed, a comprehensive human factors analysis and classification system (HFACS. Além de tolerado, esse tipo de violação chega a ser incentivado, quando os lucros advindos da operação são maiores que os custos dessa. Os autores dão o exemplo de um piloto que não cumpriu com a autorização dada, porém executou o voo sem maiores problemas. Há uma tendência de propagação deste comportamento, pois, por conta retorno econômico, a violação é deixada de lado pela administração da empresa (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003)yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

Já as violações excepcionais são ocorrências não habituais, pontuais e isoladas, na operação, que não vão indicar o comportamento típico do indivíduo. Para além, essas não são toleradas pelos superiores. Um exemplo deste tipo de violação é o voo, à baixa altura, por conta de uma pane na aeronave. É uma violação à regra de voo, porém a situação é atípica e a atitude da tripulação é pontual, a qual não seria adotada em uma operação normal (WIEGMANN; SHAPPELL, 2000)most accident reporting systems are not designed around any theoretical framework of human error. As a result, most accident databases are not conducive to a traditional human error analysis, making the identification of intervention strategies onerous. What is required is a general human error framework around which new investigative methods can be designed and existing accident databases restructured. Indeed, a comprehensive human factors analysis and classification system (HFACS.

PRÉ-CONDIÇÕES PARA ATOS INSEGUROS

Pré-condições para atos inseguros são situações que criam possibilidades para o surgimento desses que é o ponto de partida, para o investigador, em sua busca pelo porquê – ou porquês – do surgimento destas condições. Este nível subdivide-se em três categorias: condições dos operadores, fatores pessoais e fatores ambientais (SOBREDA; SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.



Figura 2 - Pré-condições para atos inseguros

Fonte: Wiegmann e Shappell (2003), adaptada por Sobreda e Soviero (2011).

CONDIÇÕES DOS OPERADORES

As condições em que o indivíduo se encontra vão determinar como será a operação. Este tópico é um ponto crítico para se entender a ocorrência e, muitas vezes, passa despercebido durante a investigação quando os investigadores não possuem o treinamento necessário em fatores humanos, psicologia e medicina aeroespacial. As condições dos operadores são divididas em três: estado mental adverso, estado fisiológico adverso e limitações físicas ou mentais (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides

the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

A condição do estado mental adverso se refere ao estado mental do piloto, que pode ser influenciado por fatores alheios à operação e que vão, de certa forma, diminuir a capacidade de processar informações e prejudicar a tomada de decisões. Alguns dos fatores que podem levar o piloto a um estado mental adverso são: fadiga mental, privação de sono, distração, fixação na tarefa dentre outros fatores. Shappell e Wiegmann (2003), ainda, citam excesso de confiança, arrogância e complacência como fatores individuais que podem levar o piloto a entrar nesse estado. *Investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).*

Já a do estado fisiológico adverso se refere ao estado médico ou fisiológico, em que os membros da tripulação se encontram e como tais estados podem afetar a segurança do voo. Situações como ilusões visuais, fadiga física e desorientação espacial afetam o organismo dos aeronavegantes. Para além, o uso de remédios e a condição médica do tripulante vão influenciar no modo como esse vai desempenhar suas funções, como exemplo Sobreda e Soviero (2011) colocam:

Embora possa parecer de pouca importância, quando tripulantes são afetados por uma dor de cabeça ou um resfriado, estes muitas vezes optam pelo uso de medicamentos sem prescrição médica. É possível que, em uma situação de emergência, ou com a mudança de altitude sofrida pelas aeronaves e pelos pilotos, a fisiologia destes seja afetada pelo uso de medicamentos, que, em um primeiro momento, podem parecer inofensivos (SOBREDADA; SOVIERO, 2011, p.158-159) as falhas que ocorrem devido a equipamentos ou materiais são cada vez mais

raras e as principais causas de acidentes atribuídas, hoje em dia, ao ser humano, conforme dados do National Transportation Safety Board (NTSB).

Por fim, a condição das limitações físicas ou mentais se foca nas limitações dos indivíduos em controle da aeronave. Normalmente, estas capacidades são avaliadas, durante os processos seletivos das empresas aéreas, já que a atividade aérea requer dos pilotos suas melhores aptidões. Uma situação adversa pode levar o tripulante a utilizar suas capacidades física e mental em um nível extremo, uma vez que ele não esteja apto, a segurança do voo ficará comprometida.

Pilotos são conhecidos por respostas rápidas às diversas situações que acontecem durante um voo. Porém, uma vez submetidos a situações, em que não há tempo suficiente para considerar todas as possibilidades disponíveis, essa característica se torna um problema. A possibilidade de se cometer um erro nessa situação é altíssima (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) *yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.*

Em alguns casos, o tripulante não é fisicamente compatível com a aeronave. Isto ocorre, principalmente, em aeronaves mais antigas, pelo fato de os fabricantes utilizarem padrões ergonômicos, muito específicos, durante o projeto. De acordo com Shappell e Wiegmann, “[...] *most cockpits have been designed around the average male, making flying particularly difficult for those less than 5 feet tall or over 6.5 feet tall*”. (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003, p.59) *yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.*

Os autores pontuam que é difícil de se afirmar que uma pessoa

era ou não mentalmente apta ao voo, já que ninguém nasce sabendo pilotar uma aeronave:

[...] not everyone has the innate ability to pilot an aircraft – a vocation that requires the unique, ability to make decisions quickly, on limited information, and correct the first time in life-threatening situations (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003, p.59-60) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

FATORES PESSOAIS

Os fatores pessoais estão ligados ao comportamento e a como o indivíduo se relaciona com outras pessoas ao seu redor. Essas pessoas podem ser outros membros da tripulação, equipe de solo e, até mesmo, os controladores de tráfego. Basicamente, pode-se referir à aplicação do *Cockpit Resource Management* – CRM. O tripulante precisa estar descansado e ter um bom gerenciamento da sua vida pessoal, para poder desempenhar sua função da melhor maneira possível. Porém, estes são fatores independentes da organização, mas dependentes do próprio indivíduo. Fatores pessoais estão divididos em CRM (gerenciamento de recursos de cabine) e prontidão pessoal.

O CRM foi um avanço para a segurança operacional da aviação que, ao longo de suas evoluções, foi permitindo melhorias na comunicação interpessoal entre a tripulação técnica, não-técnica e todos os outros atores que fazem parte do sistema, responsáveis pela atividade aeronáutica segura e ordenada, gerando-se, assim, enormes ganhos na melhoria da segurança do voo. Shappell e Wiegmann (2003), ainda, colocam que a coordenação entre os pilotos não se restringe somente ao voo, mas a partes anteriores à decolagem e posteriores ao

pouso, nas quais o “*Briefing*” e o “*Debriefing*” são feitos. Estas ações são executadas para melhorar a coordenação entre os membros da tripulação e, assim, evitar que erros sejam cometidos. O item CRM é, deveras, importante na atividade aérea. Quando esse é deficiente, as falhas surgirão e os erros, quando não corrigidos, podem causar ocorrências gravíssimas.

Quanto à prontidão pessoal, essa trata das falhas, na preparação individual do tripulante, para a atividade. É esperado do tripulante se apresentar para executar sua função no melhor estado físico e mental possível. Para isto, faz-se necessário não violar as regras de descanso – uma vez que a pessoa não teve horas suficientes de sono corre o risco de sofrer fadiga mental –, ou automedicar-se, ingerir bebida alcoólica fora do limite de tempo estipulado, não se alimentar corretamente, pois esses são exemplos de atos que levam um tripulante a não estar, fisicamente e mentalmente, de “prontidão” para executar a missão. Uma vez que as ações relacionadas a este tópico ocorrem fora da aeronave, não se podem classificar como violação dentro de atos inseguros e por conta disto, não são consideradas falhas ativas (SOBREDA; SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

FATORES AMBIENTAIS

Os fatores ambientais são fatores externos ao ser humano e, de forma negativa, influenciam nas dinâmicas de cabine, durante um voo, contribuindo, assim, para o surgimento de atos inseguros. Foram divididos por Shappell e Wiegmann (2003) em duas categorias: ambiente físico e ambiente tecnológico.

O ambiente físico se refere ao meio, onde ocorre a operação, e ao interior da cabine. Esses podem causar efeitos negativos sobre os tripulantes. Mau tempo, altitude, tipo de terreno, são alguns exemplos de fatores ambientais ligados à operação. Estes fatores elevam o nível de estresse da tripulação, o que leva a erros de percepção

e pode ocasionar um processo deficiente de tomada de decisão. Já variações de temperatura, vibrações, iluminação, ruídos e outros são atrelados ao ambiente de cabine. Esses são fatores que podem causar fadiga nos pilotos, levando a uma diminuição no nível de concentração destes, um raciocínio mais lento, aumento do tempo de resposta que, em casos extremos, podem impedir que a tripulação recupere a aeronave de uma situação de perda de controle (SOBREDA; SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

O ambiente tecnológico, com os quais os pilotos têm contato no seu dia a dia tem um impacto grande em suas performances. No contexto do HFACS, o termo ambiente tecnológico abrange uma área grande de importância para o projeto e operação de uma aeronave como: o seu *design, displays* e suas disposições no painel da aeronave, a estruturação do *checklist*, a carga de trabalho que a operação irá gerar e, por fim, a automação que será usada durante a operação.

SUPERVISÃO INSEGURA

As decisões dos níveis de gerência e supervisão podem afetar a segurança das operações, e, de acordo com Reason (1990), vão influenciar as tripulações, que se tornarão menos motivadas a executar sua missão em virtude de pressões impostas. Esse nível foi dividido em quatro categorias por Wiegmann e Shappell, (2003), são elas: supervisão inadequada, planejamento inapropriado das operações, falhas em corrigir um problema conhecido e violações da supervisão, ilustrados na figura seguinte e caracterizados, consecutivamente.



Figura 3 - Supervisão Insegura

Fonte: Wiegmann e Shappell (2003), adaptada por Sobreda e Soviero (2011).

SUPERVISÃO INADEQUADA

Para Weigmann e Shappell (2003), a função principal dos supervisores é de promover oportunidades para o sucesso de seus subordinados. Isto somente pode ser alcançado se as ferramentas para tal forem disponibilizadas. Supervisores devem, segundo os autores, promover treinamento, acompanhamento, liderança, direção e incentivos, para garantirem que a atividade seja feita de forma eficiente e segura. Entretanto, o tópico se refere às falhas que ocorrem nesse processo. Quando as ferramentas não são providas ou são disponibilizadas com deficiências, as falhas se alastram na forma de treinamento insuficiente da tripulação, falta de motivação e o não desenvolvimento da capacidade de tomar decisões (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

Investigadores devem considerar a importância das decisões tomadas no nível de supervisão. Saber quais foram as razões que levaram a elas e como essas fizeram sentido para os supervisores, pois somente, assim, fará sentido julgar se as decisões tomadas foram ou não apropriadas (SOBREDADA; SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of

accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

PLANEJAMENTO INAPROPRIADO DE OPERAÇÕES

Esta categoria refere-se ao planejamento da programação das tripulações (escalas de trabalho, pareamento de comandantes e copilotos etc.) e do ritmo das operações de forma inapropriada. Um pareamento de tripulação feito de forma incorreta pode abrir brechas para o surgimento de erros, durante a operação, um exemplo é o pareamento de uma tripulação pouco experiente para uma rota que demanda bastante dos pilotos. Outros problemas surgem, quando o ritmo das operações impede o descanso apropriado das tripulações, o que pode levar à fadiga dos tripulantes e, conseqüentemente, à diminuição do seu desempenho (SOBREDA; SOVIERO, 2011; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) as falhas que ocorrem devido a equipamentos ou materiais são cada vez mais raras e as principais causas de acidentes são atribuídas, hoje em dia, ao ser humano, conforme dados do National Transportation Safety Board (NTSB).

FALHAS EM CORRIGIR UM PROBLEMA CONHECIDO

Esta categoria trata das falhas na correção de problemas que são de conhecimento da supervisão e, algumas vezes, conhecidos por níveis mais altos da organização. Deficiência em treinamento, problemas com equipamentos ou outros pontos relacionados à segurança da operação, que são conhecidos pelos supervisores, porém não são corrigidos por variados motivos. Dentro dos “outros pontos relacionados à segurança da operação”, estão certos comportamentos inapropriados por representarem risco a ela e devem, segundo Shappell e Wiegmann (2003), ser disciplinados. Em razão de tais comportamentos, quando não corrigidos, levam à criação de um ambiente que promove a violação de regras e gera uma atmosfera de insegurança na organização (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct

a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

VIOLAÇÕES DA SUPERVISÃO

Semelhante à definição de violações, apresentada no nível de “Atos Inseguros”, as violações da supervisão também envolvem o descumprimento voluntário das regras e regulamentos, entretanto aqui se tem a figura do supervisor transgredindo as normas. Constituem esta categoria, além das violações cometidas pelos supervisores, a falha em aplicar as regras ou regulamentos vigentes, abuso de autoridade para com os subordinados e a autorização de ações que não estejam de acordo as normas em vigor.

INFLUÊNCIAS ORGANIZACIONAIS

As decisões falíveis dos tomadores de decisões de uma empresa, de acordo com Reason (1990), podem afetar diretamente as práticas dos supervisores, além das condições e ações dos operadores. Os erros cometidos no nível mais alto das organizações tendem a nunca aparecer em uma investigação, por falta de um modelo claro de análise que possa ser empregado para averiguar tais desacertos. De forma generalizada, segundo Wiegmann e Shappell (2003), as falhas latentes de uma organização surgem de problemas em três áreas: gerenciamento de recursos, clima organizacional e processo organizacional (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).



Figura 4 - Influências Organizacionais

Fonte: Wiegmann e Shappell (2003) adaptada por Sobreda e Soviero (2011).

GERENCIAMENTO DE RECURSOS

Esta é a categoria que avalia as decisões, em nível organizacional, no tocante a gerir os meios que a empresa dispõe para funcionar, sendo estes: dinheiro, funcionários, equipamentos e as filiais (no caso de uma empresa aérea, suas bases de operação). A administração destes recursos gira sempre em torno de dois objetivos conflitantes – segurança e produtividade. Esses objetivos estarão balanceados em tempos de prosperidade para a companhia. Porém, com uma mudança na conjectura econômica, o equilíbrio quase sempre é alterado e, geralmente, os cortes acontecem referentes à segurança operacional, podendo levar a possíveis acidentes ou incidentes no futuro (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

CLIMA ORGANIZACIONAL

Essa categoria pode ser definida como a “atmosfera de trabalho” da organização, como a empresa trata seus funcionários. O clima organizacional pode ser medido através da sua estrutura de comando. Existem dois pilares, nos quais, o clima organizacional se equilibra, a cultura e a política da empresa. A primeira é relativa às normas

não escritas que regem a companhia: “É a maneira como as coisas funcionam dentro da empresa”. Já a política da empresa trata de todas as regras oficiais, documentadas, que guiam as decisões tomadas pelos administradores da companhia em relação ao dia a dia da empresa. Quando as políticas não são bem definidas, são adversas, conflitantes ou vão de encontro com a cultura organizacional, tem-se a formação de uma situação caótica e abre-se outra janela para que falhas proliferem. Mesmo assim, o foco durante uma investigação precisa se ater à cultura e às suas regras não oficiais, pois são geralmente o ponto de origem das falhas que vão penetrar em todo o sistema (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

PROCESSO ORGANIZACIONAL

A última categoria se refere a decisões e regras que comandam as atividades do cotidiano de uma empresa. Isto inclui o estabelecimento de procedimentos operacionais padrões, além de métodos formais para supervisionar as relações entre empregados e gerências e para executar o controle de ameaças à segurança operacional. O primeiro se dá através do controle do ritmo operacional e do estresse que este venha a gerar. O segundo surge através da implantação de sistemas de reportes anônimos, como parte de um programa de monitoramento de erros humanos na operação, para controlar os riscos e perigos da mesma e executar auditorias de segurança operacional. Para além, é preciso que se faça cumprir as regras vigentes na organização. A não consonância com essas abre portas para a proliferação de falhas. Com o intuito de impedir que isto aconteça, as regras e procedimentos devem ser determinados, de acordo com as necessidades operacionais da companhia. Como já mencionado, é preciso garantir o seu cumprimento (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels

of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

OS NANOCODES

Os *nanocodes* são exemplos genéricos de falhas humanas, as quais os investigadores devem buscar esclarecer como surgiram. Wiegmanne Shappell (2003) apresentam alguns desses exemplos, ao longo do capítulo de um de seus estudos, que trata sobre o *framework*, deixando claro, em cada quadro de possíveis causas/fatores, não se devem ficar res- tritos somente àqueles apresentados.

De acordo com o Departamento de Defesa dos Estados Unidos, DOD, (DOD HFACS, 2005), é importante, para o investigador, utilizar o HFACS, uma vez que identificado o item que melhor enquadra o erro/falha, deve-se investigar a fundo para se descobrir a sua origem. Ademais, é importante que se faça anotações, nas quais se discuta o *nanocode* em questão, colocando o máximo de informações possíveis sobre este. Dessa forma, o investigador terá uma visão mais ampla da ação dos fatores humanos no evento. No guia rápido de instruções sobre os *nanocodes* do DOD, é colocado que, durante a investigação, é importante analisar o evento camada por camada do HFACS, já que, seguindo este processo, pouco se perderá durante a fase de análise. Uma vez que todos os exemplos genéricos da camada se esgotam, deve-se mover para próxima e repetir o mesmo processo (DOD HFACS, 2005).

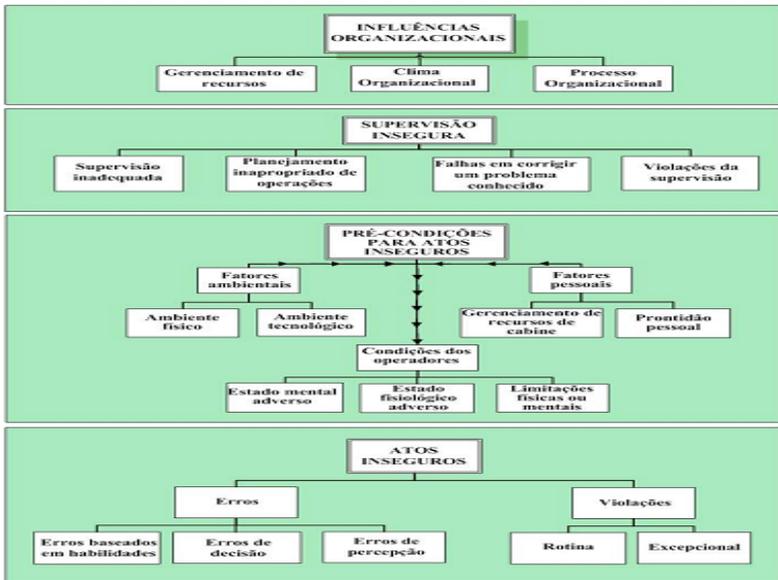


Figura 5 - Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos – HFACS

Fonte: Wiegmann e Shappell (2003) adaptada por Sobreda e Soviero (2011).

VALIDADE DO HFACS

De acordo com Shappell e Wiegmann (2003), existem quatro fatores que atestam a validade de um sistema de análise de fatores humanos: confiabilidade, abrangência, *diagnosticity*¹⁸ e utilidade/funcionalidade.

CONFIABILIDADE

De acordo com O'Connor e Hardiman (1996), para um sistema ser prático/confiável, aqueles que o empregam devem chegar às mesmas conclusões durante uma investigação. Porém, essa situação é virtualmente impossível. O HFACS possui um alto nível de confiabilidade, sendo que seu índice Cohen's *Kappa*¹⁹ é de 0.72, em uma escala que

18 O valor de uma informação obtida através da interação, *feedback* ou evento por uma pessoa em busca de autoconhecimento (PAM, [s.d.]).

19 Cohen's *Kappa* é uma ferramenta estatística conservativa para a mensuração da

vai de 1, quando existe a concordância perfeita entre os avaliadores, a 0, quando a concordância ocorre por acaso. Valores entre 0.60 e 0.74 são considerados bons, e qualquer valor que passe de 0.75 é considerado excelente. Para isto ter acontecido, Weigmann e Shappell (2003) precisaram avaliar o modelo, alterando-o, quando os valores definidos pelos autores não eram atingidos. Mensurar a eficiência das mudanças feitas, durante o processo, de forma simples, baseou-se na concordância entre os avaliadores que participaram dos trabalhos de pesquisa dos autores. Outros pesquisadores, usando o sistema, chegaram a valores ainda mais altos, próximos a 0.85. De acordo com Cohen *et al.* (2015), isto se deve a dois fatores: conhecimento sobre o *framework* e a versão utilizada, já que devido à maleabilidade do modelo, existem outras construções suas.

ABRANGÊNCIA

Para Weigmann e Shappel (2003), um sistema que consiga capturar todas as variáveis relevantes que uma organização tem interesse em atingir e algumas que não o tenham é realmente abrangente. Além disso, os autores pontuam que ser abrangente não significa vasto, mas, sim, prover-se de ferramentas que possibilitem uma análise mais compreensiva da situação. Outro ponto importante, dentro desta questão, é saber em qual ponto parar a investigação, nas chamadas “causas remediáveis”, as quais são falhas, cuja correção será efetiva e evitará geração e propagação de erros dentro do sistema. O que vai de encontro com Reason (1990), já que para o autor, um modelo abrangente ideal captura os erros e suas fontes e, quando esses são corrigidos, torna a organização mais tolerante, ao encontro de condições semelhantes às que geraram o evento original. Não há necessidade de se buscar pelas “causas raiz” do erro.

confiabilidade (concordância) entre, no caso do HFACS, investigadores, usando o *framework* (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

DIAGNOSTICITY

Para ser eficiente, um modelo de fatores humanos precisa, também, ser capaz de identificar as relações entre os erros, para além de desnudar tendências previamente imprevisas e suas origens (O'CONNOR; HARDIMAN, 1996). A essa qualidade se atribui a designação de *diagnosticity*, e modelos que a possuem possibilitam a identificação de áreas em uma organização que realmente precisa de uma intervenção. Um modelo que possui realmente essa característica é usado para identificar as tendências, presentes na organização, e garantir que erros podem ser rastreados e mudanças detectadas. Assim, a eficácia das intervenções pode ser monitorada e avaliada (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

UTILIDADE/FUNCIONALIDADE

A aceitação de um modelo de fatores humanos depende de quão fácil sua aplicação é. Nenhum dos outros fatores apresentados, até agora, terá importância para aqueles que devem aplicar o modelo, se esse não se mostrar fácil de ser usado. Além disso, não se pode ignorar a utilidade de um modelo e a facilidade com que esse seja transformado em uma metodologia prática e configurada operacionalmente (HOLLNAGEL, 1998; WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) "title" : "Cognitive reliability and error analysis method (CREAM).

O HFACS tem sua aceitação avaliada e melhorada continuamente. Weigmann e Shappel (2003) o fazem, com base no *feedback* recebido de operadores que aplicam o modelo e de pessoas que participam dos treinamentos sobre este, ministrados pelos autores. Assim, desde a concepção do sistema até sua versão atual, muitas mudanças, visando a melhor aceitação e, por consequência, uma melhora em sua utilidade/funcionalidade, foram feitas. Essas incluem a alteração de termos técnicos e psicológicos para, assim, melhorar o entendimento por parte dos que usam o HFACS (WIEGMANN; SHAPPELL,

2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

APLICAÇÃO DO HFACS

O modelo usado por muitos pesquisadores busca avaliar o risco de erros, na aviação, e, para além desta, existem aplicações, também, na medicina e transporte rodoviário. Dentro da aviação, a aplicação do modelo não se restringe aos pilotos, existindo versões específicas para manutenção e controladores de tráfego aéreo (WIEGMANN, SHAPPELL, 2003; COHEN; WIEGMANN; SHAPPELL, 2015) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation.

COMO APLICAR O HFACS

A aplicação do modelo, seja para análise de informações vindas de bancos de dados ou propriamente o emprego para investigação de um acidente/incidente, segue o mesmo esquema de aplicação. De acordo com Weigmann e Shappell (2003), é um processo de dois/três passos, em que o primeiro passo é identificar em qual das quatro camadas o erro se encaixa. A depender de onde for encaixado, o segundo passo é identificar em qual dos níveis da respectiva camada ele se encaixa. O terceiro passo, geralmente é feito quando a classificação se dá nas camadas de pré-condições para atos seguros ou atos inseguros, por estas duas camadas possuem subníveis. Para além, o terceiro passo depende da variante do HFACS que está sendo empregada, já que algumas delas possuem um maior número de *nanocodes* (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003) yet most investigation and prevention programs are not designed around any theoretical framework of human error. Appropriate for all levels of expertise, the book provides the knowledge and tools required to conduct a

human error analysis of accidents, regardless of operational setting (i.e. military, commercial, or general aviation).

CONCLUSÃO

O HFACS é uma ferramenta que pode ser considerada bem próxima do que se entende por completa, para investigação de fatores humanos, a qual vem sendo empregada, principalmente pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos que aponta a sua importância e validade. O presente artigo cumpriu com a finalidade de apresentar a estrutura do modelo, discorrer sobre a sua validade e, de forma resumida, a aplicação do modelo. O modelo, se aplicado nas investigações das ocorrências aeronáuticas brasileiras, não só no âmbito das investigações formais do sistema de investigação, mas também sendo utilizado dentro das empresas e organizações aeronáuticas, junto a seus programas de gerenciamento de segurança operacional, irá possibilitar uma maior compreensão dos principais fatores contribuintes presentes nessas ocorrências. Além de possibilitar o desenvolvimento de estratégias de mitigação, para os principais erros que sejam recorrentes nos acidentes e incidentes aeronáuticos, vivenciados no dia a dia das operações aéreas.

Por conta da sua abrangência e a capacidade de ser alterado, para se adaptar ao funcionamento da organização, o HFACS pode e deve ser empregado para incrementar o funcionamento do SGSO, Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional. Esta afirmação se deve ao fato da *diagnosticity* do modelo, pois, através dessa característica, elaboram-se melhores formas de correção de falhas e de estratégias de verificação da efetividade das soluções aplicadas. O que vai de encontro ao SGSO, no tocante a sempre monitorar as soluções empregadas para mitigação de risco.

Ademais, espera-se que este artigo venha contribuir para a evolução das investigações aeronáuticas, no tocante aos fatores humanos. E se espera, também, que este trabalho sirva para o entendimento do modelo e para a sua propagação como uma ferramenta de análise de fatores humanos a ser efetivamente empregada no Brasil.

REFERÊNCIAS

COHEN, T. N.; WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. Evaluating the Reliability of the Human Factors Analysis and Classification System. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 86, n. 8, p. 728–735, 1 ago. 2015. Disponível em: <<http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=2375=6314-&volume86=&issue-8&spage=728>>.

DOD HFACS. **A mishap investigation and data analysis tool**. Disponível em: <http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/aviation/aeromedical/DOD_HF_Anlys_Clas_Sys.pdf>. Acesso em: 2 maio 2017.

HOLLNAGEL, E. **Cognitive reliability and error analysis method (CREAM)**. Oxford: Alden Group, 1998.

ICAO. **Human factors digest no. 7 investigation of human factors in accidents and incidents**. Montreal - Canada: [s.n.], 1993. Disponível em: <<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/2037.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2017.

ICAO. **Human factors training manual**. n. May, 1998.

NTSB, N. T. S. B. **Aircraft Accident Report: Eastern Air Lines, INC. L-1011, N310EA, Miami, Florida, December 29, 1972**. Springfield, Virginia: 1973.

NTSB, N. T. S. B. **NW 255 - NTSB/AAR - 88/05**, 1988.

O'CONNOR, S. L.; HARDIMAN, T. Human error in civil aircraft maintenance and dispatch: The basis of an error taxonomy: **International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics**. 1996.

PAM, M. **What is diagnosticity**. Disponível em: <<http://psychologydictionary.org/diagnosticity/%22>>

title=%22DIAGNOSTICITY%22%3EDIAGNOSTICITY>. Acesso em: 7 maio 2017.

SOBREDA, S. F.; SOVIERO, P. A. de O. SERA E HFACS: dois sistemas para análise e classificação do erro humano em acidentes e incidentes aeronáuticos. **Revista Conexão Sipaer**, v. 3, p.149-187, nov. 2011. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/issue/view/8>>.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system**. Ashgate Publishing Ltd, 2003. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84946216241&partnerID=tZOtx3y1>>.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. Human Factors Analysis and Classification System. **Flight Safety Digest**, n. February, p.15-28, 2001.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS. DOT/FAA/AM-00/7; **Springfield**, Virginia, 2000. Disponível em: <https://www.nifc.gov/fireInfo/fireInfo_documents/humanfactors_classAnly.pdf>.

WIENER, L. et al. Human Factors in Aviation; **Elsevier Science**, 1988. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=E6g-gBQAAQBAJ>>. (Cognition and Perception).

AS POLÍTICAS DE DEMOCRATIZAÇÃO DO ACESSO AO ENSINO SUPERIOR E SUAS INCIDÊNCIAS NO PERFIL DISCENTE DO CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

*Rogério Agostinho da Silva²⁰
Priscila Raposo Ananias²¹*

INTRODUÇÃO

Com a expansão do ensino superior no Brasil e as novas formas de ingresso na graduação via um conjunto de programas e iniciativas políticas voltadas para este setor, é esperado que tais mudanças, de modo geral, se reflitam no perfil dos estudantes de graduação, sobretudo, em um curso como o de Ciências Aeronáuticas, o qual possui um alto custo decorrente, principalmente, das horas de voo exigidas não só na formação inicial do piloto, mas também no avanço das categorias de licenças e de habilitações possíveis na área.

Tendo em vista a insuficiência de estudos que investiguem o perfil dos estudantes de ciências aeronáuticas na região Nordeste, bem como os reflexos das políticas governamentais de democratização do ensino superior na área, surge o seguinte questionamento: qual(is) o(s) impacto(s) causado(s) pelas políticas de acesso ao ensino superior no perfil discente do curso de Ciências Aeronáuticas?

20 Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Escola Superior de Aviação Civil, Campina Grande-PB.

21 Mestra em Linguagem e Ensino, Professora da Escola Superior de Aviação Civil, Campina Grande – PB.

A luz dessa pergunta, este estudo objetivou investigar a incidência das políticas governamentais de democratização do acesso ao ensino superior no perfil do estudante de Ciências Aeronáuticas da Escola Superior de Aviação Civil (ESAC), instituição privada, localizada na cidade de Campina Grande, PB.

Os resultados da pesquisa buscam auxiliar os atores envolvidos com a formação do aeronauta (professores, coordenadores, direção) na busca por melhor satisfazer as necessidades de ensino e de aprendizagem dos discentes, bem como propõem uma reflexão acerca dos impactos das políticas de acesso e democratização do ensino superior no perfil dos estudantes ingressantes no curso de Ciências Aeronáuticas.

O presente estudo está organizado em cinco partes. Na primeira, encontra-se a introdução com a apresentação da temática e do objetivo norteador do estudo. Em seguida, foi traçado um breve panorama acerca das formas de ingresso no Ensino Superior propostas pelas políticas públicas de democratização do acesso ao ensino superior. Nas terceira parte, explicitou-se a metodologia e os procedimentos de coleta dos dados. Após isso, promoveu-se a discussão e a análise dos dados e, por fim, abordou-se a conclusão do estudo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, será abordado um breve panorama dos principais meios e programas de ingresso na graduação que compõem o cenário de políticas voltadas para a ampliação e democratização do acesso ao ensino superior no Brasil.

A EXPANSÃO DO ENSINO SUPERIOR NO PAÍS

No Brasil, nas últimas décadas, presencia-se uma expressiva expansão do ensino superior em virtude da criação de políticas que ampliam o acesso dos discentes às Instituições de Ensino Superior (IES) como uma tentativa de democratizá-lo. Tais políticas têm ampliado o número de vagas nas instituições de ensino tanto públicas quanto privadas, através de esforços firmados pelos governos federal, estadual, municipal e a iniciativa privada, bem como pelo terceiro setor, representado pelas instituições filantrópicas (INEP, 2015).

O censo da educação superior realizado em 2014 apurou que foram ofertados 32.878 cursos de graduação, em 2.368 instituições de educação superior, das quais 87,4% eram privadas. E, nesse mesmo ano, as matrículas na educação superior, superaram os 7,8 milhões (INEP, 2015).

Essa crescente demanda por educação superior tem resultado em um grande incremento das matrículas. Tal expansão do número de ingressantes, especialmente no que se refere a segmentos da população tradicionalmente excluída, corresponde a um projeto genuíno que busca diminuir, ainda que de forma precária, as desigualdades sociais.

A Escola Superior de Aviação Civil está inserida no contexto da democratização do ensino superior, atuando ativamente no grupo das instituições de ensino privado do país, destacando-se no ramo da educação voltada para aviação, com adesão à maioria dos programas de acesso e democratização do ensino superior. Uma das principais formas de ingresso em seus cursos é pela nota do Enem, seja no sentido da concessão de bolsas de estudos através do ProUni, seja na oferta de várias formas de financiamentos estudantis, destacando-se, dentre elas, o Fies.

AS NOVAS FORMAS DE INGRESSO NA GRADUAÇÃO

Os principais programas que viabilizam o ingresso dos estudantes nas universidades são: o Programa Universidade para Todos (ProUni), o Sistema de Seleção Unificada (Sisu), o Fundo de Financiamento Estudantil (Fies), o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni). Cabendo, também, ressaltar a importância do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) o qual avalia o conhecimento dos alunos egressos do ensino médio, e é o principal método de avaliação para ingresso nas IES (INEP, 2015).

O Enem é o fundamental critério nas seleções do ProUni, Sisu e Fies. A popularização do Enem se deu com a criação do ProUni, que faz concessão de bolsas em instituições privadas, a partir das notas obtidas no certame. Ocorreu também a gradativa adesão das universidades públicas à utilização da nota desse exame como critério total ou parcial de seleção, através do Sistema de Seleção Unificada

(SISU), em substituição ao vestibular tradicional ou atuando em paralelo com este. O Enem tornou-se, nos últimos anos, uma ferramenta que acompanhou as recentes mudanças educacionais advindas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e influenciou a sistematização das estruturas curriculares em todas as etapas e modalidades de ensino (CARMO *et al.*, 2014).

Já o ProUni foi criado com a função de conceder bolsas de estudos em instituições privadas aos estudantes de baixa renda. Tal programa possui políticas de ações afirmativas destinadas a estudantes negros, pardos ou indígenas e também aos portadores de deficiência por meio da concessão de bolsas na modalidade integral ou parcial.

Outra medida tomada com o objetivo de firmar a democratização do ensino superior ocorreu com a criação do Reuni, como uma das ações integrantes do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), tendo como meta principal a ampliação do acesso de estudantes à educação superior. O Reuni busca a expansão física, acadêmica e pedagógica das Universidades Federais e suas ações visam à interiorização do ensino superior, o aumento de vagas nas graduações e a ampliação dos cursos (CARMO *et al.*, 2014).

Outro instrumento importante de acesso ao ensino universitário é o financiamento dos estudos por meio do Fies, administrado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), é um programa de financiamento da educação superior para estudantes matriculados em instituições privadas. Os financiamentos são destinados aos matriculados em cursos que tenham sido avaliados de forma positiva pelos processos avaliativos conduzidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), órgão responsável pelas avaliações do sistema educacional brasileiro em subsídio às políticas educacionais do Ministério da Educação.

Também dentre as medidas de “democratização” do acesso ao ensino superior, destaca-se a política das cotas nas universidades públicas, a qual se ancora na Lei nº 12.711 de 2012 (Lei das cotas) e abrange os estudantes egressos de escolas públicas e/ou integrantes de grupos raciais e étnicos.

Esta medida visa promover o acesso ao ensino superior à população historicamente menos favorecida. Contudo, é necessário

esclarecer que “democratizar” a educação superior não se limita apenas à ampliação do acesso e à criação de mais vagas (SOBRINHO, 2010), uma vez que além da expansão das matrículas e da inclusão social de jovens tradicionalmente excluídos, em razão de suas condições econômicas, dentre outros fatores, é imprescindível que lhes sejam assegurados também os meios de permanência sustentável, isto é, as condições adequadas para realizarem com boa qualidade os seus estudos.

Ainda, segundo o autor:

Uma sociedade que produz excluídos pela pobreza, violência, racismo, analfabetismo, desídia relativamente à saúde, educação, segurança, habitação e demais condições de vida digna, é uma sociedade partida, conflituosa, intolerante, preconceituosa e injusta. Exclusão gera marginalização, ignorância, insegurança, violência, ruptura do tecido social (SOBRINHO, 2010, p.1229).

Assim, acesso e permanência são aspectos essenciais de um processo mais amplo de “democratização”. O direito social à educação de qualidade é um aspecto essencial e prioritário na construção de uma sociedade mais igualitária, na consolidação da identidade nacional e instrumento de inclusão socioeconômica. Por isso, assegurá-lo adequadamente é dever intransferível do Estado.

METODOLOGIA

O presente estudo classificou-se como de cunho descritivo-interpretativo, pois focou nas áreas das ciências humanas e sociais, objetivando a descrição das características da população em estudo e estabelecendo relações entre suas variáveis, através dos fatos coletados. A abordagem usada foi de ordem qualitativa e quantitativa. Para Marconi e Lakatos:

O método qualitativo preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo

a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento (MARCONI; LAKATOS, 2017, p.269).

Já a abordagem quantitativa foi usada para fazer um levantamento das porcentagens referentes às respostas dos discentes ao questionário aplicado, compondo a análise estatística dessas respostas.

Na observação e análise dos dados, utilizou-se a indução, método característico da metodologia interpretativista, pois partimos de observações particulares com vistas ao desenvolvimento de possíveis conclusões, a partir de padrões encontrados nos dados. No tocante à origem dos dados, estes foram oriundos da pesquisa de campo, que se realizou através da aplicação de um questionário, em turmas do curso pesquisado.

No presente estudo, o universo da pesquisa é composto por setenta e três alunos do curso de Ciências Aeronáuticas da Escola Superior de Aviação Civil, no ano de 2017. O questionário foi aplicado nas turmas do 3º e 5º períodos, bem como em uma turma de recém-formados.

Desta forma, a amostra selecionada pode ser classificada como não probabilística, sendo que a seleção foi feita por acessibilidade e tipicidade, cujos elementos pesquisados são considerados representativos da população alvo do estudo (VERGARA, 2000).

A coleta de dados desta pesquisa se deu em dois momentos: um presencial e outro *online* (via uso da ferramenta de formulários do *Google*). No processo de coleta, com a aplicação do questionário, foi mantido total sigilo em relação à identificação dos participantes da pesquisa, bem como a adesão foi voluntária e o tempo de resposta deste foi de 15 minutos para os que responderam de forma presencial.

O questionário foi composto por um total de dezessete perguntas, das quais onze tinham caráter objetivo. Nesse tipo de proposição, existem diferentes possibilidades de respostas, algumas com duas e outras com até nove alternativas objetivas, dentre as quais apenas uma pode ser escolhida. Outras cinco questões de natureza mista, apresentando em sua formulação opções de resposta objetivas e

subjetivas, e, por fim, uma questão aberta, na qual o voluntário participante pôde expor seu posicionamento de forma subjetiva.

Tal instrumento de coleta de dados foi aplicado nas turmas dos 3º e 5º períodos, bem como para uma turma de alunos recém-egressos. Os dados constituem uma amostra representativa, tendo em vista que foram coletados com alunos que estavam na metade do curso em diante, bem como dos concluintes do bacharelado em estudo. Os participantes da pesquisa ingressaram na ESAC nos semestres 2014.1 (recém-egressos), 2015.1 (5º período) e 2016.1 (3º período), o número de alunos participantes por turma foi de 25, 25 e 23, respectivamente, totalizando uma amostra com 73 alunos. Os dados foram armazenados e analisados com o auxílio de uma versão gratuita do programa *Survey Monkey*.

A aplicação do questionário ocorreu de duas maneiras: *in loco*, nas salas de aula da própria instituição, para os alunos graduandos; e via correio eletrônico (e-mail) para os egressos, uma vez que estes últimos não estão mais matriculados em disciplinas e uma parte delas está apenas concluindo as horas de voo necessárias para a colação de grau.

A aplicação *in loco* ocorreu das 20h às 20h e 15min na turma do 5º período; e das 21h às 21h e 15min na turma do 3º período, todas no dia 4 de abril de 2017, com preenchimento imediato e em conjunto em cada turma. Já a aplicação via e-mail teve início às 6 horas do dia 5 de março de 2017, com o envio de 27 questionários, sendo finalizado às 22 horas do dia 30 de março de 2017, com o retorno de 25 questionários respondidos, e o tempo total disponibilizado foi cerca de 25 dias. O prazo para esta coleta foi mais extenso, devido ao tempo médio de consulta individual dos correios eletrônicos pelos alunos egressos, bem como em virtude do tempo livre que os voluntários dispunham para responder ao questionário.

É importante ressaltar que a presente pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) por envolver seres humanos. Antes da aplicação do questionário nas duas modalidades (*in loco* e e-mail), os participantes tiveram acesso ao Termo de Confidencialidade da Pesquisa, devidamente assinado pelos pesquisadores, bem como foram convidados a assinarem o Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido (TCLE).

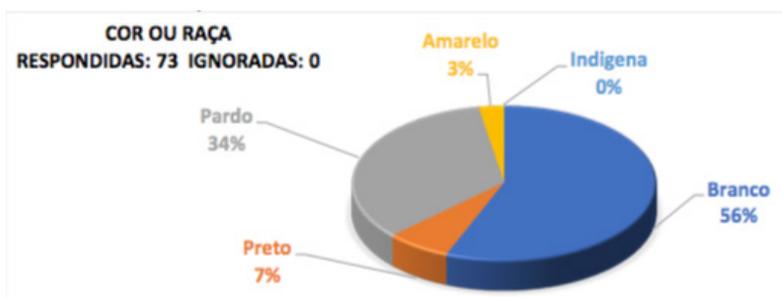
ANÁLISE E RESULTADOS

Para esse estudo, utilizamos as questões objetivas do questionário que revelaram a cor ou raça dos estudantes, o grau de instrução dos pais, tipo de instituição em que cursou o ensino médio e o ano de conclusão, bem como a renda mensal aproximada da família e a forma de convênio com a instituição.

COR OU RAÇA

Os números coletados nesta pesquisa revelaram que o percentual de alunos que se autodeclararam brancos é de aproximadamente 56% do total dos discentes pesquisados, e os pardos somam 34%, como mostra o Gráfico 1. Além disso, no estudo, algo que chama a atenção é o pequeno número de negros e índios frequentando o curso, cerca de 7%, mesmo sendo a instituição de ensino parceira dos programas de inclusão à educação superior implementados pelo governo brasileiro.

Gráfico 1 - Cor ou Raça



Fonte: Os autores.

NÍVEL DE INSTRUÇÃO DOS GENITORES

No presente estudo, consta que mais de 62% dos pais de alunos participantes da pesquisa não têm o curso superior completo e grande parte (51%) não frequentou o Ensino Superior.

Quadro 1 - Nível de Instrução dos Pais

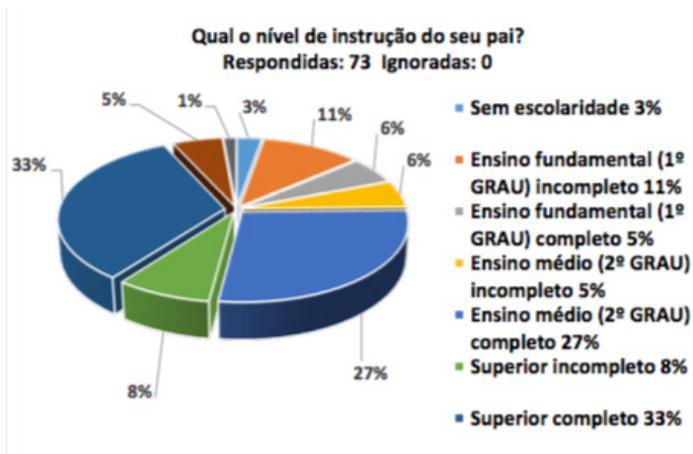
Opção de Resposta	PAI		MÃE	
	Resposta	Percentual	Resposta	Percentual
Sem escolaridade	2	2.74%	0	0.00%
Fundamental (1º grau) incompleto	8	10.96%	7	9.59%
Fundamental (1º grau) completo	4	5.48%	4	5.48%
Ensino médio (2º grau) incompleto	4	5.48%	4	5.48%
Ensino médio (2º grau) completo	20	27.40%	21	28.77%
Superior incompleto	6	8.22%	11	15.07%
Superior completo	24	32.88%	23	31.51%
Mestrado ou Doutorado	4	5.48%	3	4.11%
Não sei informar	1	1.37%	0	0.00%
Total	73	100%	73	100%

Fonte: Os autores.

Também chama atenção o fato de 36% dos pais terem curso superior ou pós-graduação, ficando bem acima da média nacional. Diante desse cenário, observa-se que a composição do perfil educacional dos pais dos discentes é formada por dois grandes grupos heterogêneos: uma parte do contingente mostra um ótimo nível intelectual, ao passo que o outro grupo apresenta uma baixa escolaridade. Nos dois gráficos abaixo, podemos analisar mais detalhadamente os níveis de instrução dos genitores dos alunos envolvidos na pesquisa.

Observa-se, no Gráfico 2, que 46% dos pais frequentaram um curso superior e, destes, 33% conseguiram concluir a graduação e 5% deram continuidade aos estudos concluindo uma pós-graduação. Podemos observar ainda que 24% dos pais pesquisados não terminaram o ensino médio e, deste número, 3% não têm escolaridade.

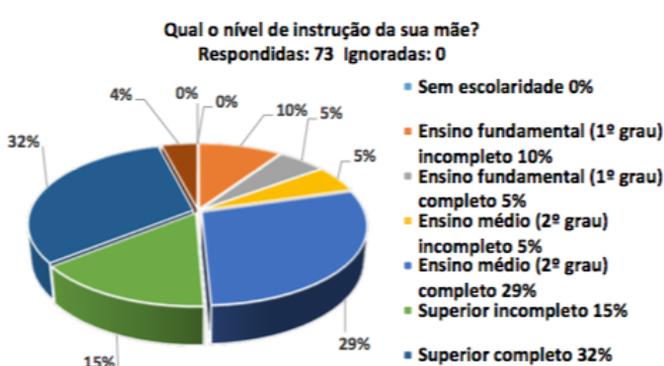
Gráfico 2 - Nível de Instrução dos Pais



Fonte: Os autores.

No que diz respeito às mães, não foi constatada ausência de escolaridade, como podemos observar no Gráfico 3. Contudo, 20% delas não concluíram o ensino médio, 51% frequentaram cursos superiores, 36% concluíram a graduação, bem como 4% das mães dos participantes da pesquisa possuem pós-graduação.

Gráfico 3 - Nível de Instrução das Mães



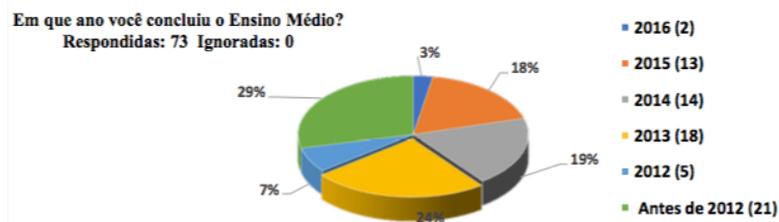
Fonte: Os autores.

O estudo demonstra ainda que a variável nível de instrução dos genitores pode facilmente revelar traços do perfil econômico dos participantes da pesquisa. Como também sinaliza para uma evolução no nível educacional da presente geração de estudantes, os quais tendem a passar mais anos estudando do que seus pais.

ANO EM QUE OS DISCENTES CONCLUÍRAM O ENSINO MÉDIO

No Gráfico 4, adiante, verifica-se que o maior percentual se refere aos participantes que concluíram o ensino médio antes do ano de 2012, aproximadamente 29%, o que suscita a necessidade de uma investigação mais acurada acerca desse fenômeno, uma vez que um grande número de discentes não estava frequentando um curso de graduação, logo após o término do ensino médio.

Gráfico 4 - Em que Ano Você Concluiu o Ensino Médio



Fonte: Os autores.

Um dos prováveis motivos aponta para as oportunidades criadas com a criação de políticas de inclusão dos grupos historicamente excluídos deste nível educacional, que atualmente possibilita a inclusão de estudantes que outrora não teriam condições de frequentar o curso de ciências aeronáuticas, devido ao seu alto custo, sobretudo, no que concerne às horas de voo exigidas para sua conclusão.

Segundo José Dias Sobrinho:

Assim se vai criando no imaginário coletivo e na

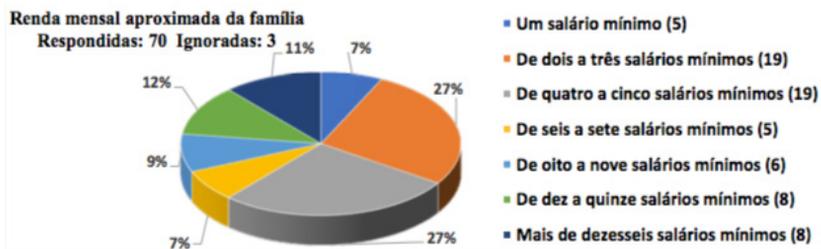
percepção individual de muitos jovens das camadas mais pobres a ideia de que são naturais suas baixas capacidades competitivas e que os cursos mais exigentes e de maior prestígio econômico e social se reservam aos mais ricos. Aos mais pobres está quando muito facultado o acesso a cursos escassamente considerados nas hierarquias acadêmicas e que levariam a empregos de menor prestígio econômico e social (SOBRINHO, 2013, p.120).

O autor revela nesse excerto a existência de uma hierarquia dos cursos acadêmicos na qual, historicamente, os de maior prestígio, que teoricamente oferecem melhores condições de trabalho e retorno financeiro, estão reservados aos membros das classes mais abastadas, restando aos pobres os cursos de menor grau nessa hierarquia. Esse panorama tem mudado nas últimas décadas, sobretudo, em decorrência das políticas de ações afirmativas possibilitando o ingresso de muitos jovens na universidade ou, até mesmo, o seu retorno em um curso melhor ranqueado nessa “hierarquia” dos cursos.

RENDA MENSAL APROXIMADA DA FAMÍLIA

A obtenção de dados relativos à renda mensal familiar possibilita a construção de uma base para análise e classificação das classes sociais dos estudantes da instituição pesquisada. Observe o Gráfico 5:

Gráfico 5 - Renda Mensal Aproximada da Família



Fonte: Os autores.

Os dados da renda familiar foram analisados a partir da comparação com os parâmetros de classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por ser a forma mais simples de classificação, cujo único dado base necessário para classificação é o salário-mínimo, praticado na época da análise, e um segundo ponto é o fácil acesso ao banco de dados do instituto de pesquisa.

O Quadro 2 mostra os parâmetros utilizados pelo IBGE (2017) que também serão usados nesta análise, apresentando as classes sociais, o número de salários-mínimos e a renda familiar provida mensalmente.

Quadro 2 - Classes Sociais por Faixa de Salário-Mínimo (IBGE)

Classes Sociais	Números de Salários-Mínimos	Renda Familiar (R\$) em 2017
A	Acima de 20 Salários-Mínimos	R\$ 18.740,01 ou mais
B	De 10 a 20 Salários-Mínimos	De R\$ 9.370,01 a R\$ 18.740,00
C	De 4 a 10 Salários-Mínimos	De R\$ 3.748,01 a R\$ 9.370,00
D	De 2 a 4 Salários-Mínimos	De R\$ 1.874,01 a R\$ 3.748,00
E	Até 2 Salários-Mínimos	Até R\$ 1.874,00

Fonte: Critério de Classificação Socioeconômico IBGE.

As classes sociais representadas pelas letras A B, C, D e E têm sua classificação representada respectivamente como: classe alta, alta classe média, classe média, baixa classe média e pobre. O Quadro 3 é uma adaptação da tabela anterior, com os dados coletados na presente pesquisa e mostra os resultados de forma sintetizada.

Quadro 3 - Tabela Adaptada das Classes Sociais de Acordo com o IBGE (2017)

Classes	Classe Social	Faixa de renda familiar	Participantes	Percentual
A	Classe Alta	R\$ 18.740,01 ou mais	8	11.43%
B	Alta Classe Média	De R\$ 9.370,01 a R\$ 18.740,00	8	11.43%
C	Classe Média	De R\$ 3.748,01 a R\$ 9.370,00	30	42.85%
D	Baixa Classe Média	De R\$ 1.874,01 a R\$ 3.748,00	19	27.14%
E	Pobre	Até R\$ 1.874,00	5	7.14%

Fonte: Adaptado pelos autores.

De acordo com a tabela acima – adaptada a partir da classificação do IBGE e com base nos dados expressos no Gráfico 5 – a maioria dos participantes, aproximadamente 43% dos pesquisados se encontram na classe “C” (Classe Média), com uma faixa de renda familiar entre R\$ 3.748,01 e 9.370,00 mil reais; seguido pela classe “D” (Baixa Classe Média), percentual de 27%, cuja renda vai de R\$ 1.874,01 a 3.748,00 mil reais.

Na sequência, aparecem as classes “A” e “B” (Classe Alta e Alta Classe Média), cada uma apresentando um percentual aproximado de 11% dos alunos e, por último, a classe “E” (Pobres) com um percentual de 7% dos discentes.

De uma forma geral, a análise mostra uma grande diversidade de classes sociais no curso, com participantes em todos os segmentos. No entanto, em uma análise mais detalhada, fica mais evidente a existência de dois grupos distintos: uma parte possui alta renda familiar e a outra é formada por famílias com renda familiar modesta.

EDUCAÇÃO BÁSICA

No Quadro 4, a seguir, observamos que 21% dos pesquisados estudaram integralmente em escola pública, chegando a aproximadamente 25% quando somados os que estudaram integralmente e parcialmente nessas instituições.

Quadro 4 – Tipo de Instituição em que Coursou a Educação Básica

Opção de Resposta	Nº de respostas	Percentual (%)
Integralmente em escola pública	14	19.18%
Integralmente em escola particular	42	57.53%
Maior parte em escola pública	3	4.11%
Maior parte em escola particular	13	17.81%
Em escolas comunitárias/CNEC/EJA	1	1.37%
Outros	0	0.00%
Total	73	100%

Fonte: Os autores.

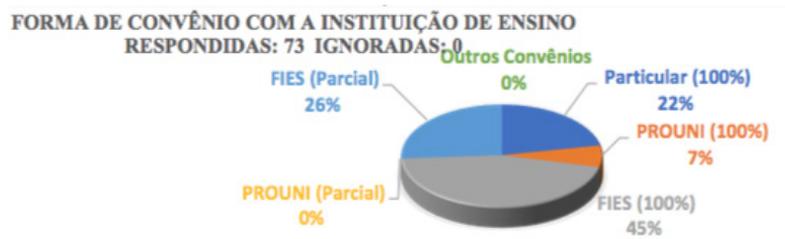
Verificou-se ainda um predomínio de estudantes egressos das instituições de ensino privadas, pois 58% dos sujeitos estudaram integralmente nessas instituições, os quais, quando somados aos que estudaram parcialmente nessas instituições, atingem um total aproximado de 75% dos participantes da pesquisa.

A análise do tópico “Educação Básica” revela que o curso tem seu contingente de alunos formado em sua maioria por estudantes egressos de escolas particulares. Contudo, o percentual de alunos egressos de escolas públicas é bastante significativo. Haja vista o alto custo do curso pesquisado, dificultando, muitas vezes, a sua conclusão, percebe-se uma acentuada mudança no perfil dos estudantes do curso de Ciências Aeronáuticas, a qual apresenta uma boa representação de alunos que passaram toda sua vida estudantil em instituições públicas.

FORMA DE CONVÊNIO DOS DISCENTES COM A IES

As informações referentes à forma de convênio dos alunos com a instituição de ensino (ESAC) estão no Gráfico 6, no qual se observa que a maioria dos alunos, 45% dos participantes, têm seus estudos 100% financiados pelo Programa de financiamento estudantil (Fies).

Gráfico 6 - Forma de Convênio com a Instituição de Ensino



Fonte: Os autores.

Esse número cresce se somado com todos os alunos que têm Fies parcial, chegando a um percentual de aproximadamente 71% dos discentes matriculados na instituição. Outro número interessante é o

da participação em programas de inclusão ao ensino superior, como ProUni e Fies, que somados chegam a um percentual de 78% dos respondentes da pesquisa, como se observa no Quadro 5.

Quadro 5 - Forma de Convênio com a Instituição de Ensino

Opção de Resposta	Nº de respostas	Percentual (%)
PARTICULAR	16	21.92%
PROUNI	5	6.85%
FIES	33	45.21%
PROUNI (Parcial)	0	0.00%
FIES (Parcial)	19	26.03%
Outros Convênios	0	0.00%
Total	73	100%

Fonte: Os autores.

Observe que apenas 22% dos participantes arcam com 100% do valor do curso. Dado que leva à conclusão de que os programas de democratização do acesso ao ensino superior implementados pelo poder estatal exercem vital importância na manutenção do curso sediado na instituição, assim como em vários cursos sediados no Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a obtenção de dados consistentes acerca das influências das políticas de inclusão e democratização do acesso ao ensino superior no perfil do estudante de Ciências Aeronáuticas da Escola de Aviação Civil (ESAC), instituição privada com fins lucrativos, localizada na cidade de Campina Grande, PB.

De um modo geral, o estudo constatou a existência de uma significativa diversidade de níveis sociais e econômicos, com representantes em todas as classes sociais, e esse fato está diretamente relacionado ao surgimento e a ampliação das políticas de inclusão do ensino superior, as quais mudaram de forma expressiva o perfil do estudante do referido curso, haja vista que se verificou a entrada de

um número considerável de estudantes egressos de escolas públicas e de baixa renda no contingente formador do curso. Fato que não se trata de mera coincidência, já que esse fenômeno se dá de forma contínua e em todas as turmas consultadas nesta pesquisa.

As políticas de inclusão contribuíram para o retorno de muitos estudantes que terminaram o ensino médio e estavam fora das salas de aula. E isso, sem dúvida, se deu, principalmente com a ampliação das vagas possibilitadas via os programas do Fies e ProUni, que criaram novas perspectivas para esses brasileiros que, em outras circunstâncias, provavelmente teriam dificuldades para frequentar um curso superior em uma instituição privada.

O estudo revelou ainda pontos omissos carentes de melhorias pelas políticas de inclusão, tais como: a ausência de políticas efetivas voltadas para permanência dos discentes nas instituições, haja vista a existência de outras necessidades por parte dos contemplados, quais sejam: auxílio moradia, transporte, alimentação, acompanhamento de saúde e subsídios para aquisição de livros e outros materiais indispensáveis a sua formação. Além do financiamento das horas de voo ainda não inclusas nos programas. Outra importante crítica diz respeito à inobservância de algumas regras e a omissão na criação de outras que, de fato, possibilitem o direcionamento dos benefícios apenas para os discentes que constituem, realmente, o público-alvo dos programas.

REFERÊNCIAS

CARMO, E. F. *et al.* Políticas públicas de democratização do acesso ao ensino superior e estrutura básica de formação no ensino médio regular. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 95, n. 240, p.304-327, 2014.

IBGE, 2017. **IBGE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 3 maio. 2017.

INEP. Censo da Educação Superior 2014: **Notas Estatísticas**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira,

p.2-15, 2015.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. 8ª edição. São Paulo: Atlas, 2017, 368 p.

SOBRINHO, J. D. Democratização, qualidade e crise da educação superior: faces da exclusão e limites da inclusão. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 113, p.1223-1245, 2010.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

Sobre o livro

Projeto gráfico/capa Erick Ferreira Cabral
Normalização e revisão ortográfica Antonio de Brito Freire

Mancha Gráfica 10,5 x 16,7 cm
Tipologias utilizadas Adobe Caslon Pro 11/13,2 pt
CasablancaAntique 18 pt

