

A primeira edição da Revista EJNEWS traz artigos dos docentes da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, de Itápolis (SP). São temas variados, abrangendo diferentes pontos de vista sobre o universo aeronáutico, escritos por um único autor ou em coautoria. Além disso há a seção de artigos dos graduandos da Faculdade, indicados para a publicação na apresentação de final de curso. Também a Revista EJ NEWS abre espaço para outras discussões multidisciplinares, permitindo inusitadas ligações.

Dr. Delvanir Lopes
Editor

SUMÁRIO

Artigos

O ESTUDO DE LÍNGUA PORTUGUESA EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM PILOTAGEM

Lopes, D. (Autor) p. 1-13

ACIDENTES COM TANQUE DE COMBUSTÍVEL EM AERONAVES E SEU IMPACTO NA CERTIFICAÇÃO E SEGURANÇA: Estudo de caso do Voo TWA 800 e o SFAR 88

Tiago Damasceno Chiaveli, Catarina Claudino Fernandes de Oliveira, João Luna, Murilo Gregorio (Autores)
p. 14-25

MODELOS ESTRATÉGICOS NO SETOR AÉREO: lições sobre a sustentabilidade da vantagem competitiva

Welington J Rocha dos Santos (Autor) p. 26-41

COLISÃO COM O SOLO EM VOO CONTROLADO (CFIT): voando VFR em IMC

Antonio Dari Vidal Sobreira (Autor) p. 42-58

PERDA DE CONTROLE EM VOO: estudo de caso Air Midwest 5481

Leonardo Alesson Soares de Araujo (Autor) p. 59-64

OS PRINCIPAIS DESAFIOS DA GESTÃO FINANCEIRA DAS COMPANHIAS AÉREAS NO BRASIL

Henrique Augusto Calça (Autor) p. 65-72

MACHINE LEARNING NA CABINE DE VOO: desafios regulatórios e evolução da automação responsável

Pedro Henrique Praeiro de Lima, Kleber Alexandre Mazeto Rossi (Coautor) p. 73-85

A IMPORTÂNCIA DA IATA PARA O TRANSPORTE AÉREO REGULAR MUNDIAL

José Henrique de Lima Freitas, Felipe Pozzer de Souza (Autor) p. 86-109

Graduandos da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil - EJ

COMPREENDENDO O WAAS e o LPV: os benefícios do *Wide Area Augmentation System*

Fabio Dias Cecilio (Autor) p. 110-134

A INFLUÊNCIA DA ACROBACIA AÉREA NA SEGURANÇA DE VOO

Marina Schuck da Silva (Autor) p. 135-151

Multidisciplinar

A CONTRIBUIÇÃO DE MARIA MONTESSORI PARA A EDUCAÇÃO

Tânia Cristina Pinheiro Calça (Autor) p. 152-176

EJ News - ISSN 3085-7678 (online)

EJ Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil

Rua Paraná, 450 Distrito Industrial III CEP: 14.900-626 Itápolis-SP

Copyright © 2025. Todos os direitos reservados.

O ESTUDO DE LÍNGUA PORTUGUESA EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM PILOTAGEM

The study of portuguese language in graduation courses

Delvanir Lopes¹

O que quer, o que pode esta língua?
Caetano Veloso

Resumo – Este artigo se propõe a analisar a presença do componente Língua Portuguesa em cursos superiores. Verifica-se que, mesmo em cursos de áreas diferentes da área de linguagens, a aprendizagem formal do idioma visa suprir lacunas que possam não ter sido sanadas durante os anos do Ensino Médio. Daí que o traço preponderante deles seja de nivelamento ou de língua portuguesa instrumental. O método para o estudo foi investigativo para detectar a presença do componente em grades curriculares variadas, com destaque para os cursos de aviação, entre eles o da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil – Itápolis/SP. Conclui-se que a Língua Portuguesa em cursos superiores promove vários fatores, entre eles: comunicação mais eficiente, auxílio na produção acadêmica, interdisciplinaridade e entendimento de conteúdos.

Palavras-chave – Língua Portuguesa; Nivelamento; Cursos superiores.

Abstract – This article aims to analyze the presence of the Portuguese Language component in higher education courses. It appears that, even in courses in areas other than languages, formal language learning aims to fill gaps that may not have been remedied during the High School years. Hence their preponderant trait is leveling or instrumental Portuguese language. The method for the study was investigative to detect the presence of the component in varied curricula, with emphasis on aviation courses, including the Faculty of Civil Aviation Technology – Itápolis/SP. It is concluded that the Portuguese Language in higher education courses promotes several factors, including: more efficient communication, assistance in academic production, interdisciplinarity and understanding of content.

Keywords – Portuguese Language; Leveling; Higher education courses.

Introdução

A língua portuguesa é uma língua neolatina, formada principalmente a partir do latim vulgar, com influências árabes e de tribos locais.² Embora esteja fortemente conectada ao galego, o português é uma língua própria e independente. Apesar das mudanças ao longo do tempo, com a adição de vocábulos franceses, ingleses e

¹ Pós-doutor em Literatura Brasileira; professor da EE Valentim Gentil e da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, ambas em Itápolis/SP. Contato: delvanir.lobes@edu.br

² As informações a respeito da história do nascimento/evolução do idioma português são baseadas, principalmente, em: TEYSSIER, Paul. História da língua portuguesa. Tradução de Celso Cunha. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2014. (pdf). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=200202&forceview=1>
Acesso em 22 jan. 2025.

espanhóis, entre outros, a língua portuguesa mantém uma identidade única. No seu auge, era quase tão difundida quanto o inglês atualmente.

Na Península Ibérica, localizada na Europa Ocidental, encontram-se Portugal e Espanha, que faziam parte do Império Romano há mais de 2.000 anos. Os conquistadores romanos impuseram o latim aos povos locais, mas não o latim culto das elites, e sim o latim vulgar, falado pela população geral, com quem a população local teve mais contato, como soldados e outros indivíduos considerados incultos.

A influência linguística dos povos conquistados não pode ser ignorada. Dialectos falados na península e em outros lugares moldaram o desenvolvimento da língua. A influência árabe também foi significativa, inserindo muitos termos até a Reconquista (1249). Esse processo resultou em diversos dialetos, chamados de romances, devido derivarem do latim vulgar. Após a queda do Império Romano no século V, a fragmentação dos dialetos se intensificou, resultando em línguas como catalão, castelhano e galego-português, faladas na região ocidental da península.

O galego-português deu origem ao português e ao galego (posteriormente restrito à Galiza, na Espanha). O galego-português existiu do século XII ao XIV, durante os quais o português se uniformizou e adquiriu suas características atuais. Em 1536, Fernão de Oliveira (1507-1581) publicou a primeira Gramática da Linguagem Portuguesa (1536), consolidando a língua definitivamente.

Ainda que resumidamente, essa introdução busca localizar o leitor sobre o tema a ser desenvolvido nesse artigo: entender a importância do componente Língua Portuguesa em cursos de graduação, sobretudo naqueles que não têm relação direta com a área de linguagens. Com o levantamento de algumas matrizes curriculares em diversas áreas de conhecimento, identificam-se três vertentes subjacentes à formação acadêmica: A primeira visa superar possíveis lacunas da escolaridade formal do aluno, conhecida como nivelamento. A segunda adota o perfil técnico, argumentando que tal ensino instrumentalizaria os estudantes para o exercício da profissão. A última modalidade procura valorizar o discurso acadêmico e o desenvolvimento intelectual. Nos três âmbitos, a perspectiva de que o domínio da escrita é condição da aprendizagem de outros conhecimentos permanece.

Neste estudo, portanto, serão analisadas algumas grades curriculares de cursos como odontologia e engenharia por exemplo, além de, especificamente, verificar matrizes curriculares de faculdades brasileiras de aviação, a fim de

demonstrar como e se o componente Língua Portuguesa é trabalhado e identificar a sua importância para o desenvolvimento integral do estudante. Assim, os métodos empregados são o biográfico, uma vez que serão trabalhadas informações extraídas de textos a respeito da língua portuguesa em cursos superiores, e indutivo, uma vez que, a partir de dados encontrados em grades curriculares relacionadas ao tema, análises e conclusões serão feitas.

O mote que norteou as investigações partiu dos componentes Radiocomunicação³ I e II ministrados pelo autor deste artigo aos estudantes do curso de formação de pilotos da Faculdade de Pilotagem Profissional de Aeronaves – EJ – Itápolis/SP. É recorrente o questionamento sobre a importância e necessidade de aulas de Língua Portuguesa para quem deseja ser piloto aeronáutico, que, aparentemente, não alimentam qualquer relação, segundo muitos estudantes.

Assim, verificou-se a relevância de debater o assunto, embora já existam vários outros textos mostrando a relação entre a escrita/ leitura/ interpretação de textos⁴ e cursos de educação universitária. A chegada de alunos ao ensino superior e as dificuldades que eles e os docentes enfrentam por causa de analfabetismo funcional que tem se disseminado no país também são temas contemplados.

1 A língua portuguesa no mundo

Embora o Brasil esteja linguisticamente isolado com relação aos demais países da América Latina, uma vez que a grande maioria se comunica em idioma espanhol, o número de falantes é maior. No mundo, dos quase 260 milhões de falantes de português, o Brasil representa mais de 210 milhões.

Como o idioma está presente em 4 continentes, a distância geográfica entre os países unidos pela língua faz com que as diferenças gramaticais, de uso, vocabulário, pronúncia, sintaxe sejam muitas. Visando unificar, sobretudo ortograficamente, os países lusófonos, realizou-se o Novo Acordo Ortográfico, que entrou em vigor em 2009. Também foi criada em 1996, em Lisboa, a Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) com o intuito de aumentar a cooperação e o intercâmbio cultural

³ Língua Portuguesa

⁴ (como FARACO, Carlos Alberto e TEZZA, Cristóvão. **Prática de Textos**: Língua Portuguesa para Estudantes Universitários. Petrópolis, RJ: Vozes, 1992 e MOTTA-ROTH, Désirée; HENDGES, Graciela Rabuske. **Produção textual na universidade**. São Paulo: Parábola, 2010)

entre os países lusófonos. As principais funções são a promoção e difusão do idioma português, além da cooperação econômica, social, cultural e técnica-científica.

O português é a língua oficial em nove países: Brasil, Portugal, Angola, Moçambique, Cabo Verde, Guiné-Bissau, São Tomé e Príncipe, Timor-Leste e Guiné Equatorial. Somam-se a esses as comunidades de migrantes também espalhadas em muitos países, como Estados Unidos, França, Canadá, Suíça, Luxemburgo e Itália.

Segundo o Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa (Volp), que é o registro oficial das palavras da língua portuguesa e da sua grafia, havia, em 2024, 382 mil entradas, embora esse número seja constantemente atualizado, uma vez que a língua e seu funcionamento são dinâmicos.

O Volp, que faz o registro oficial das palavras da Língua Portuguesa, com especial atenção a sua vertente brasileira, é continuamente atualizado por especialistas do idioma com base no uso extensivo de *corpora* e nos avanços da análise e processamento de informações. (ABL-Volp)

O documento mais antigo escrito em português arcaico, datado de 1175, época do reinado de D. Afonso Henriques (ca. 1109-1185), rei de Portugal, é conhecido como “Notícia de Fiadores”, onde estão identificadas dívidas de um certo Pelágio Romeu (Universidade do Porto, 2025) e escrito em galego-português.

Sabe-se que o idioma português se originou onde atualmente é a Galiza e o norte de Portugal, derivado do latim vulgar falado pelos soldados romanos, administradores e colonos. Depois da queda do Império Romano, as línguas conhecidas como românicas passaram por um processo de diferenciação entre elas.

Os idiomas que se originaram do latim vulgar, as chamadas línguas românicas ou neolatinas, são: italiano, espanhol/castelhano, português, francês e romeno, além de uma série de idiomas falados por grupos menores como occitano no sul da França e catalão em algumas regiões da Espanha. O latim se mesclou aos modos de falar dos locais conquistados, dando origem aos vários modos de falar ao modo dos romanos – romances – e destes evoluindo para os idiomas neolatinos conhecidos.

No século XV, com as Grandes Navegações, ampliou-se o domínio econômico luso, além de propagar o idioma português. Nos diversos locais em que os navegadores chegavam e se fixavam, o português do colonizador misturava-se novamente aos modos de falar dos habitantes, como aconteceu no Brasil, em que as

língua indígenas já existiam. No século seguinte, com o idioma português adquirindo propriedades mais próximas da língua atual, foi quando surgiu a epopeia *Os Lusíadas* (1572), de Luís Vaz de Camões (ca. 1524-ca. 1580), um marco literário e linguístico para o idioma. Para o poeta Olavo Bilac (1865-1918), em seu poema “Língua Portuguesa” (1919), o português é a “última flor do Lácio”, por considerá-la a derradeira derivada do latim vulgar, falado na região italiana do Lácio. Assim lê-se na primeira estrofe do soneto:

Última flor do Lácio, inculta e bela,
És, a um tempo, esplendor e sepultura;
Ouro nativo, que, na ganga impura,
A bruta mina entre os cascalhos vela...
[...] (Bilac, 1919)

Uma exaltação da língua portuguesa, mais recentemente, associa Camões e a denominação de Bilac, mesclando a cultura brasileira com a trajetória do idioma. Isso ocorreu na letra da canção *Minha pátria é minha língua, Mangueira meu grande amor. Meu samba vai ao Lácio, colhe a última flor*, samba-enredo da Estação Primeira de Mangueira (RJ), em 2007. A composição retoma o trajeto do idioma, desde o nascimento no Lácio (uma menção ao latim), seu espalhamento e a chegada ao Brasil, onde uniu-se ao tupi e mais tarde à linguagem dos negros africanos escravizados. A língua portuguesa mantém-se viva, do Oiapoque ao Chuí, como elemento unificador de uma nação:

Quem sou eu?
Tenho a mais bela maneira de expressar
Sou Mangueira... uma poesia singular
Fui ao Lácio e nos meus versos canto a última flor
Que espalhou por vários continentes
Um manancial de amor
Caravelas ao mar partiram
Por destino encontraram o Brasil...
Nos trazendo a maior riqueza
A nossa Língua Portuguesa
Se misturou com tupi tupinambresileirou
Mais tarde o canto do negro ecoou
Assim a língua se modificou
[...] (Lequinho; Fionda; Aníbal; Amendoim, 2007)

O amor pelo idioma português (sem a discussão, nesse momento, se há ou não uma diferenciação com o português brasileiro) refletiu-se ainda na criação, em 2006, do Museu da Língua Portuguesa:

Por ter como tema um patrimônio imaterial, o Museu faz uso da tecnologia e de suportes interativos para construir e apresentar seu acervo. O público é convidado para uma viagem sensorial e subjetiva, apresentando a língua como uma manifestação cultural viva, rica, diversa e em constante construção! (SÃO PAULO, 2025)

Atualmente apenas o Brasil e Portugal têm o português como primeira língua. Nos demais locais em que é falado, o português é oficial junto com outros idiomas, como é o caso de Angola e Moçambique, na África. No Brasil, o idioma trazido pelos colonizadores lusitanos foi imposto em detrimento às línguas faladas pelos habitantes do local. Contudo, o português mesclou-se aos falares dos indígenas, depois dos negros, imigrantes europeus e de grupos vindos de outros continentes. Assim, nesse país continental, as variações da língua portuguesa são muitas, o que permite uma riqueza cultural, lexical, de usos, funções sociais, sotaques e dialetos.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO – o maior potencial para o crescimento da língua portuguesa está na África, por ser um país mais jovem e com tendência ao crescimento.

Titular da pasta dos Negócios Estrangeiros de Portugal, Augusto Santos Silva, afirmou que a partir de 2050, o crescimento demográfico de Angola e Moçambique puxará o pêndulo do português para o continente africano; atualmente mais de 80% dos locutores do idioma estão no Brasil. (ONU, 2019)

Percebe-se, de modo geral, que o brasileiro tende a valorizar muito mais ou sempre mais o que não é do país. A admiração pela cultura americana, sobretudo, perpassa aspectos culturais e linguísticos. Dedicam-se maior atenção e tempo de estudo ao inglês do que à própria língua. Isso estabelece uma relação de poder, ficando evidente que os brasileiros se acham inferiores em tudo, inclusive no idioma. O chamado “complexo de vira-latas”, utilizado por Nelson Rodrigues (1912-1980) no ano de 1958, perdura ainda hoje. “Por “complexo de vira-latas” entendo eu a inferioridade em que o brasileiro se coloca, voluntariamente, em face do resto do

mundo. Isto em todos os setores e, sobretudo, no futebol.” (Rodrigues, 1993, p. 52). Ou seja, há certo preconceito com a própria língua.

2 O componente língua portuguesa nos cursos superiores

Os cursos de graduação nas áreas diferentes daquelas relacionadas a Linguagens, também apresentam em suas grades curriculares o componente Língua Portuguesa, de modo geral considerado como instrumental ou para nivelamento. Uma grande parte dos estudantes que inicia um curso superior traz consigo dificuldades quanto ao uso formal do idioma, daí a necessidade de aperfeiçoamento, a fim de que possam tirar mais proveito de seus estudos. Obviamente que cursos rápidos de 20 a 60 horas não são suficientes para suprimir essa lacuna e por isso é necessário o comprometimento dos estudantes para que se possa tirar o máximo proveito possível deles.

Percebe-se que estudantes recém-saídos do Ensino Médio e ingressantes no Ensino Superior tem dificuldade para se expressar. Faltam capacidades fundamentais como conectar as ideias, aplicar a coesão e coerência em um texto, dissertar com introdução, argumentação e conclusão, e principalmente o domínio da ortografia. (Pécora, 1999, p 25)

Os analfabetos funcionais – sabem ler e escrever, mas não compreendem textos simples, não captam ideias centrais ou conseguem explicar o que foi lido, além de terem dificuldade em organizar ideias e expressá-las de forma coerente – são 38% dos universitários brasileiros, segundo o Indicador de Analfabetismo Funcional (INAF). Segundo Fernanda Cury, consultora do Instituto Paulo Montenegro (IPM):

“Não é porque um aluno está mal preparado que a instituição deve oferecer um curso ruim”, explica. Para Fernanda, a universidade deve estar preparada para auxiliar esse aluno com dificuldades e contribuir para a sua formação. “Não devemos tirar a responsabilidade da escola, mas a universidade deve ajudar o estudante, pois ele levará o nome da instituição como profissional”. (GUIA DO ESTUDANTE, 2017)

A partir desses dados é preciso verificar de que modo os cursos superiores podem atender qualitativamente, e não apenas quantitativamente, a demanda crescente de ingressantes. Assim é que, visando melhorar o desempenho acadêmico

dos alunos, garantir que todos tenham ferramentas necessárias para acompanhar os demais componentes curriculares e superar lacunas de aprendizagens e deficiências de conteúdos básicos, em muitas instituições superiores há os conhecidos cursos de nivelamento, que ocorrem não apenas na disciplina português, mas em outras que se fizerem necessárias. O nivelamento pode ser feito presencialmente ou na forma remota.

No Centro Universitário Mário Palmério (Unifucamp), de Monte Carmelo/MG, por exemplo, oferece-se o nivelamento, em que se “desenvolve atividades de apoio à demanda de desconhecimento das estruturas e dinâmicas institucionais, desnivelamento do conteúdo programático e ansiedade pela nova situação pessoal de estar no ensino de terceiro grau.” (UNIFUCAMP). É oferecido para todos os cursos, sejam Ciências Contábeis, Engenharia civil ou Odontologia, com aulas de Português e Inglês instrumental, matemática e informática.

O nivelamento em Língua Portuguesa ocorre na Unijales (Jales/SP), na Famercosul, (Porto Alegre/RS), na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, no Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UITPAC – Araguaína, TO), na Universidade Estadual Paulista (UNESP), só para citar algumas instituições entre a grande maioria de ensino superior brasileiras.

Neste trabalho, porém, buscar-se-á verificar em instituições de ensino superior direcionadas à aviação, se há nivelamento e de que forma ele acontece, sobretudo com relação ao ensino da língua portuguesa. Na Faculdade de Tecnologia e Escola de Aviação Civil AeroTD, curso de Ciências Aeronáuticas, de Florianópolis/SP, o Português Instrumental está no primeiro módulo do curso e dura 60 horas-aula. Na Universidade Anhembi-Morumbi (UAM), de São Paulo – segundo a ementa do Projeto Pedagógico do Curso de Aviação Civil, do ano de 2022, o curso de Língua Portuguesa é oferecido junto com o de Libras.

A Escola Superior do Ar, em Guarulhos/SP, Curso Superior de Tecnologia em Pilotagem Profissional de Aeronaves, não indica na Matriz Curricular disponibilizada no *site* o número de horas dedicadas ao componente Radiocomunicação, incluído no terceiro módulo, o que se entende como preparatório para a escrita do Trabalho de conclusão de Curso, que está no quarto e último módulo. No curso de Pilotagem Profissional de Aeronaves, da Universidade Tuiuti do Paraná, disponibiliza-se o curso

de Comunicação e Expressão (EAD) no primeiro dos quatro módulos, com duração de 40 horas aula.

Na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil -EJ, de Itápolis/SP o nivelamento em Língua Portuguesa (chamada de Radiocomunicação) está presente nos dois primeiros módulos do Curso de Pilotagem Profissional de Aeronaves, totalizando 80 horas-aula. Na ementa está o estudo da estrutura básica da língua portuguesa, com ênfase no idioma formal enquanto instrumento de comunicação escrita e oral, permitindo também a experiências de leitura com análise de diferentes gêneros textuais.

Em vários cursos, como o de Ciências Aeronáuticas, da PUCRS, com sede em Florianópolis/RS, não há referência ao ensino de Língua Portuguesa em nenhum dos 7 módulos do curso. O mesmo ocorre com o curso de Ciências Aeronáuticas oferecido pela Universidade de São Caetano do Sul/SP (USCS), só para citar alguns.

O que se verifica é que, de modo geral, o componente curricular Língua Portuguesa é ministrado nos primeiros módulos dos cursos de graduação, objetivando ajudar estudantes a relembrar conteúdos e regras de gramática, leitura e interpretação de textos e melhorar as habilidades de comunicação escrita, além de desenvolver uma consciência linguístico-cultural.

O que se percebe é que a formação oferecida na Educação Básica não é suficiente para muitos educandos, sendo comuns as queixas dos docentes do ensino superior quanto às falhas de formação e baixo nível apresentado pelos acadêmicos, sobretudo no início da vida universitária. A grande maioria dos alunos que não consegue organizar as ideias por escrito, comete muitos erros gramaticais, ortográficos, dentre outros. (UNIESP/ FANORP)

Alguns conteúdos que podem ser abordados nos cursos de nivelamento em língua portuguesa em instituições de ensino superior, sejam presenciais ou na forma remota, são: fonética e fonologia, sintaxe e semântica, interpretação de textos, uso de crase, nova ortografia., vícios de linguagem, acentuação e pontuação.

3 A importância da Língua Portuguesa em cursos de graduação

Pensar o ensino de Língua Portuguesa é aprofundar as aprendizagens que circulam em quatro eixos, como proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC): oralidade e leitura/escuta; produção (escrita e multissemiótica) e análise

linguística/semiótica. Ou seja, é reconhecer o funcionamento da língua em sua totalidade, os propósitos comunicativos, os contextos de produção e a interação entre os interlocutores e a vida em sociedade.

A inclusão do componente de Língua Portuguesa em cursos de graduação é essencial por diversas razões. A primeira delas é promover a comunicação eficiente, independentemente da área de estudo, pois a habilidade de comunicar-se de forma clara e eficaz é fundamental. Dominar a língua portuguesa ajuda os estudantes a expressarem suas ideias de maneira precisa e articulada.

Assim é que seu estudo permite a produção acadêmica, não apenas o trabalho de conclusão de curso, mas os trabalhos acadêmicos, relatórios, apresentações, seminários, discussões e atividades em sala de aula. Todos são escritos em português e ter um bom domínio da língua é crucial para a produção de textos bem estruturados e coerentes. Muitos estudantes têm feito uso da Inteligência Artificial – IA – para realizar esses trabalhos, mas é facilmente detectado que não são os autores quando se comparam textos produzidos em sala de aula, por exemplo, com outros produzidos com esses artifícios; ou ainda quando os estudantes apresentam um trabalho e apenas leem, mas não sabem explicar o que foi escrito.

A língua portuguesa auxilia no entendimento de conteúdos, não apenas em cursos da área de linguagens ou humanas. A compreensão de textos complexos é uma habilidade necessária em qualquer área do conhecimento e ter um bom entendimento da língua portuguesa facilita a absorção de materiais acadêmicos e científicos e na interpretação correta deles.

Em cursos de aviação, muitos manuais de operação e procedimentos, bem como regulamentações da aviação civil emitidas por autoridades brasileiras, como a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), são escritos em português. Portanto, é essencial ter fluência na língua para garantir conformidade com as leis e diretrizes. Exige-se um bom domínio da língua, o que permite que os pilotos e outros profissionais da aviação interpretem corretamente tais informações.

A língua portuguesa, quando bem compreendida, auxilia ainda na interdisciplinaridade, ou seja, o que se aprende em uma disciplina ampara a compreensão em outras.

Obviamente que a língua portuguesa está para além da faculdade, no âmbito da competitividade no mercado de trabalho, por exemplo. Basta saber que em todos

os concursos exige-se o conhecimento das estruturas gramaticais do idioma e da leitura e compreensão básicas. Portanto, a capacidade de comunicar-se bem em português é valorizada e profissionais que dominam a língua tendem a se destacar em processos seletivos e em suas carreiras.

Por fim, a língua é um elemento central da cultura e identidade de um país. Conhecer bem a língua portuguesa ajuda os graduandos a se tornarem cidadãos mais conscientes e participativos, entendendo melhor a cultura e a história do Brasil, bem como entender as variantes do idioma e diminuir o preconceito linguístico.

Considerações finais

Com as ideias disponibilizadas neste artigo, o objetivo de demonstrar a importância do componente língua portuguesa em cursos superiores e, de modo particular, nos cursos de pilotagem profissional de aeronaves foi cumprido. Primeiramente demonstrou-se, ainda que sucintamente, o histórico do nascimento da língua, sua disseminação pelo mundo até os dias atuais, em que figura como uma das mais faladas. Também verificou-se qual o horizonte a que o desenvolvimento da língua aponta, segundo os estudiosos.

No capítulo 2 demonstrou-se, baseado em dados, que o estudo da língua portuguesa se encontra em cursos superiores, não apenas naqueles que têm alguma relação com linguagens ou humanas ou que são considerados mais teóricos. A partir disso, foram também consideradas as grades curriculares de alguns cursos de aviação para deixar claro que o curso de língua portuguesa, como nivelamento, é ofertado na forma presencial ou EAD, mostrando que, também neles, o componente é importante, ainda que o curso seja mais inclinado a disciplinas práticas ou exatas. Ficou evidente que dos alunos que ingressam em cursos superiores, cerca de 40% são considerados analfabetos funcionais ou trazem lacunas relacionadas ao conhecimento e uso da língua que os atrapalha no andamento dos estudos.

Por fim, evidenciou-se a importância do curso de nivelamento em língua portuguesa. O domínio do idioma promove uma comunicação clara e eficiente. Além disso, permite a leitura e interpretação de manuais, documentos e procedimentos que são escritos na língua portuguesa.

O estudo aprofundado do português, portanto, não só facilita a formação de profissionais mais competentes na aviação, mas também contribui para a segurança

e eficiência das operações aéreas. Além disso, valoriza a língua nativa em um setor dominado pelo inglês, promovendo o multiculturalismo e a inclusão. Estudantes que não atinam a relação que o aprendizado e o uso formal do idioma português desempenham no andamento de um curso superior tendem a desvalorizar as aulas desse componente.

Referências

ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS (ABL). Volp 2024-2025. Busca no vocabulário. <https://www.academia.org.br/nossa-lingua/busca-no-vocabulario>

AEROTD – Faculdade de Tecnologia – Matriz Curricular, 2021. Disponível em: <https://aerotd.com.br/wp-content/uploads/2022/11/PPC-CURSO-CCA-Implantado-2019Curr%C3%ADculoAtual-2021.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

BILAC, Olavo. Língua Portuguesa, 1919. Academia Brasileira de Letras (ABL).

FARACO, Carlos Alberto e TEZZA, Cristóvão. **Prática de Textos: Língua Portuguesa para Estudantes Universitários**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1992.

GUIA DO ESTUDANTE. Pesquisa revela que 38% do (sic) estudantes no ensino superior não sabem ler e escrever plenamente. 2017. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/universidades/pesquisa-revela-que-38-do-estudantes-no-ensino-superior-nao-sabem-ler-e-escrever-plenamente>. Acesso em 23 jan. 2025.

LEQUINHO; FIONDA, Junior; ANÍBAL; AMENDOIM. Minha língua é minha pátria, Mangueira, meu grande amor. Meu samba vai ao Lácio e colhe a última flor. Samba enredo. G.R.E.S. Estação Primeira de Mangueira (RJ). 2007. Disponível em: <https://galeriadosamba.com.br/escolas-de-samba/estacao-primeira-de-mangueira/2007/> Acesso em 23 jan. 2025.

Mundo Educação. UOL. Países que falam português. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/paises-que-falam-portugues.htm> . Acesso em: 3 fev. 2025.

MOTTA-ROTH, Désirée; HENDGES, Graciela Rabuske. **Produção textual na universidade**. São Paulo: Parábola, 2010.

Organização das Nações Unidas – ONU. 30 set. 2019. África terá a maioria dos falantes do português ainda neste século, diz ministro BR. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/09/1688922#:~:text=de%20Timor%2DLeste.-,%C3%81frica%20ter%C3%A1%20a%20maioria%20dos%20falantes,ainda%20neste%20s%C3%A9culo%2C%20diz%20ministro&text=Titular%20da%20pasta%20dos%20Neg%C3%B3cios,sobre%20o%20crescimento%20do%20portugu%C3%AAs>. Acesso em 23 jan. 2025.

PÉCORA, Alcir. Problemas de redação. Texto e linguagem. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

RAMIRES, V. Gêneros Textuais e relações de poder na comunidade acadêmica. Disponível em: <http://www.revistaveredas.ufjf.br/volumes/20/artigo05.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2009.

RODRIGUES, Nelson. À sombra das chuteiras imortais: crônicas de chutava. Organizado por Ruy Castro. São Paulo, Cia das Letras, 1993, p.51- 52.

SÃO PAULO, Secretaria da Cultura. Museu da Língua Portuguesa. 2025. Disponível em: <https://www.museudalinguaportuguesa.org.br/mlp/o-museu/> .Acesso em 23 jan. 2025.

TEYSSIER, Paul. História da língua portuguesa. Tradução de Celso Cunha. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2014. (pdf). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=200202&forceview=1>. Acesso em: 23 jan. 2025.

UNIESP/ FANORP. Programa de Nivelamento – Língua Portuguesa. https://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/manuais_portarias/20170725101109.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

UNIFUCAMP. Nivelamento. Monte Carmelo/MG. Disponível em: <https://www.unifucamp.edu.br/apoio-academico/nivelamento/>. Acesso em 22 jan. 2025.

Universidade Anhembi Morumbi. Projeto Pedagógico do Curso de Aviação Civil. São Paulo, 2022. Disponível em: https://portal.anhembi.br/wp-content/uploads/2024/03/PPC_Bach.Aviacao_Civil_UAM.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

Universidade do Porto/ Portugal. História da Língua Portuguesa – breve viagem pela história da língua portuguesa. 2025. Disponível em: <https://www.up.pt/portuguesuporto/historia-da-lingua-portuguesa/> . Acesso em: 25 jan.2025.

ACIDENTES COM TANQUE DE COMBUSTÍVEL EM AERONAVES E SEU IMPACTO NA CERTIFICAÇÃO E SEGURANÇA: Estudo de caso do Voo TWA 800 e o SFAR 88

ACCIDENTS WITH FUEL TANKS IN AIRCRAFT AND ITS IMPACT ON CERTIFICATION AND SAFETY: Case study of the flight TWA 800 and SFAR 88

Catarina Claudino Fernandes de Oliveira¹
João Guilherme de Luna C. Delfino Silva²
Murilo Santos Gregório³
Tiago Damasceno Chiaveli⁴

RESUMO: Este estudo foca especialmente no voo 800 da Trans World Airlines, ocorrido em 17 de julho de 1996, certificado conforme o 14 CFR Parte 25 e operando sob o Parte 121. O acidente resultou em uma explosão no tanque de combustível central de uma aeronave Boeing, modelo 747-131, provocada por um curto-circuito elétrico. O trabalho discute as normas regulatórias da FAA e recomendações do NTSB em relação aos riscos identificados nas investigações analisando a implementação da SFAR 88, cujo objetivo é fortalecer a segurança dos sistemas elétricos das aeronaves após o acidente. Entre as recomendações emitidas, destacam-se a realização de inspeções detalhadas e a substituição de componentes nos sistemas de combustível. Este trabalho explora se as medidas introduzidas pela SFAR 88 atenderam às recomendações do relatório do acidente e se, de fato, contribuem para prevenir novas situações. Salienta-se a relevância do histórico de relatórios de acidentes aeronáuticos para a modificação e elaboração de regulamentações, visando garantir a segurança das operações aeronáuticas, destacando a importância da revisão dos padrões de segurança na aviação.

Palavras-chave: 14 CFR Parte 25; Trans World Airlines; 14 CFR Parte 121; Boeing 747.

ABSTRACT: This study focuses specifically on the Trans World Airlines Flight 800, which occurred on July 17, 1996, certified under 14 CFR Part 25 and operating under Part 121. The accident resulted in an explosion in the central fuel tank of a Boeing aircraft, model 747-131, caused by an electrical short circuit. The work discusses FAA regulatory standards and NTSB recommendations regarding the risks identified in the investigations, analyzing the implementation of SFAR 88, aimed at strengthening aircraft electrical system safety post-accident. Among the recommendations issued are detailed inspections and replacement of components in fuel systems. This work explores whether the measures introduced by SFAR 88 met the accident report recommendations and indeed contribute to preventing new situations. It emphasizes the relevance of the history of aviation accident reports for modifying and drafting regulations to ensure the safety of aviation operations, highlighting the importance of reviewing aviation safety standards.

Key-words: 14 CFR Part 25; Trans World Airlines; 14 CFR Part 121; Boeing 747.

Introdução

A história da aviação registra uma série de incidentes e acidentes, envolvendo aeronaves da categoria transporte, que sofreram incêndios ou explosões nos tanques de combustível. De acordo com o Relatório Final do acidente com o voo 800 da *Trans World Airlines* (TWA)

¹ Engenheira Mecânica, Especialista em Safety e Aeronavegabilidade Continuada, Mestranda em Engenharia Aeronáutica.

² Coordenador de CCO e AvMP IATA, Especialista em Safety e Aeronavegabilidade Continuada.

³ Piloto Comercial de Avião e Analista de Controle Técnico de Manutenção, Especialista em Safety e Aeronavegabilidade Continuada.

⁴ Piloto Comercial e Instrutor de Voo de Avião, professor na Graduação em Pilotagem Profissional de Aeronaves na EJ, Especialista em *Safety* e Aeronavegabilidade Continuada.

emitido pelo *National Transportation Safety Board* (NTSB) (2000, p. 179-81). Nos vinte últimos anos anteriores ao acidente, pelo menos três incidentes significativos foram investigados: em 1976, uma descarga elétrica por raios no tanque da asa esquerda de um Boeing 747-131; em 1989, uma explosão de bomba a bordo que inflamou o tanque de combustível central (CWT) de um Boeing 727; enquanto em 1990, um superaquecimento ou curto-circuito em um medidor de combustível foi estimado como a possível causa da explosão do CWT de um Boeing 737-300. Com exceção do ocorrido em 1989, os demais acidentes envolveram elementos inerentes ao projeto da aeronave, resultando na mesma causa imediata: a ignição no tanque devido ao tratamento da corrente elétrica que atravessa essa parte da aeronave.

O NTSB (2000, p. 181) destaca especialmente o último desses incidentes, de uma análise detalhada da interação do sistema de combustível com seus dispositivos elétricos, como cabos, bombas de combustível, indicadores de combustível e partes rotativas do sistema, em busca especialmente de superaquecimento desses componentes que integram o tanque além da possibilidade de exercerem alguma descarga elétrica inadvertida. Durante os anos de 1990 a 1992, esse processo levou à incorporação de uma série de Recomendações de Segurança (SR) pelo NTSB cuja algumas traduziram-se em Diretrizes de Aeronavegabilidade (AD) pela FAA, que induziram ou obrigaram a reinspeção e manutenção de certos conjuntos de cabos em todas as aeronaves (NTSB, 2000, p. 181). Especificamente, a Recomendação A-90-103 instou a *Federal Aviation Administration* (FAA) a desenvolver novas metodologias para ampla revisão do design e de técnicas de testagem para superaquecimento e interferências nas bombas de combustível da família 737, além dos demais componentes que interagem com o combustível a fim de anular o perigo de fogo (NTSB, 2000, p. 181, 187). O comitê de investigação do acidente considerou as soluções propostas pela engenharia como suficientemente seguras.

Contudo, nos anos seguintes, ocorreram vários outros incidentes de incêndios - ou quase-incêndios - causados por problemas nos cabos de aeronaves da mesma categoria, mas nenhum deles envolveu dispositivos relacionados ao sistema de combustível (NTSB, 2000, p. 181-86). Em 17 de julho de 1996, seis anos após o último caso de ignição no tanque e quatro anos após a intervenção mais significativa da FAA sobre o tema, ocorreu a queda do voo TWA 800, também um Boeing 747-131, no qual testemunhas relataram uma explosão em voo.

Após o acidente, o Relatório Final apontou como sua causa provável “uma explosão do tanque de combustível central, resultado de ignição da mistura inflamável combustível/ar no tanque” (NTSB, 2000, p. 308). Junto à causa, ofereceu uma série de recomendações em resposta às falhas elétricas identificadas como prováveis fontes desta ignição. Foi então desenvolvida

pela FAA a *Special Federal Aviation Regulation 88* (SFAR 88), uma regulamentação especial que estabelece requisitos específicos para garantir a segurança dos sistemas elétricos das aeronaves, especialmente daquelas equipadas com motores a jato e da categoria transporte (FAA, 2002). Diante ao exposto, o objetivo deste artigo é avaliar se a SFAR 88 está alinhada e cumpre com aquelas recomendações e se, após sua implementação, as medidas adotadas foram eficazes na prevenção de novas ocorrências. Busca-se, assim, destacar como os acidentes aeronáuticos influenciam a regulação da aviação em busca do aprimoramento contínuo da segurança aérea. Ademais, destaca a importância da análise e revisão de incidentes históricos na formulação e implementação de regulamentações mais eficientes para garantir a segurança das operações aéreas.

No Desenvolvimento apresenta-se elementos do Relatório Final do acidente em questão e do SFAR 88 enquanto objetos específicos de pesquisa e principal fonte de dados. Na Metodologia explica-se a técnica de leitura e análise comparada dos dois documentos, além dos critérios para determinar o alinhamento e cumprimento do SFAR 88 às recomendações do Relatório. Nos Resultados e discussões, aplica-se a metodologia aos dois documentos expondo seus resultados. Nas Conclusões, disserta-se sobre os resultados à luz dos objetivos elencados nesta Introdução.

1 Revisão

1.1 Histórico

Conforme o Relatório Final do voo 800 da Trans World Airlines (NTSB, 2000), ocorrido em 17 de julho de 1996, o acidente teve início no Aeroporto Internacional John F. Kennedy, em Nova York, com destino ao Aeroporto Internacional Charles de Gaulle, em Paris, na França. Operando um Boeing 747-131, matrícula N93119, a aeronave transportava 2 pilotos, 2 engenheiros de voo, 14 comissários de bordo e 212 passageiros. Pouco após a decolagem, aproximadamente 12 minutos após o início do voo, ocorreu uma explosão sobre o oceano atlântico. Testemunhas, incluindo pilotos de outras aeronaves na área, relataram uma explosão seguida por uma bola de fogo caindo no mar, indicando a desintegração do avião, posteriormente identificada em três partes principais, a cerca de 8 milhas da costa de Nova Iorque.

A queda da aeronave foi tomada em grande mistério e cercada por diversas hipóteses de difícil comprovação. Exigiu-se uma larga operação de recuperação de destroços para a remontagem da aeronave, a fim de determinar o ponto em que nela deu-se a explosão (NTSB,

2000, p. 62). Analisou-se durante a investigação também a manutenção da aeronave, o estado da tripulação, as condições meteorológicas no momento do acidente e outros tópicos afins. Diversos de seus sistemas escrutinados, incluindo o sistema elétrico e de combustível, os quais operavam em acordo com as regulamentações vigentes da época: NPRM 99-18, AC 25.981-1x, AC 25.981-2X, CFR 25-901(c), CFR 25.1309 (AC 1309-1A) (NTSB, 2000, p.294).

Por fim, as investigações descartaram especulações iniciais sobre um ato terrorista e incidente com mísseis, ambos devido à falta de evidências concretas (NTSB, 2000, p. 257-9). A hipótese mais favorecida apontou para uma possível explosão no CWT devido a um curto-circuito elétrico, hipótese confirmada posteriormente por análises dos destroços, testes científicos e outros recursos (NTSB, 2000, p. 259-62).

1.2 Causa Provável e Fatores Contribuintes

O Relatório Final aponta como causa provável a explosão do CWT fruto da ignição da mistura inflamável combustível/ar no tanque (NTSB, 2000, p. 308). Não há no Relatório certeza da fonte de tal ignição, mas estima-se ter sido um curto-circuito externo ao tanque que levou, através da cablagem elétrica dos indicadores de combustível (*Fuel Quantity Indicator System - FQIS*), uma voltagem excessiva para dentro do CWT.

Destaca-se como fator contribuinte a concepção de design e certificação de que explosões no tanque de combustível poderiam ser prevenidas pela mera exclusão de fontes de ignição. Soma-se a isso que o projeto do Boeing 747 alocava fontes de calor logo abaixo do CWT sem meios de reduzir a transmissão de calor entre estas fontes e o tanque – ou fazer do vapor do combustível algo não-inflamável (NTSB, 2000, p. 308). Apesar de apontar ao projeto, o Relatório constata também sua legalidade visto que a aeronave estava adequadamente certificada de acordo com os regulamentos federais e procedimentos operacionais da TWA (NTSB, 2000, p.306-308).

O NTSB concluiu, com isso, que projetos e certificações de tanque de combustível baseados unicamente na eliminação de todas as fontes de ignição são inerentemente falhos enquanto aceitar-se tanto a existência de inflamabilidade do vapor dentro do CWT, como a ausência de prevenção da entrada de calor no CWT. A razão disso é a impossibilidade de, por qualquer modelo de análise de falhas, assegurar absolutamente a inexistência de fontes de ignição (NTSB, 2000, p. 297-8).

1.3 Recomendações de Segurança

As recomendações de segurança referentes ao acidente em questão surgiram ainda com a investigação em curso, tendo outras novas vindo à tona com a publicação do Relatório Final, emitido em 2000. Todas as recomendações endereçaram-se à FAA que, em resposta, emitiu gradualmente certas Diretrizes de Aeronavegabilidade (AD) que exigiam o desenvolvimento e implementação de mudanças de projeto ou operacionais na interação entre sistema elétrico e de combustíveis (NTSB, 2000, p. 310). O objetivo era prevenir a ocorrência de misturas explosivas de combustível/ar nos tanques de aeronaves de categoria transporte e estabelecer condições práticas que permitissem a operação segura dessas aeronaves. A Tabela 1 apresenta um resumo das primeiras recomendações emitidas após a análise do acidente.

Tabela 1 - Primeiras Recomendações Após Acidente em 1996

Item	Descrição
A-96-174	<ul style="list-style-type: none">● Realizar modificações no design da aeronave, em sistemas de inertização com nitrogênio.● Adicionar isolamento entre equipamentos geradores de calor e tanques de combustível.
A-96-175	<ul style="list-style-type: none">● Modificações nos procedimentos operacionais para reduzir o potencial de misturas explosivas de combustível/ar nos tanques de combustível de aeronaves de categoria de transporte.● Para o Boeing 747, reabastecer o tanque de combustível da asa central antes do voo, monitorar e gerenciar adequadamente a temperatura do combustível no CWT e manter uma quantidade mínima de combustível apropriada.
A-96-176	<ul style="list-style-type: none">● Revisão e modificação dos manuais de Voo do Boeing 747 da TWA e de outros operadores de 747s (e outras aeronaves em que a temperatura do tanque de combustível não pode ser determinada pelas tripulações de voo).● Incluir previsões de aumentos nas temperaturas do combustível do tanque de asa central e procedimentos operacionais para reduzir o potencial de exceder os limites de temperatura do tanque.
A-96-177	<ul style="list-style-type: none">● Modificação do tanque de combustível da asa central dos aviões 747 e dos tanques de combustível de outras aeronaves localizados perto de fontes de calor.● Incluir sondas e visores de temperatura do tanque de combustível no cockpit.

NTSB, 2000

Em 18 de Fevereiro de 1997, foi emitida recomendação em vista do aprimoramento da segurança durante atividades críticas, no caso de manuseio de dispositivos explosivos para treinamentos – conforme resumido na tabela 2.

Tabela 2 - Recomendações para Manuseio de Dispositivos Explosivos

Item	Descrição
A-97-11	<ul style="list-style-type: none">● Desenvolver e implementar procedimentos, incluindo uma lista de verificação de itens relacionados à segurança, para o manuseio e posicionamento de dispositivos explosivos de treinamento.

NTSB, 2000, p. 310

Uma série de outras recomendações foram emitidas em 7 de abril de 1998 visando aprimorar a detecção de problemas nos sistemas de indicação de quantidade de combustível, além de sua manutenção, no Boeing 747-100, -200 e -300. Essas recomendações, na tabela 3, exigiram inspeções detalhadas, substituição de componentes e pesquisas adicionais para garantir a integridade e confiabilidade desses sistemas críticos.

Tabela 3 - Recomendações para Sistemas de Indicação de Combustível

Item	Descrição
A-98-34	<ul style="list-style-type: none">● Emissão de uma diretriz de aeronavegabilidade para exigir uma inspeção detalhada dos cabos do sistema de indicação de quantidade de combustível nos tanques de combustível das aeronaves Boeing 747s para detecção, substituição e reparos.● Sondas e Compensadores da Honeywell Series 1-3 devem ser removidos para testes.
A-98-35	<ul style="list-style-type: none">● Substituição dos terminais da Honeywell Corporation Series 1-3, através de uma emissão de diretriz de aeronavegabilidade, usados nas sondas de combustível do Boeing 747, por terminais que não tenham superfícies estriadas ou bordas com arestas afiadas.
A-98-36	<ul style="list-style-type: none">● Solicita pesquisas de sondas e cabeamento em Boeing 747s e em outros modelos de aeronaves do Part. 14 do Código de Regulamentos Federais Parte 121 para determinar se existem fontes potenciais de ignição nos tanques de combustível semelhantes às encontradas no 747.
A-98-37	<ul style="list-style-type: none">● Solicita-se pesquisas sobre depósitos de sulfeto de cobre em peças do sistema de indicação de quantidade de combustível nos tanques de combustível.

A-98-38	<ul style="list-style-type: none"> Exige-se a separação física e o isolamento elétrico dos cabos do <i>Fuel Quantity Indication System</i> (FQIS) em aeronaves Boeing 747 e em outras aeronaves com as mesmas instalações elétricas.
A-98-39	<ul style="list-style-type: none"> Exige-se a instalação de sistemas de supressão de surtos em todos os tanques de combustível de aeronaves de transporte, com o objetivo de prevenir a entrada de picos de voltagem nos tanques de combustível através do cabeamento do sistema de indicação de quantidade de combustível.

NTSB, 2000, p. 310

As recomendações finais foram emitidas em 23 de agosto de 2000 (NTSB, 2000, p.311), com o objetivo de aprimorar o design e a integridade dos sistemas de cabeamento das aeronaves certificadas nos EUA. Tais recomendações tinham como meta assegurar a separação adequada e a proteção contra riscos de ignição, especialmente em componentes localizados dentro dos tanques de combustível, segundo sintetiza a tabela 4.

Tabela 4 - Recomendações para o *Design* e Sistema de Cabeamento

Item	Descrição
A-00-105	<ul style="list-style-type: none"> Exige-se a análise das práticas de design dos fabricantes em relação à ligação de componentes dentro dos tanques de combustível e alterações para eliminar potenciais riscos de ignição.
A-00-106	<ul style="list-style-type: none"> Revisão das especificações de design dos sistemas de cabeamento de todas as aeronaves certificadas nos EUA, identificando os sistemas críticos para a segurança e assegurando a adequada separação do cabeamento relacionado a esses sistemas críticos.
A-00-107	<ul style="list-style-type: none"> Exige-se o desenvolvimento e implementação de ações corretivas para eliminar o risco de ignição representado por depósitos de sulfeto de prata em componentes dentro dos tanques de combustível.

NTSB, 2000, p. 311

1.4 Impactos na Certificação após o Acidente

A SFAR 88 foi introduzida pela FAA em resposta direta ao acidente do voo TWA 800. Previamente, a agência emitiu DAs para controlar os riscos associados ao vapor nos tanques de combustível, visando manter aeronaves semelhantes operacionais. Em 7 de maio de 2001, a emenda 25-102 do 14 CFR Part 25 foi publicada, focando em novas certificações e modificações de projetos para aeronaves categoria transporte, mas não se aplicava imediatamente às aeronaves já em operação na época.

Uma das principais introduções foi a adição do requisito 14 CFR §25.981(a)(3), exigindo uma análise de segurança para garantir que a presença de uma fonte de ignição no sistema do

tanque de combustível não fosse resultado de apenas uma falha ou de combinação de condições de falhas ocultas.

Novos certificados de tipo e modificações em produtos têm sido isentos deste requisito até a emenda 146 do 14 CFR Parte 25 visando contornar os desafios relacionados à implementação da SFAR 88, especialmente em relação às áreas de proteção contra raios na estrutura do tanque de combustível adicionalmente à detecção de falhas ocultas no design estrutural, especialmente nas conexões elétricas. Além disso, a FAA desenvolveu a Advisory Circular (AC) 25.981-1B e introduziu a nova AC 25.981-2, focando na prevenção de fontes de ignição no tanque de combustível e na minimização da inflamabilidade, complementando os esforços para aumentar a segurança das aeronaves comerciais, especialmente após o incidente do TWA 800.

A emenda 25-102 do 14 CFR introduziu requisitos a mais na seção 14 CFR §25.981, incluindo a obrigação para detentores de novos certificados de tipo desenvolverem meios de mitigação, a Ignition Mitigation Means – IMM. A seção §25.981(a) passou a exigir limitações de controle de configuração de projeto crítico, inspeções e outros procedimentos para evitar o surgimento de fontes de ignição no tanque de combustível, os quais devem ser incluídos nas Instruções de Aeronavegabilidade Continuada (ICA). O apêndice H do 14 CFR Parte 25 também foi revisado para incorporar ações de inspeção ou manutenção do sistema do tanque de combustível nas limitações de aeronavegabilidade da ICA.

A emenda 25-102 revisou a seção §25.981(b) para exigir que as instalações de tanque de combustível fossem projetadas para minimizar a presença de vapores inflamáveis. Exemplos de medidas incluem ventilação e resfriamento ou inertização para tanques de combustível localizados na asa central, entre outras medidas mitigadoras;

Inicialmente SFAR 88 se concentrava apenas no controle de fontes de ignição, mas posteriormente incluiu melhorias de segurança, como a eliminação de depósitos de sulfeto de prata do FQIS e treinamento para envolvidos na manutenção aeronáutica (NASA, 2011). Culminando na necessidade de detentores de certificados serem obrigados a desenvolver instruções para inspeção e manutenção dos sistemas de tanque de combustível.

Posteriormente, para promover a responsabilidade compartilhada entre operadores e fabricantes para questões críticas de aeronavegabilidade, promulgou-se o 14 CFR Parte 26. Foi introduzida novas iniciativas de segurança, incluindo requisitos adicionais relacionados à inflamabilidade nos tanques de combustível. Tais requisitos, além de complementarem os estabelecidos no a Parte 25 (25-102), focam na implementação de alterações nos projetos de

tipo das aeronaves em serviço, demonstrando a colaboração necessária entre operadores e fabricantes para assegurar a segurança operacional das aeronaves, também explorado nas partes 91 (91-266), Parte 121 (121-282), 125 (125-36) e 129 (129-30), os quais exigem os procedimentos de inspeção e manutenção do tanque de combustível conforme especificado nos manuais dos fabricantes.

Por fim, com a publicação do 14 CFR Parte 26, subparte D (Inflamabilidade nos tanques de combustível), a FAA passou a exigir requisitos para limitar a exposição à inflamabilidade em tanques propensos a explosões e instalação de meios de mitigação de ignição em tanques afetados, ao invés de adotar tecnologias para torná-lo inerte.

2 Metodologia

Aplica-se aqui uma leitura comparada entre o Relatório Final e a SFAR 88, além das documentações a eles ligadas. Admite-se como pressuposto que as recomendações do Relatório interpretam corretamente a regulamentação de projeto (Part 25 e afins) vigente ao voo TWA 800. Toma-se os termos destas recomendações, elencadas anteriormente, como critério imediato para julgar a fundamentação da regulamentação proposta pela SFAR 88. Leva-se também em consideração se o próprio autor do Relatório (NTSB) julgou atendidas tais recomendações. Compara-se, assim, se a dimensão alcançada por esse último corresponde ao contexto de certificação e operação que caracterizam aquelas recomendações. Por fim, para caracterizar a transformação na segurança de voo, compara-se o SFAR 88 com os dados sobre acidentes aeronáuticos com fatores contribuintes, ou causas, semelhantes ao do TWA 800.

3 Resultados e discussão

A análise das recomendações, que levam já em conta as regulamentações pertinentes ao contexto de falhas elétricas e tanques de combustível vigentes para o acidente da TWA, evidencia a esfera de necessidade da SFAR 88. Este último documento (Parte 21, Título 14 CFR) engloba desde a necessidade de pesquisas para novas tecnologias até a revisão e substituição de componentes certificados até então, sendo possível considerá-la uma resposta direta ao acidente. No entanto, também foram necessárias modificações em outras regulamentações complementares para alcançar todas as etapas de liberação de uma aeronave para operar, controlando e mitigando os riscos de segurança das aeronaves, especialmente as turboélice. Especificamente, para as recomendações da NTSB, a SFAR 88 e a Parte 25 (padrões de aeronavegabilidade) possuem uma maior abrangência de requisitos que atendem diretamente

às solicitações resultantes do acidente, visando que aeronaves com o mesmo padrão de cabeamento elétrico e equipamentos intra-tanque possam permanecer em operação, evitando que acidentes semelhantes ocorram novamente.

Por outro lado, as modificações nas regulamentações das Partes 26 (manutenções especiais em tanques de combustível), 91 (requisitos de equipamentos), e 129 (requisitos para tanques de combustível para aeronaves estrangeiras operarem nos Estados Unidos), além das abordadas na tabela 5, complementam e também contribuem para um sistema mais seguro de sistemas elétricos e tanques de combustível apesar de não atenderem ao relatório diretamente. A tabela 5 exemplifica quais regulamentações atendem a cada recomendação, evidenciando a interconexão entre as diversas partes regulatórias e breve descrição de como atuam para garantir a segurança operacional das aeronaves.

Tabela 5 - Relação de Recomendações Atendidas

Rec.	Regulamentação	Abordagem
A-96-174	SFAR 88, 14 CRF Parte 25 e Parte 121	Modificações no design da aeronave para prevenir riscos de ignição nos tanques de combustível.
A-96-175	SFAR 88, 14 CRF Parte 25, Parte 121 e 125.	Modificações nos procedimentos operacionais para reduzir o potencial de misturas explosivas de combustível/ar nos tanques de combustível.
A-96-176	14 CRF Parte 25	Revisão e modificação de manuais de voo para incluir procedimentos operacionais destinados a reduzir o potencial de exceder os limites de temperatura do tanque de combustível.
A-96-177	14 CRF Parte 25	Modificação do sistema de tanque de combustível para incorporar sondas de temperatura.
A-97-11	SFAR 88, 14 CRF Parte 25, 26 e Parte 91.	Procedimentos para manuseio de explosivos por equipes de detecção de equipamentos explosivos.
A-98-34	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Inspeção detalhada da fiação do sistema de indicação de quantidade de combustível.
A-98-35	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Substituição de terminais.
A-98-36	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Pesquisa de sondas e cabeamento.
A-98-37	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Pesquisas sobre depósitos de sulfeto de cobre.

A-98-38	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Separação física e isolamento elétrico do sistema de cabeamento.
A-98-39	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Separação física e isolamento elétrico do sistema de cabeamento.
A-00-105	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Modificações no design da aeronave para prevenir riscos de ignição.
A-00-106	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Exame das práticas de design dos fabricantes.
A-00-107	SFAR 88, 14 CRF Parte 25	Desenvolvimento de ações corretivas.

Partindo da revisão dos requisitos vigentes à época e a implementação da SFAR 88, os avanços tecnológicos na segurança das aeronaves foram significativos, com a introdução de novos padrões e procedimentos para garantir a prevenção de ignição nos tanques de combustível, foi possível alcançar novas tecnologias que controlassem os riscos elétricos nas aeronaves. Essas medidas resultaram em um ambiente regulatório mais robusto, conseqüentemente, também proporcionou uma base para o desenvolvimento e a adoção de tecnologias mais avançadas no campo da eletrificação das aeronaves. Novas soluções e integrações mais complexas aos sistemas elétricos puderam ser implementados devido aos avanços com processos de certificação mais rigorosos e uma maior ênfase na conformidade contínua com os padrões de segurança. Assim, a crescente eletrificação das aeronaves ao longo dos anos pôde ocorrer de maneira mais segura, impulsionada pelos aprimoramentos regulatórios estabelecidos pela SFAR 88 e medidas subsequentes.

Considerações finais

A SFAR 88 e as demais regulamentações que sofreram revisões e modificações desempenharam um papel crucial na melhoria da segurança da aviação, especialmente no que diz respeito à prevenção de incêndios, explosões nos tanques de combustível, controle operacional e manutenção contínua para componentes elétricos. A implementação de padrões mais rigorosos de projeto, manutenção e inspeção contribuiu significativamente para reduzir a incidência de eventos relacionados. Reconhece-se como as lições aprendidas de um acidente podem e devem contribuir para o avanço do setor aeronáutico quanto a tecnologia e segurança como para o caso de eletrificação de aeronaves. Contudo, para a implementação de novas tecnologias, mudanças nas práticas de manutenção e operação para atender a complexidade das aeronaves modernas, são desafios técnicos que exigem uma abordagem antecipativa, proativa

e rígida quanto aos padrões de segurança por parte dos reguladores, operadores e fabricantes visando que não sejam mais necessário que tragédias ocorram para impulsionar avanços significativos como os alcançados a partir do acidente da TWA 800.

Referências

[FAA] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **14 CFR Part 21. Equivalent Safety Provisions for Fuel Tank System Fault Tolerance Evaluations (SFAR 88); Final Rule.** September 10, 2002.

[FAA] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **14 CFR Part 25: Transport Airplane Fuel Tank System Design Review; Flammability Reduction, and Maintenance and Inspection Requirements.** [Docket No. FAA- 1999-6411; Amendment Nos. 21-78,25-102]. Final Rule. May 7, 2001.

[FAA] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **14 CFR Part 26: Enhanced Airworthiness Program for Airplane System/fuel Tank Safety (EAPAS/FTS).** [Docket No. FAA-2004-18379; Amendment NOS. 1-60,21-90,25-123,26-0]. Final Rule. November 8, 2007.

[ICAO] INTERNATIONAL CIVIL ORGANIZATION (2020). **Annex 13: Aircraft Accident and Incident Investigation.** 20. ed. Montreal: ICAO.

[NASA] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **System failure Case Studies.** Fire in the Sky. January 2011, Volume 5, Issue 1.

[NTSB] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Aircraft Accident Report: In-flight Breakup Over the Atlantic Ocean, Trans World Airlines Flight 800, Boeing 747-131, N93119.** Washington, D.C.,1996.

MODELOS ESTRATÉGICOS NO SETOR AÉREO: lições sobre a sustentabilidade da vantagem competitiva

STRATEGIC MODELS IN THE AIRLINE INDUSTRY: lessons on the sustainability of competitive advantage

Welington J. Rocha-dos-Santos¹

Resumo – O setor de transporte aéreo é altamente competitivo e dinâmico, exigindo das companhias aéreas estratégias bem definidas para garantir vantagem sustentável. Modelos de negócios distintos coexistem no setor, variando entre estratégias baseadas na liderança em custos, diferenciação ou abordagens híbridas. No entanto, a literatura ainda debate se a combinação de estratégias divergentes é viável ou se leva a posicionamentos inconsistentes e ineficazes. Diante desse contexto, este estudo objetiva analisar como diferentes abordagens estratégicas impactam a competitividade e a sustentabilidade das empresas no setor aéreo. A pesquisa investiga três casos emblemáticos: Southwest Airlines, Continental Airlines e Singapore Airlines. A Southwest Airlines consolidou-se por meio de um modelo de baixo custo altamente eficiente, enquanto a Continental Airlines fracassou ao tentar combinar serviços tradicionais e *low-cost*. Em contraste, a Singapore Airlines desafia a visão tradicional ao integrar diferenciação e eficiência operacional com sucesso. O estudo adota uma abordagem qualitativa, descritiva e indutiva, com levantamento de fontes secundárias e análise baseada em proposições teóricas. Os achados evidenciam que a coerência entre estratégia, estrutura e cultura organizacional é fundamental para a sustentabilidade da vantagem competitiva no setor. Ao fornecer um olhar crítico sobre modelos estratégicos na aviação comercial, este artigo contribui tanto para o meio acadêmico quanto para gestores do setor, auxiliando na formulação de estratégias mais eficazes.

Palavras-chave – Estratégia competitiva; transporte aéreo; liderança em custos; diferenciação; vantagem sustentável.

Abstract – The airline industry is highly competitive and dynamic, requiring well-defined strategies to ensure sustainable advantage. Different business models coexist in the sector, ranging from strategies based on cost leadership, differentiation, or hybrid approaches. However, the literature still debates whether combining divergent strategies is viable or leads to inconsistent and ineffective positioning. In this context, this study aims to analyze how different strategic approaches impact the competitiveness and sustainability of companies in the airline industry. The research examines three emblematic cases: Southwest Airlines, Continental Airlines, and Singapore Airlines. Southwest Airlines has established itself through a highly efficient low-cost model, while Continental Airlines failed in its attempt to combine full-service and low-cost operations. In contrast, Singapore Airlines challenges the traditional view by successfully integrating differentiation and operational efficiency. The study adopts a qualitative, descriptive, and inductive approach, relying on secondary data collection and analysis based on theoretical propositions. The findings highlight that the coherence between strategy, structure, and organizational culture is essential for the sustainability of competitive advantage in the sector. By providing a critical perspective on strategic models in commercial aviation, this article contributes both to the academic field and industry professionals, assisting in the development of more effective strategies.

Keywords – Competitive strategy; airline industry; cost leadership; differentiation; sustainable advantage.

¹ Professor Doutor da EJ Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, em Itápolis, SP, Brasil, e da Uniara, em Araraquara, SP, Brasil. Contato: welington.santos@ej.edu.br

Introdução

O setor de transporte aéreo é reconhecido por sua complexidade operacional e competitividade intensa, exigindo das companhias aéreas estratégias bem delineadas para assegurar uma vantagem sustentável em um mercado dinâmico. Fatores como a liberalização progressiva do mercado, avanços tecnológicos e mudanças nos padrões de consumo impõem desafios contínuos às empresas, que devem equilibrar eficiência operacional e diferenciação para manter a rentabilidade e a fidelidade dos clientes. Nesse cenário, a formulação estratégica torna-se fundamental para determinar o sucesso ou o fracasso organizacional, sendo essencial compreender como diferentes abordagens estratégicas influenciam a sustentabilidade e o desempenho competitivo das empresas aéreas.

A literatura sobre estratégia organizacional apresenta diversas perspectivas sobre a obtenção de vantagem competitiva. Porter (1996) propõe que as empresas devem optar por uma das três estratégias genéricas: liderança em custos, diferenciação ou enfoque, alertando que a tentativa de combinar abordagens distintas pode resultar em posicionamentos inconsistentes e desafios operacionais. Contrapondo essa visão, autores como Mintzberg *et al.* (2006) argumentam que a estratégia é um processo emergente, caracterizado por adaptação e aprendizado contínuos. Além disso, estudos como o de Heracleous (2009) demonstram que algumas organizações conseguem integrar elementos de diferenciação e liderança em custos, desafiando a concepção tradicional de estratégias mutuamente excludentes.

Posto isso, este estudo tem como objetivo investigar as diferentes abordagens estratégicas adotadas por companhias aéreas e seus impactos na sustentabilidade da vantagem competitiva. Para tanto, serão analisados casos emblemáticos de empresas como a Southwest Airlines, Continental Airlines e a Singapore Airlines, que oferecem perspectivas distintas sobre a implementação e os desafios da formulação estratégica, permitindo uma análise comparativa dos fatores determinantes para o sucesso ou fracasso no setor aéreo.

A Southwest Airlines, uma das maiores companhias aéreas dos Estados Unidos, destaca-se por sua estratégia de liderança em custos. No quarto trimestre de 2024, a empresa registrou um lucro líquido de US\$ 261 milhões, ou US\$ 0,42 por ação diluída, e uma receita operacional recorde de US\$ 6,93 bilhões (Southwest

Newsroom, 2025). Esses resultados refletem a efetividade de sua operação enxuta e eficiente, que permite oferecer tarifas competitivas mantendo a rentabilidade.

Por outro lado, a Singapore Airlines adota uma estratégia que combina diferenciação e eficiência operacional. No primeiro semestre do ano fiscal de 2024-2025, a empresa reportou um lucro líquido de US\$ 742 milhões, representando uma queda de 48,5% em relação ao mesmo período anterior, atribuída ao aumento da concorrência e dos custos operacionais (Singapore Airlines, 2025). Apesar desses desafios, a companhia mantém seu compromisso com a excelência em serviços e inovação, buscando equilibrar a oferta de um serviço premium com práticas operacionais eficientes.

Sendo assim, a relevância deste estudo para o setor de transporte aéreo reside na compreensão de como diferentes configurações estratégicas afetam a competitividade das empresas, contribuindo para a formulação de modelos de negócios mais eficazes e sustentáveis. Ao analisar criticamente as escolhas estratégicas dessas companhias e seus desdobramentos, este trabalho pretende fornecer subsídios tanto para gestores do setor quanto para pesquisadores interessados na formulação de estratégias organizacionais. Além disso, ao confrontar a fundamentação teórica com a realidade dos casos estudados, busca-se enriquecer o debate acadêmico sobre a aplicabilidade dos conceitos estratégicos no contexto dinâmico da aviação comercial.

Para tanto, este artigo está estruturado da seguinte forma: a próxima seção apresenta a fundamentação teórica, abordando as principais correntes sobre formulação estratégica, vantagem competitiva e alinhamento organizacional. Em seguida, a metodologia detalha os procedimentos adotados na pesquisa, ressaltando sua natureza qualitativa, descritiva e baseada na análise de fontes secundárias. Posteriormente, a seção de resultados e discussões examina os casos selecionados, destacando as lições aprendidas e as implicações para o setor aéreo. Por fim, as considerações finais sintetizam os achados do estudo, ressaltando suas contribuições e apontando possibilidades para pesquisas futuras.

1 A estratégia para as organizações

A questão da estratégia para as organizações, como um todo, causa inquietação a muitos autores. Alguns deles, buscando a fonte da estratégia,

encontram “princípios iniciais” que explicam a natureza do processo. Esses princípios geralmente baseiam-se em disciplinas como economia, sociologia ou biologia. Outros recorrem a um conceito central, como cultura da organização, para explicar o porquê de algumas estratégias darem certo e outras não. Assim, vários autores possuem compreensões diferentes sobre o termo estratégia, produzindo diversas definições (Mintzberg *et al.*, 2006).

Refletindo sobre o processo estratégico, Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000) observam dez perspectivas, ou escolas de pensamento, que descrevem esse campo atualmente. Essas diferentes perspectivas representariam processos fundamentalmente diferentes de criação da estratégia e, ao mesmo tempo, diferentes *partes* do mesmo processo. Explorando a primeira inferência a esse respeito, observa-se a presença de três escolas *prescritivas* (ou “deve ser”) e sete *descritivas* (ou “é”).

A primeira delas é a *Escola de Design (prescritiva)*, em que a formação da estratégia é vista como a obtenção do ajuste essencial entre as forças e as fraquezas internas com as ameaças e oportunidades externas. Sendo assim, a gerência sênior formula estratégias claras, simples e únicas, em um processo deliberado de pensamento consciente – que não é nem formalmente analítico nem informalmente intuitivo – de forma que todos possam implementar as estratégias.

Em seguida, tem-se a *Escola de Planejamento (prescritiva)*, que reflete a maioria das suposições da escola de *design* exceto a de que o processo não é apenas “cerebral”, mas também formal, podendo ser decomposto em passos distintos, delineados por listas de verificação e apoiado por técnicas (especialmente em relação a objetivos, orçamentos, programas e planos operacionais). Isso significa que os funcionários da área de planejamento substituíram gerentes seniores, de fato, como verdadeiros participantes no processo.

Depois, surge a *Escola de Posicionamento (prescritiva)*, a qual tem como principal escritor Michael Porter, apresentando a estratégia como um conceito firmemente integrado, claramente coerente e altamente deliberado, que coloca a empresa em posição de obter vantagem competitiva. Aqui, estratégia competitiva significa ser diferente dos concorrentes, o que consiste em desenvolver um conjunto de atividades específicas para dar suporte à posição estratégica. Defender essa posição, entretanto, depende do desenvolvimento de habilidades que os concorrentes

terão dificuldade para imitar (Porter, 1996). Assim, os planejadores tornam-se analistas das situações do segmento.

A quarta escola apresentada é a *Empreendedora (descritiva)*, que, semelhantemente à escola de *design*, centra o processo no presidente. Mas, ao contrário da escola de *design* e da escola de planejamento, baseia esse processo nos “mistérios da intuição”. Isso mudou a percepção de estratégia, que passou de projetos, planos ou posições precisas para “visões vagas ou perspectivas amplas”, para ser vista, em certo sentido, sempre por meio de metáforas. Isso focou o processo em contextos particulares – início, nicho ou propriedade privada, assim como “recuperação de posição” pelo líder poderoso – embora tenha sido certamente mencionado que toda organização precisa da visão de um líder criativo. Nessa visão, porém, o líder mantém o controle sobre a implementação de sua visão formulada, sendo esta sua distinção central em relação às três escolas prescritivas.

Na sequência, tem-se a *Escola Cognitiva (descritiva)*, em que se desenvolve uma tendência cognitiva na criação da estratégia e em “cognição como processamento de informação”, mapeamento da estrutura de conhecimento e obtenção de conceito – esse último é importante para a formação da estratégia, embora seja aquele em que o progresso tem sido mínimo. Enquanto isso, um outro ramo mais recente dessa escola adotou uma visão mais subjetiva, “interpretativa ou construtivista”, do processo de estratégia, observando que a cognição é usada para construir estratégias como “interpretações criativas”, e não simplesmente para mapear a realidade de uma forma mais ou menos objetiva, porém distorcida.

A sexta escola observada é a de *Aprendizado (descritiva)*, cujas estratégias são emergentes e, portanto, não é suficiente colocar a empresa em uma posição ótima dentro dos mercados existentes; o desafio é penetrar na nuvem de incerteza e desenvolver uma grande capacidade de previsão dos mercados de amanhã. A figura do estrategista não se encontra centrada no principal executivo. Ao contrário, é um amálgama da inteligência e imaginação coletiva dos gerentes e funcionários de toda empresa. Além disso, esta perspectiva rejeita a estratégia como um ritual de planejamento (Hamel; Prahalad, 1995). Consequentemente, segundo Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000, p. 134-172), considera-se que a formulação e implementação das estratégias não podem ser tomadas separadamente.

Em seguida, há a *Escola de Poder (descritiva)*, na qual parecem existir duas orientações distintas. A primeira delas, em que Mintzberg e Lampel (2006) referem-se como “micro poder”, vê o desenvolvimento da estratégia dentro da organização como essencialmente político – um processo envolvendo barganha, persuasão e confrontação entre os atores que dividem o poder. A segunda tratada como “macro poder” pelos autores, vê a organização como uma entidade que usa seu poder sobre os outros e entre seus parceiros de alianças, *joint-ventures* e outras redes de relacionamento para negociar estratégias coletivas de seu interesse.

Depois, observa-se a *Escola Cultural (descritiva)*, que é o inverso da perspectiva de poder. Enquanto este se concentra em interesse próprio e fragmentado, a escola cultural concentra-se em interesses comuns e integrados – formação de estratégia como um processo social baseado em cultura. Essa visão foca a influência da cultura para desencorajar uma mudança estratégica importante.

Já a *Escola Ambiental (descritiva)* preocupa-se com as demandas do ambiente. Nessa categoria, Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000, p. 210-220) incluem a chamada “teoria de contingência” que considera as respostas esperadas das organizações que enfrentam determinadas condições ambientais e textos da “ecologia da população”, que impõem limites severos às escolhas estratégicas.

Por fim, a *Escola de Configuração (descritiva)*, de um lado mais acadêmico e descritivo, vê as organizações como configurações, ou seja, agrupamentos coerentes de características e comportamentos. Além disso, assimila as proposições de outras escolas, alocando-as em contextos específicos. Como exemplo, pode-se citar o planejamento que deve prevalecer em organizações tipo máquina, sob condições de estabilidade relativa, enquanto que o espírito empreendedor pode ser encontrado nas configurações mais dinâmicas de empresas iniciantes ou em recuperação de posição. Mas, se as organizações podem ser descritas em tais “condições”, as mudanças devem então ser descritas como “transformações drásticas”, quando há o salto de uma condição para outra. E assim, desenvolveu-se o outro lado dessa escola, com uma teoria e prática de transformação – mais prescritiva e orientada para a prática. Contudo, essas duas teorias e práticas complementam-se e pertencem à mesma escola.

A despeito das várias formas de ver o termo estratégia, Mintzberg (2006) procura refletir sobre as diferentes maneiras – mesmo implícitas – que essa palavra é

usada. Assim, o autor apresenta cinco definições de estratégia, as quais são: plano, pretexto, padrão, posição e perspectiva.

A primeira definição abordada é a que se apresenta como *plano*. Essa é a forma mais comum de se enxergar a estratégia, como algum tipo de curso de ação conscientemente pretendido, uma diretriz (ou conjunto de diretrizes) para lidar com uma situação. Nessa definição, as estratégias têm basicamente duas características: são criadas antes das ações sobre as quais vão se aplicar, e são desenvolvidas de modo consciente e proposital. Autores de diversos campos utilizam essa definição, como:

- Von Clausewitz (1976, p. 177), no meio militar: “estratégia está relacionada à criação de um plano de guerra [...] preparação das campanhas individuais e, dentro delas, decisão do comprometimento individual.”
- Von Newman e Morgenstern (1944, p. 79), na teoria dos jogos: “estratégia é um plano completo: um plano que especifica que escolhas [o jogador] vai fazer em cada situação possível.”
- Glueck (1980, p. 9), em administração: “estratégia é um plano unificado, amplo e integrado... criado para assegurar que os objetivos básicos da empresa sejam atingidos.”

Na abordagem da estratégia como *pretexto*, ela também se apresenta como plano que, no entanto, caracteriza-se como um pretexto, ou seja, apenas uma “manobra” específica para superar um oponente ou concorrente. Sendo assim, a estratégia coloca-se como uma ameaça (Mintzberg, 2006, p. 24).

Como *padrão*, a estratégia é marcada por uma constância em uma corrente de ações. Aqui, a estratégia caracteriza-se pela consistência no comportamento da organização, pretendida ou não (Mintzberg, 2006). Assim, quando uma estratégia é imputada a uma organização por conta de seu comportamento, implicitamente, está se definindo estratégia como padrão de ação. Como isso ocorre *a posteriori*, é possível que alguém atribua uma intenção àquela ação, que pode vir a ser falsa. Desse modo, padrões podem aparecer sem serem preconcebidos.

Já a definição da estratégia como *posição* trata-se de um meio de localizar uma organização no “ambiente”. Hofer e Schendel (1978, p. 4) apontam que a estratégia torna-se a força mediadora, ou a “combinação”, entre organização e ambiente, ou seja, entre o contexto interno e o externo. Bowman (1974, p. 47) aborda a estratégia

em termos ecológicos, como um “nicho”, e em termos econômicos, como um local que gera “renda”. Em termos administrativos, Thompson (1967) trata a estratégia como um “domínio” de produto-mercado, o local no ambiente onde os recursos estão concentrados. Destarte, essa definição mostra-se compatível com as anteriores, podendo-se pré-selecionar uma posição e aspirar a ela por meio de um plano (ou pretexto), e/ou alcançá-la por meio de um padrão de comportamento (Mintzberg, 2006, p. 26).

Na quinta definição, o conteúdo da estratégia consiste não apenas numa posição escolhida, mas também numa maneira fixa de olhar o mundo, isto é, numa *perspectiva*. De acordo com Mintzberg (2006, p. 27), “Nesse aspecto, a estratégia é para a organização aquilo que a personalidade é para o indivíduo.” Além disso, aqui a estratégia caracteriza-se como um conceito, ou seja, uma abstração que existe apenas na cabeça das partes interessadas. Mas o que chama a atenção de Mintzberg nessa definição é que a perspectiva é “compartilhada”. O autor coloca que

Como indicado nas palavras *weltanschauung*, *cultura* e *ideologia* (em relação à sociedade), mas não à palavra *personalidade*, estratégia é uma perspectiva compartilhada pelos membros de uma organização, por suas intenções e/ou por suas ações. Na verdade, quando falamos sobre estratégia neste contexto, entramos na esfera da *mente coletiva* – pessoas unidas por pensamento e/ou comportamento comum. Dessa forma, uma questão importante no estudo da formação de estratégia é como ler essa mente coletiva – para entender como as intenções se espalham pelo sistema chamado organização para se tornarem compartilhadas e que ações devem ser praticadas em bases coletivas e consistentes.

Sendo assim, as discussões de Mintzberg levam a conclusão de que as estratégias podem ser vistas como resultantes do posicionamento da organização, como declarações ou visões prévias para orientar a ação, ou mesmo, como resultados posteriores de um comportamento real. Portanto, seja conscientemente estabelecido com antecedência, seja simplesmente um entendimento amplamente aceito resultante de uma série de decisões, esse comportamento torna-se a estratégia real da organização.

Diante disso, Mintzberg e Lampel (2006, p. 43-44) enfatizam que as maiores falhas na gestão estratégica ocorrem quando as organizações prendem-se a um determinado ponto de vista. Primeiramente, “Esse campo teve sua obsessão com planejamento, depois posições genéricas baseadas em cálculos cuidadosos e, agora, aprendizado.” Sendo assim, os autores concordam sobre a necessidade de ir além

das limitações de cada escola de estratégia, procurando saber como a formação da estratégia, a qual combina todas essas escolas e outras, funciona de fato. Como ponderam os autores, “[...] devemos dar mais atenção ao elefante inteiro – para a formação da estratégia como um todo. Talvez não possamos nunca vê-la por completo, mas certamente poderemos vê-la melhor.”

Outra questão para a qual Mintzberg (2006, p. 26) chama a atenção, agora baseado em Rumelt (1980), refere-se ao fato de que “as estratégias de uma pessoa são as táticas de outras – ou seja, o que é estratégico depende de onde você está.” Além disso, deve-se considerar o “quando” você está: “o que parece tático hoje pode vir a ser estratégico amanhã.” A questão é que não se deve usar “rótulos” para indicar que algumas questões são mais importantes do que outras. Por consequência, nessa ótica a estratégia acaba se referindo a tudo: produtos e processos, produção e operação, responsabilidades sociais e interesses particulares.

2 Metodologia

A presente pesquisa adota o método indutivo como base para a construção do estudo, partindo da análise detalhada de dados específicos até a formulação de um modelo teórico generalizado. Esse processo investigativo se estrutura na coleta e organização de informações minuciosas acerca do objeto de estudo, as quais, ao serem sistematicamente analisadas, dão origem a temas centrais que, por sua vez, são agrupados em padrões interpretativos. Posteriormente, tais padrões são confrontados com a literatura existente, permitindo que a teoria aplicada seja enriquecida e testada à luz das evidências levantadas (Creswell, 2010, p. 92). Dessa forma, a abordagem adotada privilegia a extração de significados e inferências a partir do exame criterioso dos dados, assegurando que o conhecimento gerado esteja ancorado em observações concretas e alinhado ao referencial teórico pertinente.

A natureza desta investigação se insere no campo da pesquisa aplicada, conforme a categorização proposta por Thiollent (1986), caracterizando-se pelo direcionamento do estudo à solução de um problema concreto, com vistas à proposição de inovações passíveis de aplicação imediata. Segundo Roesch (1999), a pesquisa aplicada distingue-se pela articulação entre um problema prático e o embasamento teórico específico de uma disciplina, favorecendo a construção de soluções alternativas e contribuindo para a resolução de desafios reais enfrentados

no contexto estudado. Assim, a estrutura metodológica adotada busca não apenas descrever o fenômeno em análise, mas também apresentar subsídios que possibilitem sua compreensão e intervenção de maneira fundamentada e sistemática.

A abordagem qualitativa norteia a condução desta pesquisa, na medida em que se dedica à análise aprofundada da unidade de estudo, considerando suas especificidades e complexidades. Creswell (2010, p. 208-210) destaca que a pesquisa qualitativa privilegia a intencionalidade da amostragem, permitindo que os fenômenos sejam examinados em sua totalidade e em seu contexto particular. Essa perspectiva se justifica, sobretudo, pela necessidade de captar e interpretar as características intrínsecas ao objeto investigado, as quais, muitas vezes, não se encontram claramente delimitadas nem no plano conceitual, nem em sua manifestação empírica (Roesch, 1999). Dessa forma, a escolha pela abordagem qualitativa se sustenta na premissa de que a compreensão aprofundada do fenômeno estudado demanda um olhar atento às suas singularidades, bem como à maneira como ele se configura dentro do contexto analisado.

Quanto à sua classificação, o presente estudo enquadra-se na categoria das pesquisas descritivas, uma vez que se propõe a expor as características do objeto investigado, assim como a estabelecer possíveis correlações entre variáveis que possam contribuir para a definição de sua natureza. Vergara (2004) ressalta que a pesquisa descritiva não tem como propósito central a explicação causal dos fenômenos, mas sua abordagem detalhada pode servir como base para futuras interpretações e análises explicativas. Assim, ao descrever minuciosamente os elementos que compõem o fenômeno estudado, o presente trabalho busca fornecer um panorama detalhado que auxilie no aprofundamento do conhecimento sobre o tema em questão.

O procedimento metodológico empregado compreende o levantamento de fontes secundárias, abrangendo uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema em estudo, conforme indicado por Mattar (2000). Tal abordagem visa minimizar o risco de redundância na pesquisa, garantindo que o estudo se construa sobre bases já consolidadas e que os esforços sejam direcionados à ampliação do conhecimento existente. O levantamento bibliográfico envolve a análise de diversas fontes, tais como livros acadêmicos, artigos científicos publicados em periódicos especializados, dissertações e teses defendidas em instituições de ensino superior, além de

documentos institucionais e dados divulgados por órgãos governamentais e entidades do setor (Mattar, 2000). Dessa maneira, busca-se garantir a fundamentação teórica do estudo por meio de um amplo espectro de referências, que possibilitem uma visão abrangente e crítica sobre o tema.

Por fim, a estratégia analítica geral adotada na análise das evidências segue o princípio das proposições teóricas, conforme sugerido por Yin (2001). Nesse sentido, a revisão da literatura desempenha papel fundamental na assimilação do referencial teórico, permitindo que os dados coletados sejam interpretados à luz dos conceitos e modelos previamente estabelecidos. Rocha-dos-Santos (2009, p. 25) destaca que esse processo de análise se estrutura na organização criteriosa das fontes bibliográficas, diferenciando-as entre primárias, secundárias e terciárias, de modo a dinamizar a construção do referencial teórico. Essa abordagem possibilita não apenas a sistematização das informações obtidas, mas também a elaboração de um arcabouço conceitual sólido, capaz de subsidiar as discussões e interpretações apresentadas ao longo do estudo.

3 Resultados e Discussão

A análise das estratégias adotadas pela Southwest Airlines, Continental Airlines e Singapore Airlines permite identificar diferentes abordagens competitivas dentro do setor de transporte aéreo, bem como seus impactos na sustentabilidade das vantagens adquiridas. Considerando o arcabouço teórico apresentado por Porter (1996), Heracleous (2009) e outros estudiosos da estratégia organizacional, é possível compreender como a formulação estratégica afeta o desempenho e a perenidade das empresas nesse setor altamente dinâmico.

3.1 Estratégia e Diferenciação na Southwest Airlines

A Southwest Airlines consolidou-se como um dos principais exemplos de vantagem competitiva sustentável por meio de uma estratégia baseada em liderança em custos e eficiência operacional, sem comprometer a experiência do cliente. Conforme indicado por Porter (1996), a companhia diferencia-se pela escolha deliberada de um modelo de negócios que prioriza a simplicidade das operações, o uso eficiente dos ativos e um modelo de atendimento que maximiza a rotatividade dos voos.

Para compreender o sucesso da Southwest, é fundamental observar sua estrutura de custos e as decisões operacionais que permitem sustentar tarifas reduzidas. A companhia evita aeroportos congestionados, reduzindo os tempos de solo e, conseqüentemente, os custos associados a taxas aeroportuárias e atrasos operacionais. Além disso, a padronização de sua frota, composta exclusivamente por aeronaves Boeing 737, reduz significativamente os gastos com manutenção e treinamento da tripulação. Essa decisão estratégica exemplifica a abordagem de posicionamento estratégico sustentável, em que a escolha das atividades é fundamental para a diferenciação duradoura da empresa (Porter, 1996).

O modelo operacional da Southwest também se alinha à perspectiva da escola de aprendizado estratégico, conforme descrita por Mintzberg *et al.* (2006), na qual as estratégias emergem da adaptação contínua ao ambiente e da aprendizagem organizacional. A empresa desenvolveu uma cultura de eficiência e inovação incremental, em que cada decisão operacional é constantemente testada e aprimorada para manter a vantagem competitiva.

Além do aspecto operacional, a Southwest cultiva um forte alinhamento organizacional entre sua estratégia e sua cultura corporativa. Diferentemente de muitas empresas do setor, que enfatizam hierarquias rígidas e padrões formais de atendimento, a Southwest aposta em uma abordagem descontraída, com forte engajamento dos funcionários. Esse alinhamento é essencial para garantir que a proposta de valor da companhia seja percebida pelos clientes e mantida ao longo do tempo.

Contudo, a principal crítica ao modelo da Southwest reside na dificuldade de replicabilidade em outras geografias ou contextos econômicos distintos. Embora seu modelo de baixo custo tenha sido amplamente copiado por concorrentes, poucas empresas conseguiram alcançar o mesmo nível de eficiência sem comprometer a experiência do cliente ou incorrer em dificuldades operacionais.

3.2 A Tentativa Mal-Sucedida da Continental Airlines em Combinar Modelos

A estratégia adotada pela Continental Airlines representa um contraponto interessante ao caso da Southwest, uma vez que a empresa tentou implementar um modelo híbrido sem o devido alinhamento entre suas atividades operacionais e sua proposta de valor. Inspirada no sucesso da Southwest, a Continental lançou o

programa Continental Lite, um serviço de baixo custo inserido dentro de sua estrutura tradicional de companhia aérea *full-service*.

A proposta da Continental Lite era oferecer tarifas mais acessíveis sem abandonar totalmente os serviços tradicionais. No entanto, essa estratégia revelou-se incoerente e insustentável, pois a empresa não conseguiu equilibrar os custos operacionais elevados associados ao seu modelo convencional com a redução de preços proposta para competir com as *low-cost carriers* (LCCs). Como resultado, a companhia enfrentou dificuldades em atender tanto o segmento *premium*, que se sentiu prejudicado pelas mudanças na qualidade do serviço, quanto os passageiros sensíveis a preço, que encontraram opções mais consistentes em concorrentes como a Southwest.

Essa falha da Continental pode ser explicada pela impossibilidade de conciliar estratégias de liderança em custos e diferenciação, conforme estabelecido por Porter (1996). A estrutura de custos da empresa não permitia oferecer preços compatíveis com os de uma companhia *low-cost* sem comprometer sua rentabilidade. Além disso, a coexistência de dois modelos dentro da mesma organização gerou conflitos internos, com impactos negativos sobre a eficiência operacional e a percepção de marca.

Do ponto de vista da teoria da configuração estratégica (Mintzberg *et al.*, 2006), a Continental Lite carecia de um alinhamento coeso entre suas atividades e sua proposta de valor. A estratégia híbrida resultou em uma série de compromissos que enfraqueceram a posição competitiva da empresa, evidenciando a importância da coerência estratégica na formulação de modelos sustentáveis.

3.3 A Dualidade Estratégica da Singapore Airlines

Em contraste com os casos anteriores, a Singapore Airlines se destaca por sua capacidade de combinar diferenciação e liderança em custos sem comprometer a qualidade de seus serviços. Heracleous (2009) argumenta que a empresa adota uma estratégia dual, na qual busca simultaneamente oferecer um serviço *premium* e manter custos operacionais reduzidos em comparação com outras companhias aéreas de bandeira.

O sucesso da Singapore Airlines reside na estruturação de um sistema organizacional altamente eficiente e sinérgico, composto por cinco pilares

estratégicos. O primeiro deles é o design rigoroso do serviço, em que a companhia investe continuamente na excelência do atendimento e na inovação dos produtos oferecidos a bordo, buscando diferenciação no mercado *premium*. O segundo pilar traduz-se na inovação contínua, na qual, em vez de realizar inovações disruptivas, a Singapore Airlines adota uma abordagem de melhorias incrementais constantes, garantindo que seus serviços evoluam de maneira sustentável. No terceiro, caracterizado pela cultura organizacional voltada para eficiência, desde o recrutamento até o treinamento, a empresa desenvolve seus colaboradores para alinhá-los à estratégia dual, garantindo um serviço de alta qualidade sem desperdício de recursos. O quarto pilar é definido como sinergias estratégicas, cuja integração entre subsidiárias e unidades de negócios permite ganhos de eficiência e controle sobre custos operacionais. No último pilar, por meio da gestão holística de talentos, há o treinamento rigoroso e a retenção de talentos como aspectos fundamentais para garantir a execução impecável da estratégia diferenciada.

Assim, o caso da Singapore Airlines desafia a visão tradicional de que diferenciação e liderança em custos são estratégias excludentes. No entanto, esse modelo só é viável porque a empresa implementa uma série de práticas organizacionais que garantem que ambas as abordagens sejam sustentáveis dentro da mesma estrutura.

Considerações finais

A análise comparativa das três companhias evidencia que a coerência na formulação e implementação estratégica é determinante para o sucesso sustentável. Enquanto a Southwest Airlines prospera com um modelo operacional enxuto e foco na eficiência, a Continental Airlines falhou ao tentar combinar modelos incompatíveis. A Singapore Airlines, por sua vez, comprova que a integração bem planejada entre diferenciação e controle de custos pode resultar em vantagem competitiva duradoura. Dessa forma, a fundamentação teórica aplicada neste estudo reforça a relevância do alinhamento entre estratégia, estrutura organizacional e processos internos, assegurando que as decisões estratégicas sejam sustentáveis e adaptáveis às dinâmicas do setor aéreo.

Em conclusão, os casos analisados mostram que a escolha de uma estratégia clara e bem implementada é fundamental para a competitividade no setor de aviação.

A Southwest Airlines exemplifica uma liderança em custo bem-sucedida, a Singapore Airlines demonstra a viabilidade de uma estratégia dual, enquanto a Continental Airlines ilustra os desafios de um posicionamento incoerente. Essas descobertas corroboram a literatura existente e destacam a relevância de um alinhamento estratégico eficaz.

Referências

BOWMAN, Mary Jean. 6: Learning and Earning in the Postschool Years. **Review of Research in Education**, v. 2, n. 1, p. 202-244, 1974. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/0091732X002001202>. Acesso em: 19 fev. 2024.

CLAUSEWITZ, Carl von. **On War**. Princeton: Princeton University Press, 1976.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

GLUECK, William F. **Business Policy and Strategic Management**. 3. ed. Michigan: McGraw-Hill, 1980.

HAMEL, Gary; PRAHALAD, C. K. **Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã**. 11. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

Heracleous, Loizos; Wirtz, Jochen. Strategy and organization at Singapore Airlines: Achieving sustainable advantage through dual strategy. **Journal of Air Transport Management**, v.15, p. 274–279, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969699708001580>. Acesso em: 16 fev. 2025.

HOFER, Charles W.; SCHENDEL, Dan. **Strategy Formulation: analytical concepts**. Eagan: West Group, 1978.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MINTZBERG, Henry. Cinco Ps para estratégia. In: MINTZBERG, Henry; LAMPEL, Joseph; QUINN, James Brian; GHOSHAL, Sumantra. **O processo da estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MINTZBERG, Henry; LAMPEL, Joseph. Reflexão sobre o processo estratégico. In: MINTZBERG, Henry; LAMPEL, Joseph; QUINN, James Brian; GHOSHAL, Sumantra. **O processo da estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

NEUMANN, John von; MORGENSTERN, Oskar. **Theory of Games and Economic Behavior**. Princeton: Princeton University Press, 1944.

PORTER, Michael E. What is strategy. **HBR**: Harvard Business Review, nov./dec. 1996.

ROCHA-DOS-SANTOS, Welington José. **O alinhamento estratégico da tecnologia da informação na administração pública**: o caso Araraquara. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2009. 200 p. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99000/santos_wjr_me_arafcl_pro t.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 set. 2020.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1999.

SINGAPORE AIRLINES. **Financial Results**. Disponível em: https://www.singaporeair.com/pt_BR/br/about-us/information-for-investors/financial-results/. Acesso em: 16 fev. 2025.

SOUTHWEST NEWSROOM. **Southwest Airlines Reports Fourth Quarter and Full Year 2024 Results**. Disponível em: <https://www.swamedia.com/news-and-stories/news-release/southwest-airlines-reports-fourth-quarter-and-full-year-2024-results-MCK6IFVQNCVFEONDT52R3ZJV3P6Q?>. Acesso em: 16 fev. 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

THOMPSON, James D. **Organizations in action**: Social science bases of administrative theory. Michigan: McGraw-Hill, 1967.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

COLISÃO COM O SOLO EM VOO CONTROLADO (CFIT) - VOANDO VFR EM IMC *CONTROLLED FLIGHT INTO TERRAIN (CFIT) – FLYING VFR IN IMC*

Antonio Dari Vidal Sobreira¹

Não há uma forma correta de se prever como um ser humano pensa, como ele tomará as ações que pensou e, muito menos, como foram pensadas essas ações, ou seja, é impossível saber como o ser humano tomará certa atitude.
Marcelo José Simões Grohmann

RESUMO: Este artigo discute a violação ocorrida uma vez que uma aeronave encontra condições IMC voando VFR, levando-a assim a um acidente de tipo CFIT. Assim sendo, serão discutidos os modelos SHEEL e Queijo Suíço de James Reason, bem como a desorientação espacial e maneira a qual ela se dá. Além disso, dois acidentes serão abordados: o primeiro será discutido como uma forma de estudar a Síndrome da Pressa, enquanto o outro, para compilar todos os modelos estudados e aplicar as ideias abordadas no decorrer do artigo em um só exemplo. No final, serão dispostas as considerações finais do autor.

Palavras-chave: CFIT Violação; SHELL; Síndrome da Pressa; Tomada de Decisão; Desorientação Espacial.

ABSTRACT: This article discusses violation occurred once an airplane flying VFR encounters IMC leading to a CFIT accident. Therefore, it will be discussed the SHELL and James Reason's Swiss Cheese modals, as well as the spatial disorientation and how its given. Besides that, two accidents will be discussed: the first one will be aborted as a way the study the Hurry-up Syndrome, and the other one, to comply all the models studied and apply the ideas aborted during the article in one example. Lastly, it will be seen the final considerations from the author.

Keywords: CFIT; Violation; SHELL; Hurry-up Syndrome; Decision Making; Spatial Disorientation.

Introdução

O primeiro voo realizado por um equipamento mais pesado do que o ar ocorreu em 23 de outubro de 1906 pelo patrono da aviação, Alberto Santos Dumont (1873-1932 – 14-Bis, 2021). Desde então, a aviação apresentou uma enorme evolução em termos tecnológicos, especialmente durante as Grandes Guerras, que se tornaram marcos importantíssimos ao passo que houve o surgimento de ferramentas como o sistema de pressurização, radar, telecomunicação e afins.

Tendo isso em vista, com o advento da aviação houve também um aumento no número de acidentes. Assim como qualquer outra atividade humana, a atividade aérea também possui riscos e perigos. No entanto, a segurança de voo passou a ser uma preocupação das autoridades aeronáuticas de modo a buscar a preservação de bens e, acima de tudo, de vidas. Levando isso em

¹ Pós Graduado MBA Economia Fianreira pela Anhanguera Superior de Pilotagem Profissional de Aeronaves pela EJ Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil (Itápolis/SP). Piloto Comercial IFR checado pela instituição EJ Escola de Aviação Civil Ltda. E-mail para contato: antoniodari23@gmail.com.

consideração deve-se fazer esforços no mesmo sentido para que as atividades de aviadores se tornem cada vez mais seguras.

Sendo assim, este artigo se destina à discussão do acidente de tipo Colisão com o Solo em Voo Controlado (CFIT), ou, em inglês, *Controlled Flight Into Terrain* (ANAC, 2009). Em especial, a violação se estabelece quando se voa por regras de voo visual (VFR) - em condições de voo por instrumento (IMC). Tal realidade tem tirado a vida de diversos pilotos nas últimas décadas, em especial da aviação geral.

A escolha do tema adveio das experiências pessoais do autor nos cursos práticos de voo realizados na EJ Escola de Aviação Civil – Piloto Privado, Piloto Comercial e *Upset Recovery* (Manobras Adversas) – em especial nesse último, pois nele foi abordado o tópico: Desorientação Espacial (o qual será discutido ao longo deste trabalho).

Para a discussão de tal tema usou-se o método indutivo, uma vez que serão apresentadas várias teorias e fatores que geralmente estão envolvidos em acidentes desse gênero com o fim de usa-los para a elaboração da análise do estudo de caso com a aeronave King Air C90 de matrícula PP-LMM. Dessa forma, foi feito o uso de método bibliográfico e a fundamentação teórica foi embasada em relatórios, artigos e *sites* da *internet* acerca do tema em questão. Com o intuito de atingir um entendimento amplo sobre o tema foi utilizado o *site* ANAC em adição ao artigo do *Federal Aviation Association*, Associação Federal de Aviação (FAA), sobre o tema. Já para a fundamentação de dados numéricos fez-se uso os relatórios da *International Air Transportation Association*, Associação Internacional de Transportes Aéreos (IATA), sobre o número de casos envolvendo este tipo de acidente assim como os dados extraídos a partir do site do Centro de Investigação e Previsão de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). E por último o embasamento para o estudo de caso foi realizado a partir do relatório final divulgado também pelo CENIPA.

2 Sobre o CFIT

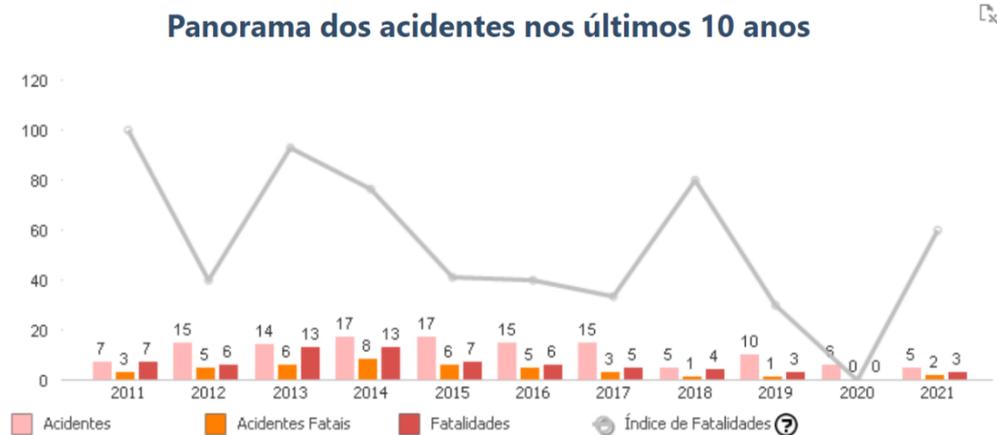
“Colisão com o solo em voo controlado” é uma expressão feita por técnicos da Boeing na década de 1970 com o intuito de descrever acidentes aeronáuticos que culminem na colisão contra o solo, enquanto a aeronave ainda se encontra com todos seus equipamentos internos e sistema operantes e em perfeito estado no momento do impacto (ANAC, 2009). Embora, no meio aeronáutico, haja a convenção de que tais acidentes ocorram apenas quando as condições meteorológicas se encontram mais favoráveis ao voo por instrumento, esta concepção é uma inverdade, uma vez que esse tipo de acidente se caracteriza com a colisão contra o terreno em que a aeronave estivesse perfeitamente aeronavegável. Assim sendo, o citado caso se classifica em tal categoria, bem como acidentes ocorridos em *Visual Meteorological Conditions*, Condições Meteorológicas Visuais (VMC), como uma colisão contra fios de alta tensão durante a aplicação agrícola sobre uma lavoura, por exemplo.

Assim sendo, a FAA relata que 17% dos acidentes envolvendo a aviação geral têm, como natureza, o CFIT. No entanto, pelo fato de que em tipo de aviação, a existência de *Cockpit Voice Recorder*, Gravador de Voz de Cabine (CVR), nos *cockpits* não serem uma obrigação dos fabricantes das aeronaves, muitas informações acerca do tema foram omitidas e ainda não descobertas, mas seu fator raiz está na natureza humana e na forma que estas interagem com a máquina.

Se o CFIT se caracteriza como um acidente tal como foi abordado, também existe outra classificação importante chamada de Voo Controlado em Direção ao Terreno (*Controlled Flight Towards Terrain – CFTT*). Este tipo de evento se caracteriza como um incidente grave ao passo que, assim como o CFIT, no comando do voo contra o solo ou água, o acidente não chega a ocorrer. Sendo assim, é esse o tipo de acidente que este artigo se dispõe a estudar. Graças a essa característica – a não concretização da colisão – muitos incidentes acabam por não ser reportados, o que dificulta seu estudo, impede a implementação de técnicas de prevenção e abre brechas para o acontecimento da colisão em voo controlado contra o terreno, o que significa um entrave ao avanço da segurança operacional.

De forma ilustrativa, a seguir se encontra o Gráfico 1, retirado do site Painel SIPAER, que ilustra os casos de acidentes de natureza CFIT ocorridos durante as fases de pouso e decolagem (CENIPA, 2021).

Gráfico 1 - Acidentes de Colisão com Obstáculo durante Decolagem e Pouso



Fonte: CENIPA (2021)

A partir da análise do gráfico pode-se concluir que entre os anos 2011 e 2021 (até o mês de novembro) houve 126 acidentes, dos quais 31% deles foram fatais. Daí a importância de se estudar este tipo de acidente.

3 Regulamentação para voos VFR

De início, é válido que se conceitue o termo “violação”: conduta que normalmente predispõe uma vontade deliberada, uma consciência em relação ao desvio de uma regra (Parma, 2021).

Tendo isso em visto, é válido que se trate acerca dos requisitos ao voo visual. Segundo a ICA 100-1, a operação VFR diurna em aeródromo somente poderá ser realizada se o aeródromo atender à seguinte condição: os mínimos meteorológicos para o voo VFR estejam em conformidade com a legislação pertinente estabelecida pelo DECEA (BRASIL, 2018). Assim sendo, a citada legislação é a ICA 100-12, a qual se destina à discussão de Regras do Ar. Nela está contida a Tabela 1 em que estão descritos os mínimos para a operação de voos visuais: (BRASIL, 2016).

Tabela 1 - Mínimos de Visibilidade e Distância de Nuvens em VMC

Classe de Espaço Aéreo	B	C D E	FG	
			Acima de 900 m (3000 pés) AMSL ou acima de 300 m (1000 pés) sobre o terreno o que for maior	A 900 m (3000 pés) AMSL abaixo ou 300m (1000 pés) acima do terreno, o que for maior
Distância das Nuvens	Livre de Nuvens	1500 m horizontalmente 300 m(1000 pés) verticalmente	1500 m horizontalmente 300m verticalmente	Livre de nuvens e avistando o solo
Visibilidade	8 km se voando no ou acima do FL100	8 km se voando no ou acima do FL100	8 km se voando no ou acima do FL100	5 km
	5 km se voando abaixo do FL100	5 km se voando abaixo do FL100	5 km se voando abaixo do FL100	
Limite de Velocidade	380 kt	250 kt IAS se voando abaixo do FL100		
		380 kt IAS se voando acima do FL100		

Fonte: Brasil (2016)

Assim sendo, caso o que fora estabelecido por meio desta última instrução do Comando da Aeronáutica, por meio da tabela representada acima, não for possível ser obedecido, o piloto em comando tem o dever e a obrigação de alternar para o aeródromo mais próximo ou tomar a decisão de não decolar. Caso isto não ocorra, ele está cometendo uma violação às normas estabelecidas em virtude do fato de estar ciente das regras do ar, já que este assunto é abordado durante sua formação e cobrado nos exames teóricos realizados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

4 Fatores Humanos

De início, deve-se ressaltar que este tipo de colisão deriva de problemas na *interface* humana. Para tanto, este capítulo buscará entender como esta *interface* contribui

para sua ocorrência. Assim sendo, será realizado o estudo de algumas teorias no âmbito de fatores humanos.

4.1 Modelo SHELL

A trilogia Homem-Meio-Máquina é importante, uma vez que a atividade aérea bem-sucedida consiste na interação bem realizada entre estes elementos. Tal modelo é abordado pelo estudo SHELL, realizado por Frank H. Hawkins em 1990.

Esse modelo consiste na interpretação de quatro elementos: *Hardware* (Equipamento); *Software* (Programas); *Liveware* (Ser Humano) e *Environment* (Meio) e como todos esses elementos interagem com o elemento *Liveware*. O diagrama abaixo (Figura 1) ilustra a teoria de forma a colocar a iniciais de cada elemento e dispor estes de forma que sempre estarão com em contato com o ser (*Liveware*):

Figura 1 - Diagrama do modelo SHELL



Fonte: ICAO (s.d.)

Uma vez que essa interação é deficiente, as margens de segurança são reduzidas culmina em acidentes aeronáuticos. No caso desse tipo de acidente em específico, voltando-se para o voo em condições por instrumento mesmo com plano de voo visual, tem-se um problema na interação *Liveware-Software*, já que o piloto em comando opta por prosseguir com o voo dele, embora as condições de tempo presente impeçam a operação do voo por regulamento, caracterizando assim uma violação, como já descrito. Há uma violação, ao mesmo tempo que a interação *Liveware-Environment* também apresenta problemas. Essa condição de voo favorece a situação de desorientação espacial

e desconecta o ser da consciência situacional, fazendo com que não mais tenha percepção do meio (*Environment*).

4.2 Síndrome da Pressa

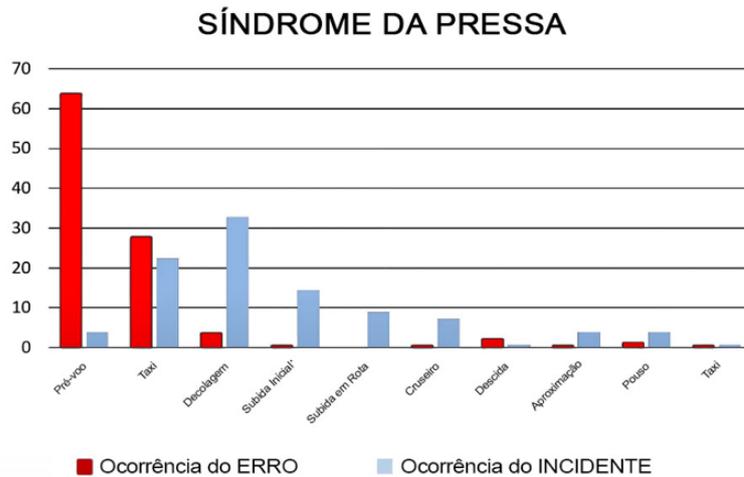
O órgão americano de Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (*National Aeronautics and Space Administration – NASA*) realizou um relatório a respeito do que chamou de Síndrome da Pressa como um meio de alertar a comunidade aeronáutica a respeito de seu perigo (Mcelhatton, 1993).

Nós definimos a Síndrome da Pressa como uma situação em que uma performance humana do piloto é degradada por uma necessidade percebida ou observada (real) de apressar o cumprimento de tarefas e deveres por qualquer motivo. Essas pressões relacionadas ao tempo incluem a necessidade de um agente da empresa aérea ou pessoal de apoio de solo em abrir espaço no portão de embarque para outra aeronave, pressão do controle de tráfego aéreo para agilizar o taxi para a decolagem ou atender o limite de uma restrição de tempo, a pressão para manter a escala quando atrasos ocorrem devido á manutenção .ou tempo, ou a tendência de apressar a realização dos procedimentos para evitar exceder regulações de legislativas trabalhistas.² (tradução nossa)

Sendo assim, pode-se afirmar que essa condição impacta diretamente na operação, uma vez que o que fora definido resulta na redução das margens de segurança operacional ao passo que, em virtude de tal síndrome, o piloto tende a cometer erros e falhas operacionais durante a função de seu exercício. A seguir há o Gráfico 2 que ilustra a fatia percentual do erro em vermelho e a fatia condizente à ocorrência de incidentes.

² We define **Hurry-Up Syndrome** as any situation where a pilot's human performance is degraded by a perceived or actual need to hurry or rush tasks or duties for any reason. These time-related pressures include the need of a company agent or ground personnel to open a gate for another aircraft, pressure from ATC to expedite taxi for takeoff or to meet a restriction in clearance time, **the pressure to keep on schedule when delays have occurred due to maintenance or weather**, or the inclination to hurry to avoid exceeding duty time regulations. (Mcelhatton, 1993)

Gráfico 2 - Porcentagem de Ocorrência de Erro X Ocorrência de Incidente em cada fase do voo



Fonte: MCELHATTON (1993)

Como se pode perceber, a maioria dos erros ocorrem durante as fases iniciais do voo, principalmente nas etapas de inspeção pré-voo e táxi até a cabeceira. Esta teoria faz-se fundamental para a compreensão a respeito do porquê de se cometer erros quando se é pressionado a executar as funções em um espaço de tempo menor que o habitual. No entanto-deve-se ressaltar a diferença de realizar algo de maneira rápida e ágil. Enquanto a segunda se caracteriza pelo cumprimento de tarefas tendo em vista os procedimentos padrões estabelecidos pelo manual, buscando sua execução em um intervalo de tempo menor, a primeira apenas preza pela realização dos deveres com pressa. Ou seja, a rapidez objetiva muito mais pela quantidade do que qualidade. Já a agilidade volta-se para o oposto, uma vez que busca o cumprimento de todos os procedimentos operacionais estabelecidos. Assim sendo é preciso sempre ser ágil na função e não rápido.

Muito embora a Síndrome da Pressa esteja por trás somente de acidentes de natureza a qual este artigo objetiva o estudo, nota-se uma ligação entre ela e diversos casos de CFIT, como o acidente do voo Santa Barbara 518.

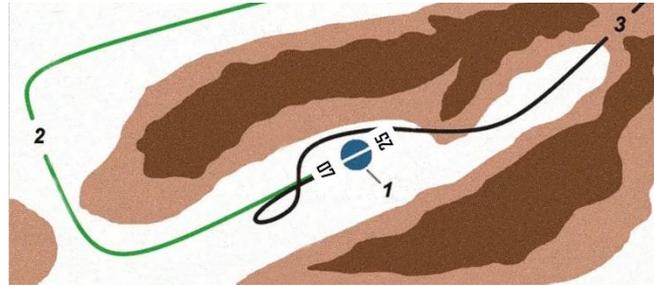
4.2.1 Acidente do voo Santa Barbara 518

O acidente ocorreu em 21 de fevereiro de 2008 quando um ATR 42, executando a rota entre Mérida e Caracas, na Venezuela, se chocou contra a Cordilheira dos Andes logo após a decolagem. Infelizmente, a aeronave sofreu danos permanentes e todos os 46 ocupantes foram a óbito.

A operação no aeródromo de Mérida era, até certo ponto, peculiar. A autoridade aeronáutica recomendava que saídas fossem realizadas visualmente. Na Figura 2 tem-se

a trajetória publicada pela autoridade aeronáutica competente em verde e em preto, a trajetória normalmente executada pelos pilotos (na época do acidente) da companhia Santa Barbara.

Figura 2 - Procedimentos de saída visual para o aeroporto de Mérida



Fonte: Branco (2021)

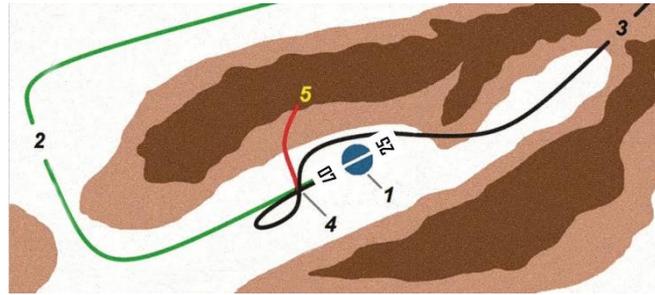
Como se pode perceber, o procedimento publicado percorre a região de elevações mais baixas que o procedimento adotado pela empresa. No entanto, o procedimento que tal companhia emprega economizaria cerca de 10 minutos de voo.

No dia do acidente em questão, a investigação revelou que os pilotos tomavam um café no saguão do aeroporto antes do voo, o que os levou a perder a hora. Ao retornarem à aeronave, constataram que todos os passageiros já estavam à bordo desencadeando assim um gatilho para a Síndrome da Pressa.

Ao preparem a aeronave para a partida, a tripulação acionou os motores antes mesmo de receberem autorização para acionamento do controle de tráfego aéreo, tamanha era a pressa na execução de suas tarefas para a decolagem. A preparação de cabine que duraria em média 3 minutos para ocorrer demorou, na verdade, 2 minutos e 32 segundos. Assim, o sistema de Referência para Atitude e Proa (*Attitude and Heading Reference System - AHRS*) não teve tempo de executar seu alinhamento de maneira correta (demoraria 3 minutos com a aeronave imóvel) fazendo com que o instrumento HSI apresentasse informações errôneas durante o táxi, fato que fora constatado pela tripulação e acordado de alinhar novamente após a decolagem, em vista do tempo.

A Figura 3, a seguir, retrata a trajetória percorrida pela aeronave em vermelho (Branco, 2021):

Figura 3 - Procedimentos de saída visual para o aeroporto de Mérida e a trajetória real da aeronave.



Fonte: Branco (2021)

No entanto, por conta desses 28 segundos faltantes para o sistema completar sua inicialização, a tripulação sofreu uma desorientação após a decolagem, ao entrar em condições IMC, durante a curva à esquerda prevista no procedimento da empresa. Isso fez com que, ao invés de realizar uma curva de 180° para o lado esquerdo, completasse cerca de 270° para o lado desejado, fazendo com que terminasse a curva em direção ao morro.

4.3 Desorientação Espacial

Para a orientação espacial o corpo humano combina as informações recebidas pelos seus sentidos (em especial pelos dados obtidos pelo órgão ocular e órgãos otolíticos). Quando as informações obtidas desses órgãos se encontram comprometidas, tem-se uma desorientação espacial.

Como previamente citado, os olhos são fundamentais para a orientação espacial do aviador. Isso ocorre, pois é de sua função a identificação referencial do horizonte real para a consciência situacional. Já aos órgãos otolíticos cabe a eles e ao sistema vestibular a captação e sentido da gravidade e outros tipos de aceleração linear. Ao combinar os dados provenientes desses sistemas, o cérebro é capaz de identificar a orientação que o corpo se encontra, sendo. Sendo assim, basta que um desses sentidos seja comprometido para que ocorra a desorientação espacial (Manual Teórico, 2014).

O estudo desse âmbito se divide em ilusões visuais e vestibulares. A primeira geralmente tem relação ao voo noturno e às luzes, enquanto a segunda, ocorre, na maioria das vezes, ao se entrar em uma nuvem ou nevoeiro muito intenso afetando a capacidade do aviador de visualizar o horizonte real, ocasionando uma desorientação, embora seja também factível de ocorrer durante o voo em VMC. Tal situação é treinada no decorrer do curso de *Upset Recovery*, em que o aluno fecha os olhos (única informação disponível

ao sistema nervoso para a determinação da orientação passa a ser o sistema vestibular) e o instrutor realiza algumas manobras de curva e mudança de atitude (com o intuito de gerar acelerações lineares aos órgãos otolíticos). Por fim o instrutor questiona o aluno sobre a atitude da aeronave que, por conta da desorientação espacial, responde de forma incorreta e compreende assim a importância desse estudo.

Dessa forma, conclui-se que “o homem foi criado para viver sobre a terra” (Manual teórico, 2014). Assim sendo, ao ingressar em condição IMC, o piloto deve focar sua atenção nos instrumentos de voo e desconfiar de seus sentidos e do que sua intuição leva o a pensar.

Este tudo dará enfoque a ilusões vestibulares específicas dado à complexibilidade do assunto e enfoque temático do artigo. Assim sendo, as ilusões vestibulares mais importantes a este estudo são:

4.3.1 Ilusão de Coriolis

Também conhecida por Vertigem Complementar de Coriolis, a Ilusão de Coriolis ocorre quando o corpo se encontra em uma curva durante um prolongado período de tempo. Dá-se devido a variação de velocidade entre a endolinfa e a parede dos canais semicirculares. Isto pois, depois de um tempo, a velocidade da endolinfa (que no início era diferente devido à entrada na curva) adquire a mesma velocidade das paredes dos canais semicirculares, quando o piloto mover a cabeça de um lado para o outro, ter-se-á uma diferença as duas velocidades o que gerará a sensação de que a aeronave está realizando uma manobra que na verdade não está. Devido a isso, na tentativa de recuperação dessa “situação anormal” fictícia, o piloto coloca a aeronave em uma condição a qual não consegue mais recuperar ocasionando assim o acidente (Manual teórico, 2014).

Trata-se de uma das ilusões mais perigosas por ocorrer geralmente em baixa altura culminando assim em acidente fatais.

4.3.2 Ilusão Oculogravitacional

“Sensação de mudança de posição; [...] ocorre quando uma força de inércia, concomitante com uma aceleração angular, se combinam com a força da gravidade, para formar um vetor de força resultante, que não estará alinhado com a vertical verdadeira.” (Manual teórico, 2014). Este efeito, geralmente, ocorre em aeronaves de alta *performance*

que, ao acelerarem, geram no piloto uma sensação de cabragem ao redor do eixo lateral do avião.

4.3.3 Ilusão de Inversão

Ocorre ao transacionar de forma repentina e brusca do voo ascendente para o voo reto e nivelado. Gera no piloto uma sensação de picagem ao redor do eixo lateral que, ao tentar corrigir a ilusão, acaba por intensificar ainda mais a ilusão (Martins, 2020).

4.3.4 Ilusão de Elevador

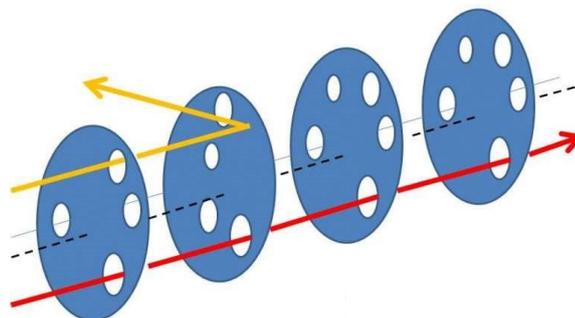
Dá-se quando uma corrente ascendente resulta na sensação ao aviador de cabragem em torno do eixo lateral que tende a picar em busca de corrigir a manobra. O mesmo se aplica nos casos envolvendo correntes descendentes (Martins, 2020).

É importante ressaltar que esta ilusão é muito provável de ocorrer nos casos em que nuvens cumuliformes são adentradas, graças a sua atividade convectiva intensa e ausência de referência de horizonte externo.

5 Teoria do Queijo Suíço

Segundo o site SKYBRARY a teoria do Queijo Suíço foi proposta por James Reason em 1990 e consiste na hipótese de que um acidente ocorre quando se tem o alinhamento de diversos fatores e não de uma só causa. Nessa analogia, seria como se cada queijo suíço fosse uma condição latente ou ativa e a reunião todas eles são simbolizados pelo alinhamento dos buracos do queijo. Essa comparação fica muito bem exemplificada na Figura 4, a seguir (REASON, s.d.):

Figura 4 - Modelo do Queijo Suíço



Fonte: REASON (s.d.)

Reason propôs que parte majoritária dos acidentes podem ser ligados a pelo menos um dos quatro fatores abaixo:

1. Influência organizacional;
2. Supervisão em desacordo às normas de segurança;
3. Tendência a violações (atos em desacordo às normas de segurança) e
4. Os atos em desacordo às normas de segurança propriamente ditos.

Estes pontos são facilmente percebidos no tipo de acidente estudado aqui, uma vez que uma violação por parte da tripulação (englobando os itens 3 e 4) e, por diversas vezes nos casos da aviação geral, foi motivada graças à influência de uma autoridade hierárquica organizacional superior aos pilotos (item 1).

6 Tomada de decisão

A tomada de decisão é um processo cognitivo que envolve tanto a razão quanto a emoção dos sujeitos. Portanto, para esse estudo, deve ser levado em consideração que o ser humano é um indivíduo complexo (Grohmann, 2020). Tal complexidade advém dos atributos relacionados a fatores humanos já abordados neste estudo.

Assim sendo, cada indivíduo reage de maneira diferente aos diferentes estímulos que recebe. Dessa forma, tem-se duas ferramentas aliadas ao combate dessa característica imprevisível da conduta humana que são: treinamento e o Gerenciamento de Recursos da Organização (*Corporate Resource Management – CRM*)

Embora os dois elementos possuam uma ligação muito forte, o foco será no treinamento do indivíduo como seu aparelho para a obtenção de conhecimento. A forma para a qual o ser humano se prepara para o enfrentamento de problemas é por meio da comparação do contexto em que este problema está inserido e suas experiências anteriores. Assim, o ser humano não consegue estar preparado para o que ainda não vivenciou. No treinamento, o aluno adquire noções acerca da maneira que se deve portar diante de um problema novo. Daí a importância do treinamento para a segurança de voo.

Este ponto se mostra como chave na tomada de decisão, uma vez que o grau de aprendizagem do tripulante ou suas experiências prévias serão os responsáveis na opção de decidir em sair ou não para o voo, tendo em vista uma condição meteorológica adversa e as características e *performance* da aeronave.

Outro elemento muito importante anteriormente destacado é o CRM, dado seu enfoque na coordenação de cabine e gerenciamento de tarefas entre os tripulantes. Acontece que, muitas vezes, por reagir diferentemente a cada diferente estímulo, certos aspectos da operação podem passar despercebidos por determinado membro da tripulação, enquanto o outro pode ter percebido e tomar uma ação em prol da segurança de voo. Levando-se em consideração a divisão de tarefas, a função do Piloto que está Voando - *Pilot Flying* (PF), segundo o manual de treinamento *JetTraining A320 EJ*, é de voar a aeronave e assumir para si a responsabilidade da navegação de curto e longo prazo e que o Piloto que Não está Voando - *Pilot Not Flying* (PNF) fica com as demais ações referentes ao voo. Dessa forma, é sua função se comunicar com os órgãos de tráfego aéreo e cabe a ele a atenção às condições de tempo presentes, uma vez que a aeronave se encontra em voo.

Pode-se concluir que o CRM e o treinamento detêm as funções primordiais à segurança de voo e tomada de decisão eficiente, da mesma forma que, graças a isso, nunca deverão ser deixados de lado.

7 Acidente com a Aeronave PP-LMM

A análise desse acidente objetiva a demonstração prática dos conceitos anteriormente apresentados e como esses fatores interagem caracterizando a cadeia de eventos de um acidente aéreo.

A aeronave em questão é um King Air modelo C90GTI, fabricado pela americana Hawker Beechcraft. O voo saiu do Aeródromo de Campo de Marte, SP (SBMT) com destino ao Aeródromo de Paraty, RJ (SDTK); os ocupantes eram apenas a tripulação (piloto e copiloto).

As condições meteorológicas se encontravam degradadas segundo a previsão realizada por meio da carta prognóstica SIGWX que ilustrava a presença de *Towering Cumulus* (TCU) com base de 2.000 pés e topo no nível de voo 210. Somando-se a isso estavam previstas também *Stratus* (ST) e *Cumulostratus* (SC) com base de 800 pés e topo de 2.000 pés associado à chuva. No dia do acidente chovia por todo o litoral e vários aeródromos próximos a Paraty se encontravam abertos apenas para a operação por instrumentos. O Aeródromo de Paraty e sua região eram conhecidos por, não raro, apresentarem condições meteorológicas adversas.

O voo decorreu normalmente, no entanto, ao chegar ao destino, a tripulação se deparou com as condições meteorológicas adversas relatadas acima e apresentou problemas para a realização da manobra de pouso. A tripulação conseguiu efetuar duas tentativas, porém sem

sucesso. Durante a segunda arremetida houve a colisão com o solo em voo controlado vitimando os dois ocupantes a bordo. A investigação concluiu que a colisão com solo ocorreu com os sistemas da aeronave operacionais, haja vista que não houve nenhum relato anormal pelo CVR quanto a panes, bem como os motores que estavam em funcionamento e produzindo potência.

No plano de voo apresentado constava que a partida seria realizada sob regras de voo visuais com mudança de regra para IFR e então uma nova mudança para VFR após o fixo DORLU, mantendo-se sob essa regra de voo até o destino.

Durante a realização da segunda arremetida notou-se, por meio do gravador de voz, que os pilotos comentaram sobre a proximidade com as árvores e, então, é possível escutar o barulho do choque com o solo.

Dentre os pilotos que operavam naquela região havia uma cultura estabelecida de que quem conseguisse pousar naquele aeródromo sob condições meteorológicas desfavoráveis era considerado como um piloto de alta perícia.

Outro fator de elevada relevância é o fato de o trem de pouso se encontrar na posição de trem baixado e travado durante a arremetida, evidenciando, assim, o esquecimento por parte da tripulação, o que pode ter colaborado para uma redução na capacidade de *performance* da aeronave.

Tendo todos esses dados em vista, conclui-se que os pontos elencados no decorrer deste trabalho se encaixam perfeitamente com a ocorrência desse acidente, haja vista que os modelos e teorias aqui apresentados podem ser encontrados no decorrer da cadeia de eventos.

7.1 Modelo SHELL

Notam-se problemas em algumas das interações descritas pelo modelo SHELL. Isto, pois a interação *Liveware-Software* foi comprometida ao realizar a tentativa de voo visual em condições abaixo do estabelecido pela ICA 100-12. Já a interação *Liveware-Hardware* se caracterizou deficitária, uma vez que houve o esquecimento do recolhimento do trem de pouso. Enquanto a interação *Liveware-Environment*, embora o piloto em comando conhecesse de maneira notável a operação naquele aeródromo, nota-se que as condições meteorológicas estavam restritivas ao voo visual. Sobre a *interface Liveware-Liveware*, não houve pontos significativos no decorrer da rota, no entanto o esquecimento do recolhimento do trem de pouso pode ser atribuído a um possível CRM deficitário, já que é função do PNF a realização do aviso

de *Positive Rate of Climb* (Razão de Subida Positiva) – aviso este que desencadeia da solicitação por parte do PF para que o PNF recolha o trem de pouso.

7.2 Síndrome da Pressa

Dado o espírito de competição característico da cultura operacional instalada entre os pilotos que ali operavam, é possível que o piloto tenha se sentido pressionado a pousar no aeródromo como uma maneira de provar sua proficiência técnica. Isso, somado ao fato de que outra aeronave havia acabado de conseguir êxito em sua tentativa de pouso, pode ter feito com que o piloto tenha tentado prosseguir de maneira rápida visando a aprovação de seus colegas.

7.3 Desorientação Espacial

Embora o relatório final divulgado pelo CENIPA não cite este ponto, é possível que tenha ocorrido uma desorientação espacial em algum momento da operação do voo dada as condições de tempo presente no local do acidente.

7.4 Modelo do Queijo-Suíço

Conclui-se que houve o alinhamento de uma série de falhas latentes de falhas ativas na elaboração da cadeia de eventos do acidente:

1. Condições meteorológicas adversas;
2. Excesso de confiança;
3. Cultura de segurança fraca;
4. Esquecimento do recolhimento do trem de pouso;
5. Ausência de procedimentos de pouso por instrumento no Aeródromo de Paraty e
6. Tendência de instabilidade meteorológica frequente no Aeródromo de Paraty.

Considerações Finais

Neste artigo foi explicado o termo CFIT e como que ele ocorre quando se tem a violação estabelecida ao se voar VFR em IMC. Assim sendo, foi estudado como o fator humano - por meio do modelo SHELL e a Síndrome da Pressa - e ruído fisiológico - desorientação espacial - interação levando a esse tipo de acidente. No final foi visto como estes fatores se somam com uma tomada de decisão deficiente, culminando na ocorrência do acidente.

Logo, o estudo desse tipo de acidente se faz importante dada a quantidade de ocorrências abrangendo a aviação geral e conclui-se a necessidade e o zelo por parte dos pilotos às regras do ar. Seu cumprimento não de caráter opcional, mas sim mandatório à profissão do aviador.

Dessa forma, é relevante o entendimento a respeito do que leva um piloto à tal condição de modo a aumentar a segurança de voo. Tendo isso em vista é válido ressaltar um dos princípios da filosofia SIPAER: todo acidente pode ser evitado.

Referências

14-BIS. **Wikipédia**. 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/14-bis>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ANAC. **Colisão com o Solo em Voo Controlado**. ANACpédia 2009. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_ing/tr790.htm#:~:text=O%20CFIT%20%C3%A9%20o%20acidente,o%20solo%2C%20%C3%A1gua%20ou%20obst%C3%A1culo.&text=PROATIVO%20SERIPA%20I%3A%20peri%C3%B3dico%20de,32%2C%20jan. Acesso em: 30 maio 2021.

BRANCO, O preço da pressa em aviação, 2021. 1 vídeo (13 min). Publicado pelo **Canal Branco Aviação**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Clgtc5rrhIk&t=427s>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa - Comando da aeronáutica. Instrução do Comando da Aeronáutica n. 100-1. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa - Comando da aeronáutica. Instrução do Comando da Aeronáutica n. 100-12. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, 2016.

CENIPA. Panorama dos acidentes nos últimos 10 anos: Estatísticas. **Painel SIPAER**. Brasília. Disponível em: http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SIGAER%2Fgia%2Fqvw%2Fpainel_sipaer.qvw&host=QVS%40cirros31-37&anonymous=true. Acesso em: 14 nov. 2021.

CENIPA. RELATÓRIO FINAL A-001/CENIPA/2016: Acidente PP-LMM. **Relatório Final**, Brasília. 29 p., 3 jan. 2016. Disponível em: http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/PP-LMM_03_01_16_AC.pdf. Acesso em: 9 set. 2021.

EEAR. **Noções básicas de prevenção de acidentes aeronáuticos - Volume único**. 2013. 49 p. Disponível em: https://www2.fab.mil.br/ear/images/cfc/cfc_prevencao.pdf. Acesso em: 21 nov. 2021.

FAA. **General aviation controlled flight into terrain awareness**. 2003. 18 p. Disponível em: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/ac61-134.pdf. Acesso em: 4 jun. 2021.

GROHMANN, Marcelo José Simões. **A importância do CRM na tomada de decisão**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Pilotagem Profissional de Aeronaves) - Faculdade de

Tecnologia em Aviação Civil - EJ, Itápolis/SP 2020. Disponível em:
https://www.skybrary.aero/index.php/ICAO_SHELL_Model. Acesso em: 14 nov. 2021.

IATA. **IATA Controlled Flight Into Terrain Accident Analysis Report: 2008-2017, 2018.** 38 p. Disponível em:
<https://www.iata.org/contentassets/06377898f60c46028a4dd38f13f979ad/cfit-report.pdf>.
Acesso em: 1 jun. 2021.

ICAO - **SHELL model.** Disponível em: **Jet Training: Manual Teórico Prático – A320 EJ-**
Escola de aeronáutica, fisiologia de voo. São Paulo: Bianch, 2010, p. 13-51.

Manual Teórico - instrutor de Voo, EJ - Escola de aeronáutica, fisiologia de voo. São Paulo: Ed.
Bianch, 2014, p. 64-69.

MARTINS, Iria Aparecida. **Medicina Aeronáutica.** Apresentado no dia 24 de set 2020 na
Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, Slides 1-123.

MCELHATTON, Jeanne et al. **Hurry-Up Syndrome.** NASA - ASRS
Directline. 1993. Disponível
em: https://asrs.arc.nasa.gov/publications/directline/dl5_hurry.htm. Acesso em: 16 nov. 2021.

PARMA, Leonardo. **Segurança de Voo.** Apresentado no dia 15 de nov. de 2021 - Slides
Aircraf accident report 73-14.

REASON, James. **hf model.** Disponível em:
https://www.skybrary.aero/index.php/James_Reason_HF_Model. Acesso em: 17 nov. 2021.

PERDA DE CONTROLE EM VOO: ESTUDO DE CASO *AIR MIDWEST* 5481

LOSS OF CONTROL IN FLIGHT : CASE STUDY AIR MIDWEST 5481

Leonardo Alesson Soares de Araujo¹

Resumo: Em oito de janeiro de 2003, a aeronave Beechcraft 1900D efetuando o voo *Air Midwest* 5481 caiu logo após a decolagem do Aeroporto Internacional Charlotte-Douglas, Carolina do Norte, EUA. Os dois tripulantes e os 19 passageiros a bordo faleceram no local da queda. Segundo o *National Transportation Safety Board*, o que provavelmente causou o acidente foi a perda de controle em voo logo após a decolagem. Tal acontecimento teve como fatores contribuintes a falha no serviço de manutenção ao ajustar o cabo do profundor, bem como o inadequado programa de peso e balanceamento da *Air Midwest* na época.

Palavras-chave: Manutenção de Aeronaves; Peso e Balanceamento; Perda de controle em voo; Fatores Humanos na Aviação; *Air Midwest* voo 5481.

Abstract: On January 8, 2003, Air Midwest flight 5481, a Beechcraft 1900D, crashed shortly after takeoff at Charlotte-Douglas International Airport, North Carolina, USA. The 2 flight crewmembers and 19 passengers aboard the airplane were killed. The National Transportation Safety Board determines that the probable cause of this accident was the airplane loss of pitch control during takeoff. The loss of pitch control resulted from the incorrect rigging of the elevator control system compounded by the Air Midwest weight and balance program at the time of the accident.

Keywords: Aircraft Maintenance; Weight and Balance; Loss of Control in Flight; Human Factors in Aviation; Air Midwest Flight 5481.

1 Introdução

O presente trabalho apresenta o estudo do acidente aeronáutico envolvendo a operadora aérea *Air Midwest*, voo 5481, no qual a causa provável foi a perda de controle em voo em decorrência de erros de manutenção e erros operacionais.

Os dados referentes ao acidente foram analisados por meio do Relatório Final emitido pela *National Transportation Safety Board*², uma agência federal dos Estados Unidos da América encarregada por determinar as possíveis causas de acidentes e incidentes de transportes. O fato analisado ocorreu em oito de janeiro de 2003, no Aeroporto Internacional Charlotte-Douglas, Carolina do Norte, EUA. A aeronave operada pela *Air Midwest*, um Beechcraft 1900D, matrícula N233YV, caiu logo após a decolagem da pista 18R do referido

¹ Graduação em Ciências Aeronáuticas (UNISUL); Especialização em Engenharia de Manutenção Aeronáutica (PUC-Minas); docente da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil - EJ, Itápolis/SP. Contato: leonardo.araujo@ej.com.br

² Conselho Nacional de Segurança nos Transportes

aeroporto. Em decorrência do forte impacto e do incêndio após a queda, os dois tripulantes de voo e os 19 passageiros a bordo do avião faleceram, uma pessoa no solo recebeu ferimentos leves. O voo 5481 tinha como destino o Aeroporto Internacional Greenville-Spartanburg, Greer, Carolina do Sul.

Os pilotos envolvidos no acidente já haviam realizado outros voos no mesmo avião um dia antes do acidente e não houve relato de anormalidades nos controles da aeronave. Com relação ao carregamento do voo 5481, o máximo de bagagens permitidas era de 32 malas e foram embarcadas 31 malas, contudo um agente de rampa declarou em uma entrevista que duas das malas despachadas eram muito pesadas, entre 70 e 80 libras, e que a comandante do voo foi informada, mas não incluiu o peso na ficha de Peso e Balanceamento.

Os *checks* antes da decolagem e toda a corrida de decolagem foram executados normalmente. Após a aeronave deixar o solo e a tripulação recolher o trem de pouso, a atitude do nariz da aeronave começou a aumentar, chegando em 54° *nose-up*, nesse momento a velocidade do avião era de aproximadamente 31 *knots*, muito abaixo da velocidade segura para o voo.

Após várias tentativas sem sucesso de estabilizar a atitude e a velocidade adequada da aeronave, o Beechcraft 1900D colidiu com o solo matando todos a bordo. Na manhã do dia sete de Janeiro (um dia antes do acidente), foi executado um cheque de manutenção conhecido como D6, no qual foram designados um mecânico de aeronave e um inspetor para verificar a tensão do cabo de controle do profundor.

Contudo, em uma entrevista após o acidente, o mecânico afirmou que, ao ajustar a tensão do cabo, ele não executou várias etapas do procedimento completo, já que o Manual de Manutenção da Aeronave não continha um procedimento específico apenas para a verificação da tensão do cabo do profundor. O inspetor afirmou que ele e o mecânico discutiram quais passos deixaram de executar para que pudessem ajustar apenas a tensão do cabo do profundor. O avião voou um total de nove etapas antes do acidente.

2 Objetivo

O presente trabalho visa analisar os fatores contribuintes no acidente *Air Midwest* voo 5481. Uma peça muito importante para a segurança de voo é a correta execução da manutenção em aeronaves, e ao analisarmos os pontos deficientes que causaram este acidente, poderemos utilizar o conhecimento adquirido como uma ferramenta de prevenção, já que a análise de fatores contribuintes em acidentes passados poderão evitar novos acidentes no futuro. Assim

sendo, a proposta maior desse presente trabalho é de elevarmos a segurança operacional e o nível de alerta, uma vez que temos a oportunidade de aprender com as falhas ocorridas anteriormente.

3 Desenvolvimento

O transporte aéreo é um dos meios de locomoção mais seguro, isso se deve pelo fato das aeronaves contarem com sistemas e equipamentos de segurança pensados e desenvolvidos para praticamente todos os cenários possíveis, juntamente com uma equipe altamente treinada e capacitada para lidar com várias adversidades. A equipe de manutenção segue rigorosamente o Programa de Manutenção da Aeronave, que é elaborado pelo fabricante e visa garantir o bom funcionamento da aeronave em todas as fases do voo.

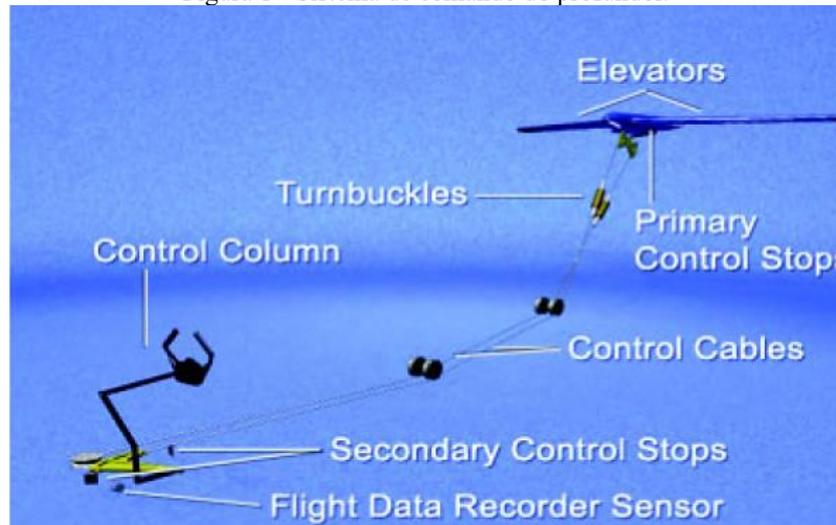
Contudo, quando se tem o alinhamento de falhas ativas em cada uma dessas “defesas”, cria-se uma trajetória de oportunidade para a ocorrência de um acidente. No caso em estudo, podemos perceber as falhas que resultaram no acidente, entre elas, a falta de experiência do mecânico no procedimento de manutenção do profundor, a supervisão inadequada do inspetor de qualidade e o cálculo errôneo do peso da aeronave por parte dos pilotos. Todos esses fatores mencionados culminaram para a trajetória do acidente.

Ao término da investigação, a NTSB determinou que o acidente foi resultado da combinação de dois problemas separados. Logo após a decolagem, o avião subiu acentuadamente devido ao peso superior a bordo, comparado com o calculado pela tripulação, deixando assim, o centro de gravidade muito atrás do limite traseiro. Embora ambos os pilotos tenham tentado restabelecer a inclinação de atitude da aeronave, o controle do profundor não respondeu aos comandos e o avião perdeu a sustentação, colidindo com o terreno logo após.

Outro fator contribuinte foi o serviço de manutenção realizado anteriormente ao acidente, no qual envolveu o ajuste do cabo de controle do profundor. A investigação mostrou que o mecânico que trabalhou nos ajustes dos cabos do profundor nunca havia trabalhado nesse tipo de aeronave, e que os tensores que controlam a tensão dos cabos foram configurados incorretamente, resultando em uma limitação no deslocamento do profundor, o que explica a impossibilidade dos pilotos em reassumirem o controle da aeronave.

A figura 1 apresenta o esquemático dos controles do profundor da aeronave Beechcraft 1900D, e nele podemos notar os tensores (*turnbuckles*) que controlam a tensão dos cabos de comando do profundor.

Figura 1 - Sistema de comando do profundor.



Fonte: NTSB/AAR-04/01

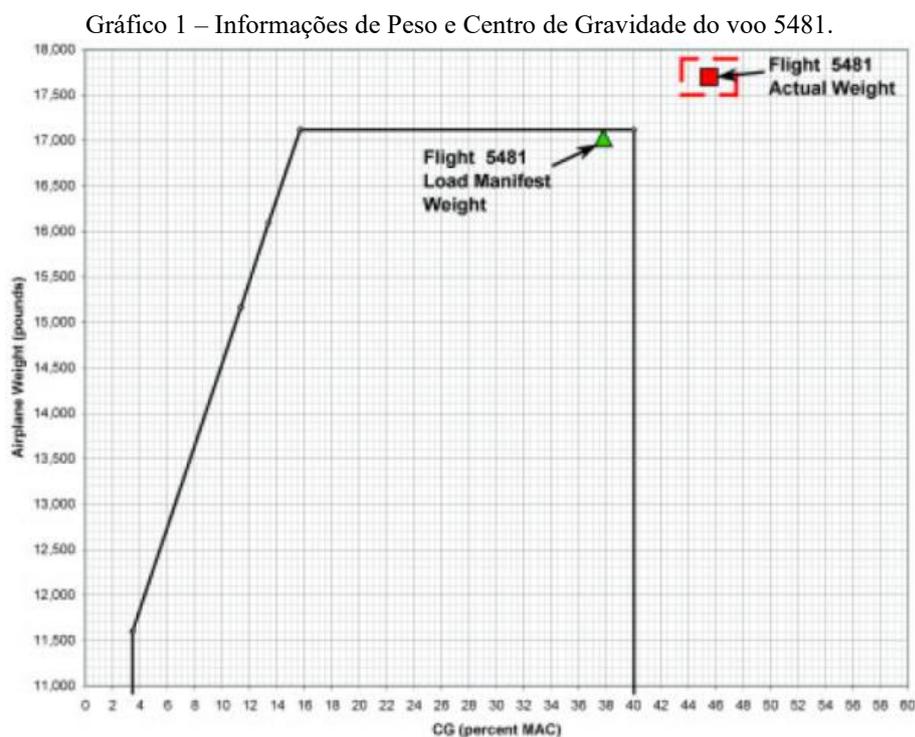
Um teste da atuação do profundor após o ajuste nos cabos era previsto segundo o manual de manutenção da aeronave. Esse teste tem como objetivo verificar se o trabalho da manutenção foi realizado adequadamente. Contudo, o supervisor da qualidade que estava instruindo o mecânico decidiu ignorar essa etapa. Durante a investigação, foi observado pela NTSB que a FAA (agência federal que regula o setor aéreo nos EUA) estava ciente de uma série de deficiências nos procedimentos de treinamento da equipe de manutenção e não tomou as medidas necessárias para corrigi-las. O serviço de manutenção inadequado no sistema de controle do profundor restringiu a deflexão do mesmo, ficando assim limitado em 7º nariz para baixo (*nose down*), sendo que o limite especificado pelo manual era de 14º. Segundo apontam os estudos da investigação, com aproximadamente 9º a 10º de deflexão do profundor o controle de arfagem seria restabilizado pela tripulação e o acidente seria evitado.

Com relação ao peso e balanceamento calculado de forma inadequada, foi observado que embora os pilotos tivessem estimado o peso de decolagem e determinado que a aeronave estava dentro dos limites, o que realmente foi constatado é que o avião estava sobrecarregado e fora do envelope de voo.

A análise dos destroços indicou que 4 das 31 bagagens a bordo do voo pesavam mais do que 50 libras. A mais pesada das quatro estava com 69 libras, ou seja, 44 libras a mais do que o peso médio calculado de 25 libras por bagagem. O peso real dessas bagagens não foi registrado formalmente na ficha de peso e balanceamento, e não obstante, o peso médio dos passageiros a bordo do voo era de 185 libras, sendo que o valor atribuído a cada passageiro no cálculo foi de

175 libras. O valor utilizado no cálculo estava de acordo com o aprovado pela *Federal Aviation Administration* (FAA).

O peso atual da aeronave no momento do acidente calculado pela NTSB era de 17.700 libras e a posição do Centro de Gravidade (CG) era de 45.5% da Corda Média Aerodinâmica, assim sendo, a aeronave estava fora do envelope de voo, como podemos observar no Gráfico 1, abaixo. O triângulo verde mostra a cálculo realizado pela tripulação e o quadrado vermelho mostra a posição real do CG.



As investigações determinaram que nenhum problema isolado teria causado a perda de controle da aeronave.

Considerações Finais

Com base no que foi apresentado, observamos que todos os envolvidos em uma operação aérea desempenham um papel de extrema importância para a segurança de voo, e logo devem respeitar todos os padrões de segurança estabelecidos. No estudo de caso apresentado, vimos que a falta de um treinamento adequado, juntamente com uma supervisão falha, foram fatores contribuintes para a ocorrência do acidente.

Por fim, temos que desenvolver a consciência de que a segurança de voo é prioridade e de caráter doutrinário. É necessário respeitar rigorosamente a padronização, as normas, os

manuais, o treinamento, as listas de verificações, enfim, todas as barreiras que mitigam os riscos da operação aérea. A segurança de voo só depende das pessoas.

Referências Bibliográficas

NTSB. National Transportation Safety Board. **Loss of Pitch Control During Takeoff Air Midwest Flight 5481 Raytheon (Beechcraft) 1900D**, N233YV Charlotte, North Carolina January 8, 2003. Disponível em: <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR0401.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2025.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents**. Burlington: Ashgate. 1997.

OS PRINCIPAIS DESAFIOS DA GESTÃO FINANCEIRA DAS COMPANHIAS AÉREAS NO BRASIL

THE MAIN CHALLENGES OF FINANCIAL MANAGEMENT IN BRAZILIAN AIRLINES

Henrique Augusto Calça¹

Resumo: A gestão de companhias aéreas brasileiras é marcada por custos dolarizados, alto custo de combustível, elevados níveis de judicialização, pressões regulatórias e intensas disputas competitivas. Este artigo identifica e discute três eixos principais de desafios: financeiro-operacionais, regulatório-institucionais e estratégico-competitivos, evidenciando como tais fatores afetam a sustentabilidade do setor e como as companhias aéreas estão se adaptando a essas complexidades. Conclui-se que soluções integradas de hedge, diálogo regulatório e inovação de modelo de negócios são fundamentais para a perenidade das empresas.

Palavras-chave: Aviação comercial; Gestão estratégica; Judicialização; Regulação; Brasil.

Abstract: Brazilian airlines management faces dollar-denominated costs, an extremely litigious consumer market, heavy regulatory pressure and fierce competition. This paper analyses three major sets of challenges financial-operational, regulatory-institutional and strategic-competitive and discusses their impact on industry sustainability. We conclude that integrated hedging strategies, regulatory dialogue and business-model innovation are essential for long-term viability.

Keywords: Commercial aviation; Strategic management; Litigation; Regulation; Brazil.

Introdução

A gestão das companhias aéreas no Brasil sempre enfrentou desafios, especialmente no aspecto financeiro-operacional. Nas últimas duas décadas, a aviação comercial brasileira alternou entre ciclos de expansão e retração. A crise de 2015-2016, a desaceleração de 2019 e, sobretudo, a pandemia de Covid-19 deixaram um rastro de endividamento e volatilidade. Após 2022, o tráfego voltou a crescer, mas as empresas continuam a enfrentar custos dolarizados, pressões regulatórias e um consumidor altamente litigante no transporte aéreo. Além disso, o quadro financeiro do setor se deteriorou, com o índice dívida líquida/Ebitda saltando de 5,1 vezes em 2019 para 8,7 vezes em 2024 (GETEC-Fucamp, 2024).

¹Graduado em Administração (FACITA – Itápolis/SP); especialista em marketing digital (Faculdade Metropolitana, Ribeirão Preto/SP); docente da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil -EJ, Itápolis/SP. Contato: henriquecalca@icloud.com

Este artigo tem como objetivo analisar os desafios estruturais da aviação comercial brasileira, focando em três eixos fundamentais: financeiro-operacional, regulatório-institucional e estratégico-competitivo. A discussão busca avaliar os desdobramentos dessas questões e explorar caminhos para garantir a sustentabilidade do setor no longo prazo.

A metodologia utilizada neste artigo é qualitativa, baseada em análise documental e revisão bibliográfica. Essa abordagem foi escolhida porque permite uma compreensão aprofundada dos desafios da aviação comercial brasileira a partir de fontes diversas e fundamentadas.

1 Complexidade financeiro-operacional e judicialização

A complexidade financeiro-operacional das companhias aéreas brasileiras decorre de uma série de fatores interligados que desafiam a gestão e a sustentabilidade do setor. O alto custo operacional, impulsionado por variáveis como preços de combustível, manutenção de aeronaves, impostos e tarifas aeroportuárias, impacta diretamente a rentabilidade das empresas. Além disso, a volatilidade econômica e cambial no Brasil afeta o planejamento financeiro, tornando essencial uma gestão estratégica e ágil. As companhias precisam equilibrar a demanda por inovação e eficiência, ao mesmo tempo em que enfrentam desafios como concorrência acirrada e regulação governamental.

Em 2023, o combustível teve um papel extremamente significativo nos custos operacionais das transportadoras nacionais, representando expressivos 38% do total de despesas do setor. Esse impacto se tornou ainda mais evidente diante das variações de preço, pois cada aumento de R\$ 0,10 por litro gerava um efeito direto na rentabilidade das empresas, reduzindo a margem de lucro em até dois pontos percentuais. Esse cenário revela a sensibilidade das transportadoras e companhias aéreas às oscilações dos preços dos combustíveis, influenciadas por fatores como políticas governamentais, taxas, variações cambiais, custos de produção e instabilidades no mercado internacional de petróleo. A alta do combustível não apenas afeta a competitividade das empresas do setor, mas também impacta toda a cadeia logística, gerando reflexos no preço final dos produtos e na inflação. (ABEAR, 2024).

O gráfico 1 apresenta a variação do preço do combustível de avião e o preço do petróleo bruto em um período específico.

Gráfico 1 – Preço do combustível de avião e preço do petróleo bruto



Fonte: Aeroflap (2023)

Dessa forma, estratégias como a busca por alternativas sustentáveis, investimentos em eficiência energética e negociações para obtenção de combustíveis a preços mais competitivos tornam-se essenciais para garantir a viabilidade e o equilíbrio financeiro das transportadoras em um ambiente econômico desafiador.

Além do combustível, itens como locação (*leasing*) de aeronaves, seguro e peças de reposição são precificados em dólar; criando passivos financeiros cujo serviço se torna mais oneroso em períodos de desvalorização cambial.

A crise logística global pós pandemia intensificou a escassez de componentes aeronáuticos. Em janeiro de 2025, a Associação Brasileira de Empresas Aéreas (ABEAR), relatou que 11% da frota comercial brasileira permanecia em solo por falta de peças, situação que gerou cancelamentos, reacomodações de passageiros e custos extraordinários de manutenção (Gontijo, 2025). Ao mesmo tempo a alavancagem financeira disparou com o aumento da dívida líquida/Ebitda do setor, restringindo a capacidade do investimento na renovação da frota com aeronaves mais eficientes. (GETEC-Fucamp, 2024)

Somam-se a esses fatores os altíssimos níveis de judicialização. Segundo o relatório do Conselho nacional de Justiça (CNJ, 2024) o Brasil responde sozinho por cerca de 98% das ações judiciais contra companhias aéreas no planeta. Em 2023 foram ajuizadas mais de 133 mil novas demandas, quase sempre relativas a atrasos,

extravio de bagagem ou reembolso. Para cada R\$ 100 de receita, as empresas chegam a provisionar até R\$ 2,50 em contingências judiciais, valor equivalente ao lucro líquido de muitas rotas regionais.

De acordo com o (CNJ,2024, p. 57), “O padrão de litigância no transporte aéreo brasileiro é singular e pressiona custos operacionais, elevando tarifas para todos os consumidores”.

Essa combinação de volatilidade cambial, escassez logística, endividamento elevado e massificação de processos judiciais cria um ambiente no qual a gestão de caixa demanda disciplina rigorosa e inovação, incluindo métodos alternativos de resolução de conflitos, como mediação *on-line* e acordos pré-processuais, que podem reduzir o impacto da litigância sobre os custos operacionais e melhorar a previsibilidade financeira.

2 Pressões regulatórias e institucionais

O ambiente regulatório brasileiro impõe uma alta densidade de tarifas e contribuições ao setor aéreo, tornando a operação das companhias mais onerosa e exigindo adaptações estratégicas constantes. Atualmente, taxas aeroportuárias e de navegação representam cerca de 14% do preço total do bilhete aéreo (INFRAERO, 2024), um percentual significativo que influencia diretamente a acessibilidade das passagens e a competitividade das empresas. Além disso, tributos incidentes sobre combustíveis e serviços de manutenção também impactam a rentabilidade das companhias aéreas (ANAC, 2024a).

A modernização da infraestrutura aeroportuária por meio de concessões trouxe melhorias substanciais na qualidade dos terminais, especialmente nos grandes centros (*hubs*) de São Paulo e Rio de Janeiro. No entanto, o aumento dos investimentos resultou em um incremento nos custos operacionais, refletindo-se na elevação das tarifas cobradas das empresas aéreas (ABEAR, 2024). O modelo de concessão aplicado nos aeroportos brasileiros segue uma tendência global, mas a forma como os custos são repassados às empresas requer aprimoramentos regulatórios que garantam maior previsibilidade financeira ao setor.

Após o acidente ocorrido em agosto de 2024, com a empresa Voepass, a ANAC intensificou as auditorias de segurança, o que levou à suspensão temporária das operações de algumas companhias regionais (Magalhães, 2025). Embora essas

medidas sejam fundamentais para garantir a segurança dos passageiros, elas podem impactar negativamente a estabilidade financeira das empresas menores, que já enfrentam dificuldades estruturais para manter suas operações (Rima aviação, 2024).

A ANAC (2024b) alinhou o Brasil ao Esquema de Compensação e Redução de Carbono para Aviação Internacional² (CORSA) da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), exigindo que as companhias aéreas adotem planos de redução de emissões de CO₂ e invistam no uso de Combustíveis Sustentáveis de Aviação³ (SAF). No entanto, a ausência de uma escala de produção doméstica desses combustíveis dificulta a implementação da medida sem um impacto significativo nos custos operacionais (ABEAR, 2024). Diante desse cenário, as companhias têm pressionado por incentivos fiscais e políticas públicas que viabilizem essa transição de forma economicamente sustentável.

O avanço da regulamentação ambiental também inclui debates sobre a adoção de tecnologias mais eficientes e a ampliação de programas de compensação de carbono. Especialistas destacam que, para que o Brasil se mantenha competitivo no mercado global, é fundamental que haja uma convergência entre inovação tecnológica, políticas de incentivo e uma estrutura regulatória que promova o crescimento sustentável da aviação nacional (Rima Aviação, 2024).

Esse panorama evidencia o delicado equilíbrio entre melhorias na infraestrutura, exigências regulatórias e a necessidade de manter a viabilidade financeira das empresas aéreas, um desafio contínuo que exige planejamento estratégico e colaboração entre o setor privado e o poder público.

3 Dilemas estratégicos e competitivos

O mercado interno da aviação brasileira, apesar de concentrado em três grandes grupos, continua operando com margens reduzidas devido à alta sensibilidade do consumidor ao preço das passagens. Segundo Pinguelli (2021), muitos passageiros optam por alternativas como ônibus de luxo e, futuramente, trens de alta velocidade, o que impõe desafios adicionais às companhias aéreas. Além disso, as frequentes guerras tarifárias entre as empresas corroem a rentabilidade do

² *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*

³ *Sustainable Aviation Fuel*

setor, enquanto os voos internacionais enfrentam uma concorrência acirrada de gigantes estrangeiras, que possuem maior escala e poder de negociação.

Para mitigar esses desafios, algumas companhias aéreas brasileiras têm adotado modelos híbridos, combinando tarifas de baixo custo (*low-cost*) em rotas ponto-a-ponto com serviços premium em corredores de alto rendimento. Estudos indicam que essa estratégia tem resultado em um aumento da taxa de ocupação dos voos, embora ainda não seja suficiente para compensar integralmente a pressão dos custos operacionais (Queiroz, 2023). A busca por diferenciação também se reflete na modernização da frota e na digitalização dos serviços, permitindo maior eficiência e redução de despesas administrativas (Amelo, 2025).

Outro grande dilema estratégico do setor é a questão do capital humano. A escassez de pilotos e engenheiros aeronáuticos, agravada pela migração desses profissionais para mercados que operam em dólar, tem levado as empresas a desenvolverem programas próprios de formação e retenção de talentos. Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2025), essa necessidade de investimento em capacitação adiciona uma camada extra de custos a um setor já exposto à volatilidade econômica e cambial. A implementação de parcerias com instituições de ensino e incentivos para a permanência de profissionais qualificados no Brasil são algumas das soluções exploradas para minimizar esse impacto.

Diante desse cenário, a sustentabilidade da vantagem competitiva das companhias aéreas brasileiras dependerá da capacidade de adaptação às novas dinâmicas do mercado, da inovação em modelos de negócios e da gestão eficiente dos recursos humanos e financeiros.

Considerações finais

A gestão de uma companhia aérea no Brasil envolve equilibrar custos dolarizados, contingências judiciais sem paralelo global, cobranças regulatórias crescentes e um consumidor extremamente sensível a preço. A volatilidade financeira obriga a adoção de hedges sofisticados e estratégias de desalavancagem. No campo regulatório, a conciliação entre segurança, sustentabilidade e viabilidade econômica exige diálogo constante com a ANAC e operadores aeroportuários. Estrategicamente, sobreviver implica inovar em modelos de negócio, fortalecer programas de formação profissional e investir em tecnologias de descarbonização. O sucesso ou fracasso das

empresas aéreas brasileiras dependerá da capacidade de integrar essas frentes, transformando desafios crônicos em vantagem competitiva sustentável.

Referências

ABEAR. **Anuário do Transporte Aéreo**. São Paulo: Associação Brasileira das Empresas Aéreas, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-do-transporte-aereo/panorama-do-mercado/anuario-transporte-aereo> Acesso 28 abr. 2025

AEROFLAP. **ALTA: Preço dos combustíveis influencia na queda da recuperação de passageiros na América Latina**. Disponível em: ALTA: Preço dos combustíveis influencia na queda da recuperação de passageiros na América Latina - Aeroflap Acesso 28 abr. 2025

AMELO, R. **Aviação: especialista analisa perspectiva das companhias brasileiras para 2025**. Disponível em: <https://amelo.com.br/pt/artigo-especialista-analisa-perspectiva-das-companhias-brasileiras-para-2025/>. Acesso em: 23 abr. 2025.

ANAC. **Plano de Gestão Anual 2024**. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/governanca/plano-de-gestao-anual/PlanodeGestoAnualPGA2024.pdf>. Acesso em 23 abr.2025

ANAC. **Aprovada resolução com regras para a compensação da emissão de CO2 em voos internacionais**, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2024/aprovada-resolucao-com-regras-para-a-compensacao-da-emissao-de-co2em-voos-internacionais#:~:text=Foi%20aprovada%2C%20por%20unanimidade%2C%20em,1%C2%BA%20de%20janeiro%20de%202025>. Acesso 28 abr. 2025

ANAC. **Relatório sobre a escassez de capital humano na aviação**. Brasília, 2025.

PEREIRA, Ana Paula Camilo. **Dinâmica empresarial no setor de transporte aéreo Brasileiro: criando e sustentando estratégias competitivas**. XII Colóquio Internacional de Geocrítica - las independências y construcción de estados nacionales: poder, territorialización y socialización, siglos XIX-XX. Bogotá, 7 a 11 de mayo de 2012, p. 1-15. Disponível em: <https://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/13-A-Camilo.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2025.

CNJ. **Justiça em Números 2024**. Brasília: Conselho Nacional de Justiça, 2024.

GETEC-FUCAMP. **Análise da situação das companhias aéreas após a pandemia de Covid-19**. Revista GETEC, v. 7, n. 1, 2024.

INFRAERO. **Relatório de Gestão de Tarifas Aeroportuárias 2024**. Brasília: Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária, 2024.

GONTIJO, Cilas. Crise na aviação mundial: escassez de pilotos, peças e desafios pós-pandemia. **Jornal Opção**. 5 jan. 2025. Disponível em: <https://www.jornalopcao.com.br/reportagens/crise-na-aviacao-mundial-escassez-de-pilotos-peças-e-desafios-pos-pandemia-668501/#:~:text=Gol%20Latam%20Mundial-,A%20avia%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20enfrenta%20uma%20crise%20sem%20prec>

edentes%2C%20marcada%20pela,o%20treinamento%20de%20novos%20pilotos. Acesso em: 18 abr. 2025.

PINGUELLI, Leonardo Ribeiro. **A pandemia da Covid-19 e as companhias aéreas brasileiras**. 2021.161p. Monografia (Economia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

QUEIROZ, Clara Cecília da Silva. **Desafios e estratégias em um mercado Oligopolista: análise do setor aéreo comercial brasileiro**. 2023. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/55924/1/DesafiosEstratgiasMercado_Queiroz_2023_.pdf. Acesso em: 23 abr. 2025.

MAGALHÃES, Luciana Novaes. **Brazilian airline Voepass files for bankruptcy, blames LATAM for financial woes**. Reuters. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/brazilian-airline-voepass-files-bankruptcy-blames-latam-financial-woes-2025-04-23/>. Acesso em: 23 abr. 2025.

RIMA Aviação. **2024: Aviação Civil em Ascensão**. Disponível em: <https://voerima.com.br/2024-aviacao-civil-em-ascensao/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

MACHINE LEARNING NA CABINE DE VOO: desafios regulatórios e evolução da automação responsável

MACHINE LEARNING IN THE COCKPIT: regulatory hurdles and the advancement of trustworthy automation

Pedro Henrique Praeiro de Lima¹
Kleber Alexandre Mazeto Rossi²

Resumo: Este artigo analisa o potencial de aplicação de ferramentas de inteligência artificial (IA): o *machine learning* (ML) e o *deep learning* (DL) na aviação, compreendendo as possibilidades de utilização da tecnologia na cabine de voo. Inicialmente, são definidos os conceitos de inteligência artificial IA, ML e DL, destacando sua capacidade de processar dados em larga escala e adaptar-se dinamicamente. Discutem-se desafios como transparência, confiança dos pilotos e integração segura dessas tecnologias, destacando iniciativas regulatórias da EASA, FAA e ICAO. Abordam-se propostas da indústria e academia, como sistemas híbridos (combinação de ML e sistemas baseados em regras) e aplicações não críticas (ex.: processamento de linguagem natural e visão computacional). Analisa-se também barreiras práticas, como ergonomia, certificação e riscos de automação excessiva. Conclui-se que, embora a IA ofereça oportunidades para reduzir carga de trabalho e melhorar decisões, sua adoção demanda harmonização entre normas globais, aprimoramento da transparência algorítmica e manutenção do piloto como elemento central na segurança. Reforça-se a necessidade de evolução gradual, alinhada a estudos contínuos sobre interação humano-máquina e critérios robustos de certificação. O estudo baseia-se em pesquisa bibliográfica de artigos, normas técnicas e documentos legislativos, mantendo abordagem descritiva e crítica.

Palavras-chave: Aviação; inteligência artificial; *machine learning*; *deep learning*; regulamentação.

Abstract: This article analyzes the potential application of artificial intelligence (AI) tools: machine learning (ML) and deep Learning (DL) in aviation, focusing on the use of these technologies in the cockpit. Initially, the concepts of AI, ML, and DL are defined, emphasizing their ability to process large-scale data and adapt dynamically. Challenges such as transparency, pilot trust, and the safe integration of these technologies are discussed, highlighting regulatory initiatives by EASA, FAA, and ICAO. Proposals from industry and academia are addressed, including hybrid systems (combining ML and rule-based systems) and non-critical applications (e.g., Natural Language Processing and computer vision). Practical barriers such as ergonomics, certification, and risks of excessive automation are also analyzed. The study concludes that while AI offers opportunities to reduce workload and improve decision-making, its adoption requires harmonization of global standards, enhanced algorithmic transparency, and maintaining the pilot as a central element in safety. The need for gradual evolution is emphasized, aligned with ongoing studies on human-machine interaction and robust certification criteria. The research is based on a bibliographic review of articles, technical standards, and legislative documents, maintaining a descriptive and critical approach.

Keywords: Aviation; artificial intelligence; machine learning; deep learning; regulation.

Introdução

A evolução exponencial das tecnologias tem impulsionado o desenvolvimento da inteligência artificial, que vem ganhando destaque no setor aeronáutico. Essa tendência é observada na crescente aplicação de métodos de *machine learning* (ML) e *deep learning* (DL), os quais já sustentam sistemas clássicos, como o GPWS e o TCAS, e agora se propõem a inovar a operação das cabines de voo (Alpaydin, 2014; Miller; Holley; Halawi, 2024). Entretanto, a

¹ Graduado no Curso Superior de Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, Itápolis/São Paulo, 2025. E-mail: pedro.praeiro2502@icloud.com.

² Pós-graduado em Docência no Ensino Superior (SENAC); bacharel em Engenharia Elétrica (UNESP); docente da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil-EJ, Itápolis/SP, 2025. E-mail: kleber.rossi@ej.edu.br.

incorporação desses recursos exige cautela, sobretudo devido aos desafios éticos, operacionais e à necessidade de um processo de certificação rigoroso.

1 Inteligência artificial

A inteligência artificial (IA) possibilita que computadores realizem tarefas tradicionalmente humanas – como o reconhecimento de padrões e a tomada de decisões – por meio do processamento de grandes volumes de dados (Alpaydin, 2014). Essa capacidade de autoaprendizagem amplia a eficiência dos processos e permite a criação de sistemas cada vez mais dinâmicos e adaptativos, essenciais para o ambiente de alta complexidade da aviação (Stryker; Kavlakoglu, 2024).

1.1 Machine learning (ML)

O ML, traduzido como aprendizado de máquina, uma subcategoria da inteligência artificial, é definido por Alpaydin (2014) como um computador que é alimentado por dados, treinado neles, e através de padrões encontrados, deve ser capaz de gerar resultados que podem ser considerados descritivos (análise de dados passados), preditivos (previsões futuras) ou um misto de ambas.

1.2 Redes neurais e deep learning (DL)

Redes neurais artificiais é o nome dado ao processo de ML que se inspira nas redes neurais do cérebro humano para desenvolver programas capazes de aprender com os erros e melhorar de forma contínua sua capacidade de prover informações. Alpaydin (2014) equipara cada processador a um neurônio, os parâmetros locais a pesos sinápticos e rede neural, toda a estrutura.

O DL, traduzido como aprendizado profundo, é uma subcategoria do ML que utiliza a filosofia de múltiplas camadas das redes neurais para funcionar. Segundo Alpaydin (2014, p. 309, tradução nossa):

Os métodos de aprendizado profundo são atraentes principalmente porque precisam de menos interferência manual. Não precisamos criar os recursos certos ou funções básicas adequadas [...] ou nos preocupar com a arquitetura de rede certa. Uma vez que temos dados (e hoje em dia temos muitos dados) e computação suficiente disponível, apenas esperamos e deixamos o algoritmo de aprendizado descobrir tudo o que é necessário por si só.

2 Fatores humanos

Estudos conduzidos por Miller, Holley e Halawi (2023), fundamentados em pesquisas de Thiebes *et al.* (2020) e Stix (2022), indicam que, para que a adoção da IA seja eficaz, é indispensável considerar a interação homem-máquina. Isso significa que os desafios éticos, legais, sociais e tecnológicos devem ser analisados à luz das capacidades, limitações e necessidades dos pilotos. Em outras palavras, enquanto os avanços da IA podem aumentar a eficiência operacional, a segurança e a qualidade das decisões dependem fundamentalmente de como esses sistemas dialogam com o fator humano, demandando treinamento apropriado, interfaces intuitivas e uma gestão adequada da carga cognitiva.

Miller, Holley e Halawi (2023) observam que o potencial só poderá ser explorado se as tecnologias com base em IA forem capazes de se demonstrarem de forma segura perante os órgãos reguladores e para isso elas devem cumprir uma série de requisitos técnicos.

2.1 O modelo SHELL

O modelo SHELL, proposto pela ICAO³ (2013), destaca as interações entre *software* (suporte lógico envolvido), *hardware* (máquinas), *environment* (ambiente) e *liveware* (o elemento humano). Essa abordagem evidencia que, embora a automação avance, o piloto continua sendo o ponto central da operação, interagindo com os sistemas para compensar possíveis falhas na automação. Manter o “*liveware*” ativo é, portanto, crucial para a segurança do voo.

Miller, Holley e Halawi (2023) exemplificam que os acidentes envolvendo do Boeing 737 Max 8 ocorreram porque um dos sistemas de controle (chamado de MCAS⁴) não envolveu os pilotos “Uma característica fundamental de qualquer sistema de IA usado na cabine de comando no que diz respeito à confiabilidade é que os pilotos devem ser incluídos no circuito de IA [...] A Boeing não incluiu os pilotos no circuito de IA do MCAS inicialmente” (Miller; Holley; Halawi, 2023, p. 6, tradução nossa).

2.2 Trustworthy AI (TAI) e explainable AI (XAI)

Trustworthy AI (TAI), ou IA confiável, refere-se à necessidade de os sistemas de inteligência artificial serem percebidos pelos pilotos como seguros e transparentes, essencial para operações críticas em cabines de comando. Isso significa que os dados utilizados e os

³ International Civil Aviation Organization.

⁴ *Maneuvering Characteristics Augmentation System*

critérios de avaliação do sistema precisam ser claros, para que os pilotos saibam a origem, a atualização e a confiabilidade da informação, garantindo a segurança operacional (Miller; Holley; Halawi, 2023; Würfel *et al.*, 2023).

Explainable AI (XAI), ou IA explicável, tem o propósito de desmistificar o funcionamento dos algoritmos, permitindo que os pilotos entendam os critérios e os processos por trás das decisões tomadas pela IA, como explica Schmelzer (2019, tradução nossa):

Esta área inspeciona e tenta entender as etapas e modelos envolvidos na tomada de decisões. A XAI é, portanto, esperada pela maioria dos proprietários, operadores e usuários para responder a algumas perguntas importantes como: Por que o sistema de IA fez uma previsão ou decisão específica? Por que o sistema de IA não fez outra coisa? Quando o sistema de IA teve sucesso e quando falhou?

Grindley *et al.* (2023) acrescentam ainda que os novos sistemas necessitarão de instrução suplementar, a fim de evitar que acabem por se tornar um desgaste mental para a tripulação.

2.3 Ergonomia e *design* dos sistemas de IA

Ergonomia, conforme definida pela IEA⁵ (2000), é a ciência que estuda as interações entre humanos e os elementos de um sistema para otimizar o bem-estar e o desempenho. Essa definição reforça que o design dos sistemas de IA baseados em ML deve priorizar a interação efetiva com os pilotos, principalmente sob alta carga de trabalho e estresse.

Em ambientes críticos, como a pilotagem de aeronaves, a oferta de informações excessivamente detalhadas por serviços de IA pode aumentar a carga cognitiva do piloto, causando interrupções indesejadas e comprometendo a tomada de decisão em tempo real (Piera *et al.*, 2022). Assim, para evitar que os sistemas se tornem um desgaste mental, Grindley *et al.* (2023) recomendam a inclusão de instruções suplementares para a tripulação.

3 Certificação e homologação

A implantação de sistemas baseados em IA na aviação demanda um processo rigoroso de certificação. Organismos reguladores, como a EASA⁶ (2023) e a FAA⁷ (2024), vêm propondo roteiros para uma implementação gradual, iniciando com funções de apoio que não interfiram diretamente na pilotagem. Essa abordagem escalonada possibilita que cada avanço

⁵ International Ergonomics & Human Factors Association.

⁶ European Union Aviation Safety Agency.

⁷ Federal Aviation Administration.

tecnológico seja avaliado e testado de forma a manter os elevados padrões de segurança do setor.

Design assurance level (DAL)

O DO-178C, documento que rege a certificação de softwares embarcados, define os *Design Assurance Levels* (DAL), que vão de A a E, de acordo com o impacto potencial na segurança do voo (FAA, 2024). Essa estrutura de certificação, historicamente eficaz na aviação, está sendo adaptada para incorporar as novas tecnologias baseadas em IA garantindo a segurança e a confiabilidade dos sistemas em cada fase do desenvolvimento.

Aplicações da IA na cabine de voo

A IA com base em ML pode não só se apresentar apenas em diferentes equipamentos dentro da cabine de voo como também pode se apresentar em diferentes níveis de interferência. Deste modo, este artigo propõe duas formas de implementação de ferramentas de IA que são possíveis apenas através de tecnologias de DL.

Natural language processing (NLP)

O *natural language processing* (NLP), traduzido como processamento de linguagem natural, possibilita a análise e a geração de linguagem automatizada, facilitando a comunicação dos sistemas com os pilotos. Um dos aspectos mais importantes do NLP é a adaptação linguística. Assim como um indivíduo molda seu vocabulário para se adequar ao ambiente, a máquina é capaz de replicar isso.

Em sua pesquisa, Jahchan (2021) visou compreender se a simplificação de linguagem melhoraria a compreensão dentro da cabine de comando. O estudo descobriu que mesmo pilotos familiarizados com a linguagem disposta nos equipamentos viam benefícios na simplificação da linguagem, sobretudo na velocidade da identificação das panes.

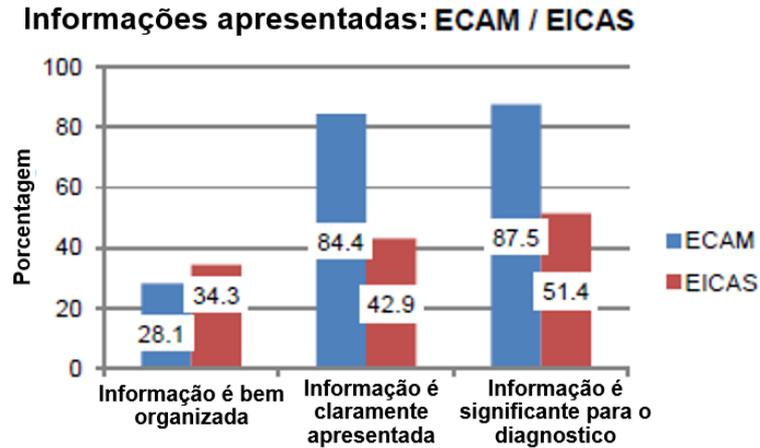
Ademais, uma pesquisa realizada por Kappenberger e Stepniczka (2012), ilustrada no Gráfico 1, apresenta de forma gráfica a opinião de 76 pilotos de aeronaves comerciais em relação às informações dispostas no ECAM⁸ e no EICAS⁹. Apenas 42,9% dos entrevistados afirmaram que a linguagem utilizada pelo EICAS era claramente apresentada e 51,4% disseram

⁸ *Electronic Centralized Aircraft Monitor* (ECAM) é definido como um sistema em aeronaves Airbus para monitorar e exibir informações do motor e do sistema da aeronave para os pilotos.

⁹ *Engine Indicating and Crew Alerting System* (EICAS) é definido como um sistema de aeronave para exibir parâmetros do motor e alertar a tripulação sobre configuração do sistema ou falhas para vários fabricantes de aeronaves.

que elas são suficientes para realizar um diagnóstico do problema, em contrapartida os respondentes que utilizam o ECAM apresentaram satisfação de 84,4% e 87,5%, respectivamente.

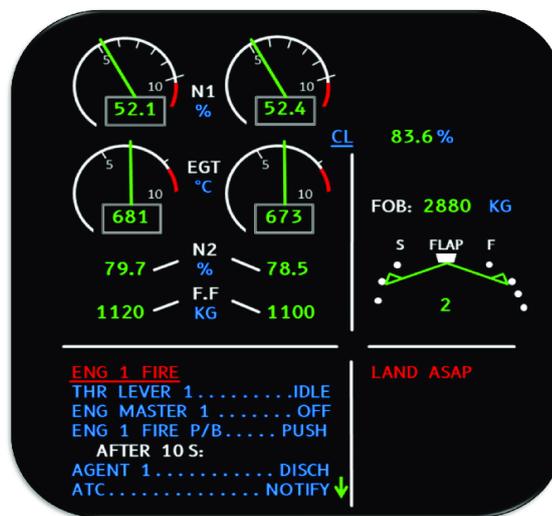
Gráfico 1 - Opiniões piloto sobre informações fornecidas pela ECAM e EICAS



Fonte: Kappenberger e Stepniczka (2012).

A filosofia de funcionamento do equipamento da fabricante de aviões europeia se difere das demais pela forma como apresenta o problema ao piloto: O ECAM não mostra apenas a falha (como é o caso do EICAS), em seu painel o piloto conta com uma lista de checagem para abordar a pane (disposto na Figura 1, demarcado em um retângulo amarelo).

Figura 1 - ECAM do Airbus A320 com procedimentos de fogo no motor



Fonte: Faulhaber (2021).

Os resultados da pesquisa e a comparação dos sistemas corroboram com as descobertas de Jahchan (2021), linguagem simplificada, objetiva e disposta de forma mais fácil são melhores para a operação.

Considerando que 15,6% dos pilotos ainda julgam as informações do ECAM pouco claras, uma estratégia alternativa seria empregar uma IA para adaptar a descrição das panes, tornando-as mais compreensíveis para que o piloto identifique e responda ao problema de forma mais eficaz. Essa abordagem, dentre outras possíveis, está alinhada com a proposta de Lim *et al.* (2018) para melhorar a eficiência da cabine de voo por meio do reconhecimento de voz, que permitiria a implementação de listas de verificação interativas, controle de sistema de voo por voz, suporte à comunicação com o controle de tráfego aéreo, redução de barreiras linguísticas e autenticação por voz.

Segundo Lim *et al.* (2018), os sistemas de reconhecimento de voz podem ser classificados em três tipos:

- Dependentes do falante: oferecem alta precisão, mas requerem um extenso treinamento individualizado;
- Independentes do falante: funcionam sem treinamento específico, porém com menor acurácia e vocabulário limitado;
- Adaptativos ao falante: começam como sistemas dependentes e se ajustam ao usuário com o tempo, combinando as vantagens dos dois métodos.

Ainda assim, desafios como ativações acidentais, variações no tom de voz em momentos de estresse e a necessidade de treinamento adicional podem limitar sua aplicação na cabine de voo.

Visão computacional e análise de imagem

Utilizando técnicas de DL, a visão computacional permite o reconhecimento e a análise de imagens em tempo real, sendo fundamental para a manutenção preditiva e a avaliação de danos em componentes críticos da aeronave (Hassaballah; Awad, 2020). Essa aplicação possibilita uma resposta rápida e eficiente, contribuindo para a segurança operacional.

Figura 2 - Motor PW4000 com danos severos

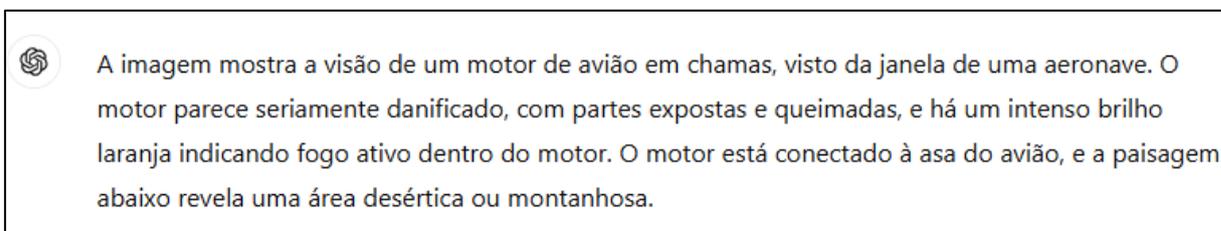


Fonte: CBS News (2021).

A Figura 2 apresenta o motor *Pratt & Whitney* 4000 de um *Boeing 777-200* da *United Airlines*¹⁰ (voo *United 328*) que sofreu danos severos e perdeu sua carenagem após decolar do aeroporto de Denver em fevereiro de 2021.

A imagem foi submetida ao ChatGPT¹¹ 4 e foi solicitado que o programa a descrevesse. O resultado obtido é reproduzido na Figura 3:

Figura 3 - Descrição de imagem



Fonte: OpenAI (2024).

Como é possível observar na imagem 4, o programa não só foi capaz de descrever com clareza a condição na qual o motor se encontrava “Parece seriamente danificado, com partes expostas e queimadas [...] indicando fogo ativo dentro do motor.” (OpenAI, 2024), como também foi capaz de dar detalhes quanto a posição em que a foto foi tirada e o tipo do terreno abaixo “Visto da janela de uma aeronave [...] a paisagem abaixo revela uma área desértica ou montanhosa.” (OpenAI, 2024).

¹⁰ Empresa de voos regulares estadunidense.

¹¹ Modelo de linguagem baseado em IA que simula uma conversa com um ser humano.

Implementação gradual da IA na cabine

Segundo a EASA (2023), é esperado pela indústria que a IA seja capaz, futuramente, de ser utilizada como uma ferramenta possibilitadora das cabines com apenas um piloto e posteriormente da automação completa. Historicamente, a melhoria tecnológica reduziu a carga de trabalho na cabine, eliminando funções como a do engenheiro de voo, que foi absorvida pela automação ou distribuída entre os pilotos em cabines de dois pilotos (Degani; Wiener, 1990). Propostas como as de Würfel *et al.* (2023) sugerem que, inicialmente, as tecnologias de IA funcionarão como complementos à ação humana, auxiliando na tomada de decisões estratégicas sem assumir o controle direto da aeronave. Mumaw *et al.* (2018) propõem uma aplicação de sistemas de suporte aos pilotos capaz de coletar e analisar dados, identificando riscos e sugerindo ações, como o encaminhamento para aeroportos alternativos em caso de condições adversas.

Futuramente, a IA passaria a agir de forma ativa na pilotagem da aeronave, podendo aplicar comandos, regular equipamentos e tomar decisões quanto à navegação sem ser ordenada para tal.

Segundo Lim *et al.* (2018), enquanto os sistemas automatizados operam em condições preestabelecidas, os sistemas autônomos interpretarão o ambiente e agirão de forma colaborativa com o piloto, marcando uma mudança significativa no paradigma da interação homem-máquina.

Barreiras e desafios

As críticas no que tange à adoção parcial da IA na cabine de voo são diversas e variam quanto ao nível de intervenção proposto. Em um nível de adoção mais superficial a perda de consciência situacional é um dos problemas encontrados “Automação excessiva pode levar à subcarga do usuário humano, levando ao uso indevido da automação, complacência e perda de consciência situacional.” (Lim *et al.*, 2018, p. 2).

Para cabines com apenas um piloto o problema é o contrário. Existe uma preocupação em relação a carga de trabalho excessiva ou a perda de segurança. Degani e Wiener (1990) citam que a retirada do engenheiro de voo eliminou certas redundâncias na leitura de checklists, o que causou, de acordo com pilotos, procedimentos abaixo dos padrões esperados. Já para cabines de voo 100% autônomas, Degani e Wiener (1990) afirmam que quem advoga em prol de um voo 100% autônomo cita a confiabilidade do computador, e aqueles contrários

contra-argumentam que computadores ainda sim são falhos e o piloto, mesmo que como redundância, é necessário para a segurança da operação.

Superar esses desafios requer a colaboração entre indústria, academia e órgãos reguladores, visando a manutenção dos elevados padrões de segurança.

Considerações finais

Observando o grande crescimento do uso de ferramentas de IA e a constante repetição de termos como “redes neurais” e ML desde início da década, esse artigo buscou compreender o funcionamento desses conceitos e entender como essas tecnologias poderiam ser usadas dentro da cabine de voo.

Foi observado na pesquisa que a grande parte dos trabalhos acadêmicos que abordam temas de ML aplicados à aviação foram criados dentro dos últimos dez anos, evidenciando a importância do assunto na contemporaneidade.

Ademais, um aspecto notável foi a falta de padronização entre os órgãos reguladores. Por mais que a aviação mundial, de modo generalizado, siga normas similares (principalmente aquelas estabelecidas dentro dos documentos da ICAO), a abordagem a IA se mantém a critério dos órgãos reguladores, ocasionando em uma disparidade nos objetivos e expectativas impostas ao setor.

O artigo discute ainda a importância que o desenvolvimento de tecnologias baseadas em IA andem em paralelo com o estudo dos fatores humanos na aviação. É mister que, enquanto houver um piloto responsável pelo controle da aeronave, os equipamentos devem incluí-lo no processo de tomada de decisões. Casos como o do MCAS no Boeing 737 MAX ilustram os riscos de excluir o humano do “circuito”, enquanto propostas como a XAI surgem como caminhos para fortalecer a confiança e transparência.

Como demonstração das capacidades do *ML* foram estudadas aplicações que são possibilitadas exclusivamente pelo caráter funcional do DL (visão computacional e processamento de linguagem natural) e que são os principais pilares de outras tecnologias propostas também no texto.

Contemplou-se também os diferentes níveis de aplicabilidade que a IA pode ter dentro de uma cabine de voo. De equipamentos que auxiliam na navegação em situações específicas a cabines completamente autônomas controladas por um computador, há uma grande importância de fazer uma distinção entre os níveis de intervenção, não só para situar quanto ao estágio do processo evolutivo da IA, mas também para servir de base para estudos futuros que visem a

criação de tais tecnologias. A proposta da EASA de implementação gradual (2025-2060) reflete essa necessidade de evolução responsável, onde segurança e inovação devem coexistir.

Por fim, foram exploradas as barreiras que possam vir a impossibilitar a integração do ML na cabine de comando.

De modo geral, a pesquisa trouxe resultados satisfatórios: os estudos técnicos e publicações acadêmicas analisados não apenas esclarecem o que os pilotos podem esperar nas próximas décadas com a chegada do ML à cabine de voo, mas também reforçam que essa integração não se trata de uma corrida pela automação total. Ao contrário, trata-se de uma jornada responsável, na qual cada avanço tecnológico - desde assistência não crítica até operações autônomas - deve ser rigorosamente avaliado por sua capacidade de preservar e, quando possível, ampliar os padrões de segurança que definem a excelência da aviação.

Referências

ALPAYDIN, E. **Introduction to machine learning**. 3rd ed. London: The MIT Press, 2014.

CBS NEWS. **FAA Records: United Flight 328 plane was nearly 26 years old**. 2021. Disponível em: <https://www.cbsnews.com/colorado/news/united-328-plane-engine-faa-broomfield/>. Acesso em: 12 set. 2024.

DEGANI, A; WIENER, E. L. **Human factors of flight-deck checklists: the normal checklist**. NASA-CR-177549. National Aeronautics and Space Administration (NASA), Moffett Field, CA, maio 1990. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19910017830>. Acesso em: 16 set. 2024.

EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. **EASA artificial intelligence roadmap 2.0: a human-centric approach to AI in aviation**. EASA, 10 may 2023. Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-roadmap-20>. Acesso em: 09 set. 2024.

FAULHABER, Anja. **Towards single-pilot operations in commercial aviation: a human-centered perspective**. 2021. 147 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Fakultät Für Maschinenbau Der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina Zu Braunschweig, Braunschweig, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357528234_Towards_Single-Pilot_Operations_in_Commercial_Aviation_A_Human-Centered_Perspective. Acesso em: 11 set. 2024

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Technical discipline: artificial intelligence - machine learning**. FAA, 24 July 2024. Disponível em https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/step/disciplines/artificial_intelligence. Acesso em: 10 set. 2024.

GRINDLEY, B. *et al.* Understanding the human factors challenge of handover between levels of automation for uncrewed air systems: a systematic literature review. 2023. **Transportation Planning and Technology**, Southampton, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03081060.2024.2375645>. Acesso em: 09 set. 2024.

HASSABALLAH, M.; AWAD, A. I. **Deep learning in computer vision: principles and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2020.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Safety management manual (SMM)**. 3rd ed., n. 9859, 2013. Disponível em: <https://www.icao.int/SAM/Documents/2017-SSP-GUY/Doc%209859%20SMM%20Third%20edition%20en.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

INTERNATIONAL ERGONOMICS & HUMAN FACTORS ASSOCIATION. **What is ergonomics (HFE)?**. 2000. Disponível em: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 12 set. 2024.

JAHCHAN, N. **To what extent does text simplification improve human comprehension?: cognitive evaluations for the optimization of the Airbus cockpit controlled language for future aircraft**. 2021. 269 f. Tese (Doutorado) - Curso de Science du Langage, Université Toulouse Le Mirail, Toulouse, 2019. Disponível em: <https://hal.science/tel-03142383/>. Acesso em: 10 set. 2024.

KAPPENBERGER, C.; STEPNICZKA, I. HMIAC - survey on human machine interaction in aircraft cockpits. INTERNATIONAL CONGRESS OF THE AERONAUTICAL SCIENCES, 28., 2012, Vienna. **Anais [...]**. Vienna: Institute of Flight Systems, University of Vienna, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.icas.org/icas_archive/ICAS2012/PAPERS/900.PDF. Acesso em: 15 set. 2024.

LIM, Y. *et al.* Avionics human-machine interfaces and interactions for manned and unmanned aircraft. **Progress in aerospace sciences**, Santa Monica, v. 102, p. 1-46, Oct. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2018.05.002>. Acesso em: 24 set. 2024.

MILLER, M.; HOLLEY, S.; HALAWI, L. Artificial intelligence on the digital flight deck: a continuum with parallel trajectories. **Proceedings of The Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 68, n. 1, p. 1339-1344, 13 ago 2024. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/10711813241260403>. Acesso em: 11 set. 2024.

MILLER, M.; HOLLEY, S.; HALAWI, L. The evolution of AI on the commercial flight deck: finding balance between efficiency and safety while maintaining the integrity of operator trust. **Artificial Intelligence, Social Computing and Wearable Technologies**, v. 113, 2023. Disponível em: <https://commons.erau.edu/publication/2118/>. Acesso em: 09 set. 2024.

MUMAW, R. J. *et al.* **Managing complex airplane system failures through a structured assessment of airplane capabilities**. National Aeronautics and Space Administration, Moffett Field, Mar. 2018. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20180003389/downloads/20180003389.pdf>. Acesso em: 09 set. 2024.

OPENAI. **ChatGPT**. Versão GPT-4. [ferramenta interativa online]. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 20 set. 2024.

PIERA, M. A. *et al.* A socio-technical approach to understand adverse effects of computer assistance in a very demanding operational context. **International Journal of Human-Computer Studies**, Sabadell, p. 1-32, 30 Mar. 2022. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4070389. Acesso em: 10 set. 2024.

SCHMELZER, R. **Understanding explainable AI**. Forbes, 23 July 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/07/23/understanding-explainable-ai/?sh=1e04b2bd7c9e>. Acesso em: 10 set. 2024.

STIX, C. Artificial intelligence by any other name: a brief history of the conceptualization of “trustworthy artificial intelligence”. **Discover Artificial Intelligence**, [S. l.], v. 2, n. 26, p. 1339-1344, 21 dez. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s44163-022-00041-5>. Acesso em: 09 set. 2024.

STRYKER, C.; KAVLAKOGLU, E. **What is artificial intelligence (AI)?** IBM, 09 Aug. 2024. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>. Acesso em: 10 set. 2024.

THIEBES, S.; LINS, S.; SUNYAEV, A. Trustworthy artificial intelligence. **Electronic Markets**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 447-464, 01 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12525-020-00441-4>. Acesso em: 09 set. 2024.

WÜRFEL, J. *et al.* Intelligent pilot advisory system: the journey from ideation to an early system design of an AI-based decision support system for airline flight decks. **Human factors in transportation**, Braunschweig, v. 95, p. 589-597, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54941/ahfe1003844>. Acesso em: 12 set. 2024.

A IMPORTÂNCIA DA IATA PARA O TRANSPORTE AÉREO REGULAR MUNDIAL

THE IMPORTANCE OF IATA FOR GLOBAL REGULAR AIR TRANSPORT

José Henrique de Lima Freitas¹
Felipe Pozzer de Souza²

RESUMO: O presente artigo tem o intuito de identificar e apresentar a importância da *International Air Transport Association* (IATA³) no cenário do transporte aéreo mundial para todos os interessados na aviação de maneira geral. Pelo fato do transporte de passageiros e cargas internacionalmente ser uma operação complexa, é muito importante a presença de uma associação para garantir os direitos e deveres de todos os interessados na operação. O trabalho foi realizado através de pesquisa explicativa-exploratória, por meio de pesquisa bibliográfica. E teve como conclusão a apresentação dos mecanismos e procedimentos realizados pela associação, para garantir a padronização do serviço do transporte aéreo em todo o mundo. Além disso, foi evidenciada a atuação na prática da IATA, através de notícias do setor aeronáutico.

Palavras-chave: IATA; Transporte Aéreo; Aviação Mundial; Transporte Internacional; Aviação Internacional.

ABSTRACT: This article aims to identify and present the importance of IATA in the world air transport scenario for all those interested in aviation in general. Due to the fact that the transport of passengers and cargo internationally are some complex operations, the presence of an association is very important to guarantee the rights and duties of all those interested in the operation. The work was carried out through explanatory-exploratory research, through bibliographic procedures and it concluded with the presentation of all the mechanisms and procedures carried out by the association, to ensure the standardization of the air transport service worldwide. In addition to exemplifying IATA's performance in practice, through news from the aeronautical sector.

Keywords: IATA; Air transport; World Aviation; International Shipping; International Aviation.

Introdução

O transporte de pessoas e de cargas é de suma importância para a humanidade e vem desenvolvendo-se com o passar dos anos. Primeiramente as pessoas transportavam suas coisas com a energia do próprio corpo; após isso passaram a usar a força animal para se locomover e carregar os objetos, aumentando a eficiência do transporte. No ano de 1804 foi feita a viagem inaugural da primeira locomotiva a vapor do mundo, chamada de “cavalo mecânico”, que surgiu na Inglaterra e foi inventada por Richard Trevithick (1771- 1833). A partir de então os meios de transporte foram se desenvolvendo e atualmente existem seis modais principais de transporte que são: rodoviário; ferroviário; hidroviário; aeroviário; dutoviário e infoviário.

¹Graduado no Curso Superior de Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, Itápolis/São Paulo. Contato: josehenrique.henrique.7773@outlook.com

² Graduado em Direito (Centro Universitário Estácio – Ribeirão Preto/SP); especialista em Direito Processual (Uninter – Ibitinga/SP); Docente da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil – EJ – Itápolis/SP. Contato: fepozzer@hotmail.com

³Associação Internacional de Transporte Aéreo

Após o fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), tendo em vista que os aviões de guerra não tinham mais nenhum propósito, passaram a ser utilizados para o transporte de carga e de pessoas. Com isso a aviação civil se desenvolveu de maneira exponencial, dando início ao transporte aeroviário internacional, que atualmente é um dos mais utilizados pela população, pois é o mais rápido e seguro. Em 1944, como o conflito já se aproximava do fim, antes de ter um grande aumento no transporte internacional de pessoas e cargas, os Estados Unidos da América convidaram seus aliados para a Convenção Internacional da Aviação Civil, que ocorreu em Chicago e teve como objetivo desenvolver a aviação civil internacional de forma segura e ordenada. Diante disso, em 1947, foi criada a *International Civil Aviation Organization* (ICAO⁴ ou OACI), que era formada por uma agência especializada da Organização da Nações Unidas (ONU) que tem como função a manutenção e bom funcionamento da rede global de transporte aéreo.

Diante disso, no ano de 1945, cinquenta e sete países se uniram em Havana, Cuba e criaram a IATA, que tinha o intuito de tornar o transporte aéreo civil cada dia mais seguro e eficiente. Atualmente conta com cerca de 300 membros e 120 nações.

No Brasil, em 2022, foram registrados 82,2 milhões de passageiros e 429,6 mil toneladas de carga transportada no modal aéreo no transporte doméstico. Internacionalmente foram transportados 15,6 milhões de passageiros e 988,8 mil toneladas de carga. Isso ilustra a quantidade de passageiros e de carga que o setor aéreo movimenta não apenas no Brasil, mas também em todo o mundo.

A existência de uma organização para promover segurança, eficiência e sustentabilidade no transporte aeroviário mundial é de extrema importância. Nesse contexto, o presente trabalho tem o fito de apresentar a importância e o impacto da IATA no setor de transporte aéreo mundial, o motivo de sua criação e também o seu papel na sociedade contemporânea.

A pesquisa foi desenvolvida com metodologia de natureza exploratória e explicativa, com o objetivo de identificar e compreender a importância da IATA para a aviação civil. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com base em livros, artigos acadêmicos, publicações institucionais da própria IATA e da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI).

Como complemento à fundamentação teórica, foi realizada uma entrevista semiestruturada com um piloto da aviação comercial que participou de uma Auditoria

⁴Organização Internacional da Aviação Civil

de Segurança Operacional da IATA (IOSA). O objetivo da entrevista foi coletar informações práticas e atuais sobre a atuação da IATA na padronização e segurança operacional das companhias aéreas, contribuindo para ilustrar, com base na experiência profissional, os impactos da associação no setor aéreo.

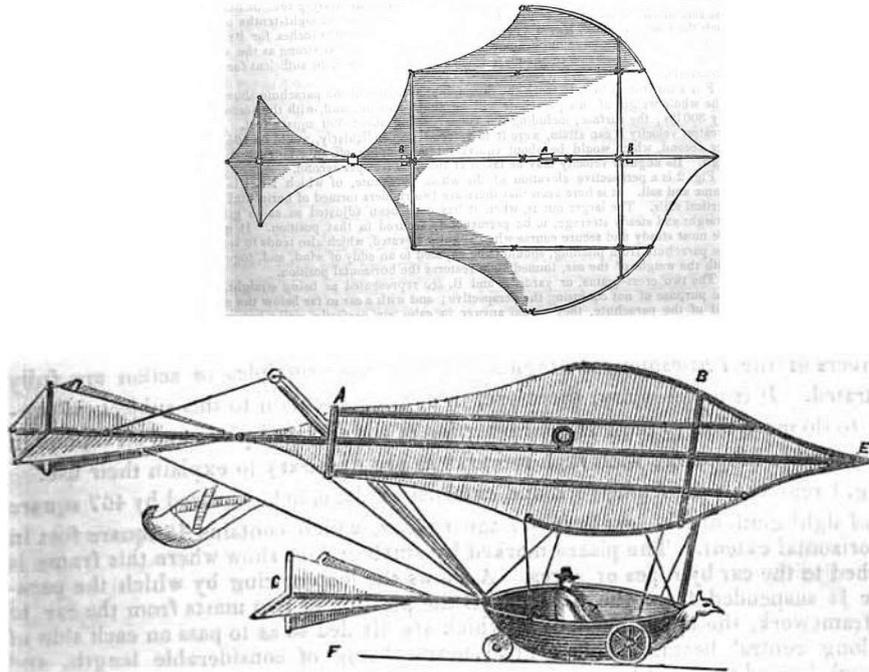
O público-alvo deste artigo são todas as pessoas que têm curiosidade sobre o transporte aéreo, os entusiastas da aviação e também os pilotos que atuam ou atuarão no setor de transporte aéreo.

1 A Aviação Civil – Breve Histórico

Durante toda a história da humanidade houve o sonho de voar. Durante a Idade Média, Leonardo di Ser Piero da Vinci (1452 –1519) foi o primeiro a desenvolver estudos relativos ao voo com fundamento científica e ele baseava-se no conceito de “bater as asas”, assim como os pássaros fazem. “Leonardo da Vinci (1452 – 1519) foi outro personagem ilustre na galeria dos gênios na aviação; Da Vinci esboçou alguns projetos de artefatos voadores, ressaltou que, no futuro, com os materiais e o meio de propulsão adequada, aqueles engenhos certamente ganhariam os ares.” (Palhares, 2002, p. 99)

Robert Hooke (1635 – 1703), físico e matemático inglês percebeu em 1655, que não seria possível voar como os pássaros e que o voo só seria possível com o auxílio de motor artificial. Entretanto o “Pai da Aeronáutica” foi o Sir George Cayley (1821 – 1895), o primeiro a desenvolver pesquisas sobre a aerodinâmica e a mecânica da arte de voar. Em 1799 ele já tinha compreendido a questão simples do voo mais pesado do que o ar, da sustentação deveria equilibrar o peso e o empuxo deveria superar o arrasto, a ser minimizado. Também definiu o formato básico de uma aeronave quando sugeriu que as asas de um aparelho voador deveriam ser fixas e que seria necessário instalar uma espécie de estabilizador para obter sucesso durante o voo. Cayley desenvolveu uma espécie de planador que em 1853, como ilustrado nas figuras 1 e 2, fez o primeiro voo registrado de uma aeronave de asa fixa transportando um adulto.

Figura 1 e Figura 2 - Planador do Sir George Cayley



Fonte: Bibby (2019)

Ele estava tão à frente do seu tempo em suas descobertas que “Uma pesquisa recente, de 2007, sugere que os esboços dos seus tempos de estudante podem indicar que ele já estava ciente dos princípios de um avião gerador de sustentação em 1792.” (Bibby, 2019).

Com o passar dos anos os primeiros motores foram empregados em balões, que anteriormente eram esféricos e depois começaram a ser de forma mais alongada. A rápida evolução desses balões deu início aos dirigíveis, como por exemplos os Zeppelins. Em 1886, com a invenção dos motores a combustão interna, os pioneiros da aviação começaram a criação dos aeroplanos, dos quais os mais conhecidos são o do brasileiro Alberto Santos Dumont (1873 – 1932) e os americanos irmãos Wright, Wilbur Wright (1867 –1912) e Orville Wright (1871 –1948).

Nos Estados Unidos, na cidade de Dayton, no Estado de Ohio, os irmãos Wilbur (1867-1912) e Orville (1871-1948) Wright, pesquisaram durante anos os fatores básicos de voo obtidos a partir de planadores projetados por eles próprios. No dia 17 de dezembro de 1903, finalmente, na cidade de Kittyhawk, no Estado da Carolina do Norte, conseguiram realizar, com sucesso, seu primeiro voo de modelo motorizado mais pesado do que o ar, veículo que levava o nome de Flyer. O primeiro voo durou cerca de doze segundos e, incentivados por este resultado, Wilbur e Orville, alternando-se no comando do Flyer, acabaram realizando mais quatro voos neste mesmo dia,

totalizando cerca de cinquenta e nove segundos no ar. (Palhares, 2002, p. 102)

Após as experiências bem-sucedidas de ambos os pioneiros, a aviação começou a desenvolver-se de uma maneira consideravelmente rápida e surpreendente, com muitas mudanças e invenções inéditas que tinham o fito de melhorar as aeronaves e a segurança operacional delas.

O desenvolvimento das aeronaves não ocorreu apenas por ser um novo meio de transporte, mas também pelo fato de poderem ser usadas nas guerras. Durante o processo de evolução das aeronaves, elas passaram por vários períodos de desenvolvimento. O mais importante deles foi a Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918), na qual exigiu-se dos projetistas a construção de aviões de ataque, de reconhecimento e até bombardeiros.

Após o fim da Primeira Grande Guerra, a aviação comercial e o transporte aéreo cresceram de maneira impressionante. Isso ocorreu devido aos aviões que foram desenvolvidos durante a Guerra e que depois do fim não tinham mais função militar. Os bombardeiros foram usados para o transporte de passageiros e cargas. A frequência dos voos transoceânicos aumentou, bem como os de longa distância devido aos grandes hidroaviões que eram utilizados para essas rotas, pelo fato de terem que fazer escalas por conta da baixa autonomia. Essas escalas eram feitas em pleno mar, próximo a navios de apoio.

1.1 O Transporte Aéreo Regular

Nesse contexto, durante o período entre guerras, começaram a ser fundadas empresas aéreas. A que mais se destacou nessa época foi a *Pan American Airways*, dos Estados Unidos. “Em 1939, a partir desse enorme desenvolvimento, a empresa americana *Pan Am* já possuía o monopólio das rotas oceânicas.” (Filburn, 2020)

Com o aumento do tamanho das aeronaves e conseqüentemente do tamanho dos motores, novos métodos de propulsão tiveram que ser desenvolvidos por conta da potência necessitada por essas aeronaves mais robustas. Os motores a reação já haviam sido desenvolvidos antes da Segunda Guerra Mundial, mas, devido à falta de métodos de produção eficazes e de materiais adequados, sua fabricação tornou-se inviável.

Com a chegada da Segunda Guerra Mundial, os motores de combustão interna se mostraram limitados e insuficientes para fins militares, então novos estudos foram desenvolvidos e um amplo investimento financeiro e tecnológico acarretou no desenvolvimento de vários modelos que foram usados em aviões de combate e

posteriormente modificados e adaptados para a aviação civil (Araújo, 2014)

Com o fim da Segunda Grande Guerra, as tecnologias desenvolvidas durante o período, como motores, sistema de radares e sistema de navegação como *Non-Directional Beacon* (NDB) ou Radiofarol Não Direcional, *Very High Frequency Omnidirectional Range* (VOR) ou Radiofarol Onidirecional em VHF, *Instrument Landing System* (ILS) ou Sistema de Pouso por Instrumentos. Tudo isso foi utilizado pela aviação civil, até porque o avião se tornou o principal meio de transporte transatlântico. Com isso as companhias antigas cresceram e novas foram criadas, intensificando o tráfego aéreo.

Como as rotas internacionais passavam sobre vários países e saíam de lugares em que a aviação funcionava de um jeito e chegavam a lugares em que funcionava de outro, tornou-se necessária uma entidade para padronizar a aviação civil internacional, tanto no âmbito da operação em si que foi a criação da OACI, quanto no âmbito das companhias aéreas e seus serviços oferecidos para passageiros, cargas e mala postal. Foi nesse contexto que houve a criação da IATA.

2 Tratados e convenções internacionais que foram responsáveis pelo desenvolvimento do transporte aéreo internacional

O desenvolvimento da aviação tanto civil quanto militar durante a Primeira Guerra, fez com que surgisse a necessidade da regulamentação da aviação internacional. Os primeiros esforços diplomáticos para formular os princípios do direito internacional relativos à navegação aérea ocorreram na Conferência Internacional de Navegação Aérea de Paris, de 1910 e contou com a presença de 19 países da Europa.

Embora nessa conferência tenham sido tratados vários aspectos importantes para aviação, tais como aqueles relacionados ao certificado de aeronavegabilidade e as regras de tráfego aéreo, devido a divergências políticas, a conferência não se transformou em uma convenção internacional, mas os assuntos tratados naquele momento foram retomados após o fim da Primeira Guerra Mundial, na Convenção de Paris, em 1919.

A Convenção de Paris foi composta por 43 artigos relacionados a aspectos técnicos, operacionais e organizacionais da aviação civil e previu também a criação da Comissão Internacional de Navegação Aérea (CINA).

A conquista mais importante da Convenção de Paris foi à criação do ICAN, que possuía poderes administrativos, legislativos, executivos e

judiciais, além de ser um órgão consultivo e um centro de documentação. As disposições da Convenção passaram a fazer parte da legislação nacional dos Estados Contratantes e revelaram-se uma inspiração para o desenvolvimento do direito nacional na Europa, que até então era muito limitado. O trabalho da ICAN e das suas subcomissões revelou-se muito útil na elaboração dos anexos técnicos da Convenção de Chicago de 1944. (OACI, 2023)

Além disso, essa Comissão tinha a responsabilidade de manter contatos regulares com outras organizações interessadas na navegação aérea, a fim de estabelecer regras comuns de tráfego aéreo. Foi responsável por esboços dos anexos técnicos da Convenção de Chicago de 1944, que depois representariam a regulamentação mais importante da aviação civil internacional.

A Convenção de Paris foi a primeira tentativa bem-sucedida da regulamentação internacional da navegação aérea. Nela foi decidido sobre a questão da soberania do espaço aéreo, sendo acordado que cada país tinha total soberania sobre os seus territórios e águas, além de terem o direito de negar a entrada de aeronaves estrangeiras no seu espaço aéreo (OACI, 2023).

No ano de 1929 ocorreu a Convenção para a unificação de certas regras relativas ao transporte aéreo internacional, mais conhecida como Convenção de Varsóvia que de acordo com o Decreto Nº 20.704 de 24 de novembro de 1931, teve como objetivo a regulamentação da imputação de responsabilidade em caso de acidentes relacionados ao transporte internacional de passageiros, bagagens e cargas remuneradas. Essa foi a primeira vez em que na esfera legal houve uma lei regendo a aviação internacional. A Convenção foi de extrema importância para o desenvolvimento do setor pelo fato de estabelecer vários princípios, que são fundamentais e que constituem a base do direito da aviação até os dias atuais.

Esta Convenção obriga as transportadoras a emitirem bilhetes de passageiros; exige que as transportadoras emitam verificações de bagagem para bagagem despachada; cria um prazo de prescrição de 2 anos dentro do qual uma reclamação deve ser apresentada; e limita a responsabilidade da transportadora (máximo de 125.000 francos para danos pessoais; 250 francos por quilograma para bagagem e carga despachada; 5.000 francos para bagagem de mão de um viajante). Considera-se que os montantes que limitam a responsabilidade referem-se ao franco francês, composto por 65 miligramas de ouro com finura milésima 900, que pode ser convertido em qualquer moeda nacional em números redondos. A convenção de 1929 entrou em vigor em 13 de fevereiro de 1933. (OACI, 2023)

Com o passar dos anos foram adicionados protocolos de alteração, instrumentos suplementares, regras e regulamentos que, juntamente com a Convenção, formam o Sistema de Varsóvia (1929).

Considerando o contexto histórico em que foi assinada a Convenção de Varsóvia, período da grande depressão americana com a crise de 1929 e por ser o momento em que estavam surgindo as primeiras companhias aéreas, os valores de indenização eram baixos, a forma e meio de pagamento condiziam com aquele período, entre outros mecanismos que não garantiam completamente os direitos dos passageiros, pois inviabilizaria o surgimento dessas companhias.

Para atualizar o sistema da Varsóvia, em Montreal, no ano de 1999, foi assinada uma nova convenção internacional, a Convenção de Montreal. Essa convenção contou com 121 Estados contratantes e entrou em vigor em 4 de novembro de 2003.

Esta Convenção obriga as transportadoras a emitirem bilhetes de passageiros; exige que as transportadoras emitam verificações de bagagem para bagagem despachada; cria um prazo de prescrição de 2 anos dentro do qual uma reclamação deve ser apresentada; e limita a responsabilidade da transportadora (máximo de 125.000 francos para danos pessoais; 250 francos por quilograma para bagagem e carga despachada; 5.000 francos para bagagem de mão de um viajante). Considera-se que os montantes que limitam a responsabilidade referem-se ao franco francês, composto por 65 miligramas de ouro com finura milésima 900, que pode ser convertido em qualquer moeda nacional em números redondos. A convenção de 1929 entrou em vigor em 13 de fevereiro de 1933. de Montreal introduz um sistema de dois níveis. O primeiro nível inclui responsabilidade objetiva até 100.000 Direitos Especiais de Saque (DSE), independentemente de culpa da transportadora. O segundo nível baseia-se na presunção de culpa do transportador e não tem limite de responsabilidade. A nova Convenção inclui muitos outros elementos. (OACI, 2023)

A Convenção de Montreal é a mais recente e atualizada sobre o Direito Aeronáutico e também a que guarda os direitos dos passageiros e das cargas transportadas pelas companhias aéreas, principalmente em caso de acidentes e incidentes aeronáuticos.

2.1 A Convenção de Chicago e sua importância para criação da IATA

Pelo fato de algumas nações estarem interessadas em iniciar novos serviços aéreos internacionais comercial e regular, Franklin Delano Roosevelt (1882 – 1945), presidente dos Estados Unidos e Winston Leonard Spencer Churchill (1874 – 1965), primeiro-ministro da

Inglaterra, discutiram a política da aviação pós-guerra e planejaram um tipo de organização das Nações Unidas para lidar com os aspectos da aviação civil internacional.

No dia 11 de setembro de 1944 os Estados Unidos convidaram 53 governos e 2 ministros (dinamarquês e tailandês), para uma conferência internacional da aviação civil, e tornar disposições do estabelecimento imediato de rotas e serviços aéreos mundiais provisórios; criar um conselho provisório com a tarefa de coletar, registrar e estudar dados relativos à aviação civil internacional e fazer recomendações para a sua melhoria e discutir princípios e métodos a serem seguidos na adoção de uma convenção de aviação. (OACI, 2023)

Além disso, o então Presidente dos Estados Unidos, Roosevelt tinha como meta a implementação de uma instituição que pudesse garantir a utilização do espaço aéreo para servir a humanidade e garantir a paz entre os países, já que os aviões eram armas de guerra. Sendo assim, o presidente Roosevelt convidou os países para o que seria a convenção internacional mais importante para a aviação.

O convite do Presidente Roosevelt às nações do mundo acrescentava: "Não acredito que o mundo de hoje possa dar-se ao luxo de esperar vários anos pelas suas comunicações aéreas. Não há razão para que o faça. À medida que começamos a escrever um novo capítulo na lei fundamental do ar, lembremo-nos todos de que estamos empenhados numa grande tentativa de construir instituições duradouras de paz. Estes acordos de paz não podem ser postos em perigo por considerações mesquinhas ou enfraquecidos por medos infundados. Pelo contrário, com pleno reconhecimento da soberania e da lei jurídica igualdade de todas as nações, trabalhemos juntos para que o ar possa ser usado pela humanidade, para servir a humanidade." (OACI, 2023)

Em primeiro de novembro de 1944, no *The Stevens Hotel*, foi inaugurada a Convenção de Chicago, a qual se tornaria mais tarde a convenção mais importante da história da aviação civil e do transporte aéreo internacional, contando com a presença de cinquenta e duas nações. Somando todos os participantes diretos ou indiretos, resultaram num total de 955 pessoas.

Inicialmente a convenção criou quatro comitês técnicos com subcomitês adequados, que foram: Comitê I: Convenção Multilateral de Aviação e Órgão Aeronáutico Internacional; Comitê II: Normas e Procedimentos Técnicos; Comitê III: Rotas Aéreas Provisórias; e Comitê IV: Conselho Provisório. (OACI, 2023)

Os participantes consideraram os problemas da aviação civil internacional durante sete

semanas e por conta de terem cerca de cinquenta e duas ideias e opiniões diferentes, o trabalho de entrar em um consenso foi árduo e custoso. O momento de maior tensão ocorreu no dia 20 de novembro, quando americanos e britânicos não entravam em um acordo sobre os problemas comerciais da aviação civil internacional.

Discussões exaustivas revelaram que não foi possível encontrar uma fórmula única que satisfizesse todos os pontos de vista e todas as situações sobre a questão das liberdades aéreas e da frequência das operações. Os EUA propuseram então que acordos separados que incorporassem a medida em que as nações concederiam entre si direitos aéreos recíprocos, referidos como "Liberdades do Ar", fossem preparados pela Conferência e disponibilizados para assinaturas. (OACI, 2023)

Enfim, no dia 7 de dezembro de 1944, os países assinaram a Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago), que previa a total soberania do território de cada Estado. Inicialmente indicou cinco liberdades do ar; estabeleceu o inglês como língua oficial da aviação, com a finalidade de estabelecer uma comunicação clara e eficiente entre os pilotos e os controladores de tráfego aéreo em todo o mundo, para garantir uma maior consciência situacional e ajudar a eficiência de operações seguras e eficientes. Teve como principal objetivo o desenvolvimento da aviação civil internacional de uma forma segura e ordenada, de modo que os serviços de transporte aéreo internacional fossem estabelecidos com base na igualdade de oportunidades e funcionasse de forma sólida e econômica em todo o mundo.

Naquele mesmo dia, durante a reunião plenária final, Adolf Augustus Berle (1895–1971) encerrou a Conferência com as seguintes palavras:

Como resultado do trabalho destes e de muitos outros homens, quando deixarmos esta Conferência, podemos dizer aos nossos aviadores em todo o mundo, não que têm uma disputa jurídica e diplomática pela frente, mas que podem sair e pilotar as suas naves em serviço pacífico. Com humildade, devemos agradecer pela oportunidade de trabalhar nestes grandes assuntos. Ao dar esses agradecimentos, devemos lembrar que estas máquinas que voam ainda são guiadas por humanos e, nesse contexto, podemos ter justificativa para recordar as palavras de David, Rei, Capitão e Poeta: Se eu pegar as asas da manhã e habitar nos confins do mar, até lá a tua mão me guiará, e a tua destra me segurará.” E acrescentou: “Nos conhecemos no século XVII no ar. Fechamos o século XX no ar. (OACI, 2023)

A Convenção de Chicago tornou-se a única instituição universal de direitos da aviação

pública internacional, mostrou-se a conferência mais bem-sucedida, influente e produtiva da história da aviação civil internacional e foi responsável pela alta padronização que a aviação apresenta nos dias atuais. As figuras 3 e 4 ilustram, respectivamente, a sessão de abertura e a sessão final da Conferência de Chicago.

Figura 3 - Sessão de abertura da Conferência de Chicago no Grand Ballroom do Stevens Hotel, em 1º de novembro de 1944.



Fonte: OACI (2023)

Figura 4- Sessão plenária final no Grand Ballroom do Stevens Hotel, em 7 de dezembro de 1944



Fonte: OACI (2023)

Após os fatos supracitados é de extrema importância a observação de que a OACI é um órgão internacional que foi criado pelos países e seus interesses em comum. Já a IATA é outro órgão internacional, mas que teve seu desenvolvimento realizado pelas companhias aéreas e seus interesses em comum. Entretanto, ambos trabalham em estreita colaboração com o objetivo de beneficiar o transporte aéreo e para que ele seja realizado cada vez de

maneira mais segura e efetiva, visando sempre o bem-estar e qualidade de atendimento aos passageiros.

3 A Associação Internacional de Transporte Aéreo – IATA - Breve Histórico

Inicialmente a IATA era chamada de Associação Internacional de Tráfego Aéreo, sendo fundada em 28 de agosto de 1919, em Haia na Holanda. Esse foi seu nome até 1945, quando em Havana, quarenta e uma companhias aéreas de trinta e um países se uniram para a Conferência Internacional de Operadores de Transporte Aéreo e fundaram a nova IATA, denominada Associação Internacional de Transporte Aéreo, como é denominada até os dias atuais

3.1 A Associação Internacional de Tráfego Aéreo

A antecessora da atual IATA, Associação Internacional de Transporte Aéreo, é a Associação Internacional de Tráfego Aéreo, que começou com apenas 5 companhias aéreas assinantes. Com o passar dos anos e o desenvolvimento do transporte aéreo internacional, essa associação foi crescendo gradativamente. Inicialmente suas atividades eram focadas em proporcionar um fórum para discussão e troca de ideias e experiências adquiridas pelos participantes. Em conjunto com isso também foram feitos esforços para estabelecer os primeiros procedimentos uniformes e normas industriais principalmente na abrangência nas áreas de tráfego, técnica, jurídica e contábilística. Por falta de necessidade aparente, as discussões sobre tarifas foram pouco realizadas. Até o ano de 1938 a IATA limitou-se apenas ao continente europeu, quando neste ano a *Pan American Airways* passou a fazer parte da associação, sendo a primeira companhia aérea fora da Europa a participar.

Em muitos países, os serviços aéreos, nacionais ou internacionais, foram lançados durante 1919 de forma sustentada; o último ano é geralmente considerado o nascimento do transporte aéreo. Havia atividade de transporte aéreo suficiente em meados daquele ano, de modo que representantes de cinco empresas de transporte aéreo da Dinamarca, Alemanha, Grã-Bretanha, Noruega e Suécia se reuniram em Haia, Holanda, de 25 a 28 de agosto de 1919 e assinaram um acordo para formar Associação Internacional de Tráfego Aéreo (IATA). O objetivo expresso da IATA original, com o seu Escritório Central em Haia, era o estabelecimento da unidade na operação de rotas aéreas de organizações afiliadas cujos sistemas eram de importância internacional. (OACI, 2023)

Na época, a CINA tratava de todos os aspectos técnicos, operacionais e

organizacionais da aviação civil e forneceu mecanismos para os atuais governos discutirem e padronizarem as instalações pelas quais eram responsáveis. Pelo fato de não existirem sistemas internacionais de comunicação de rádio, boletins meteorológicos, órgãos de controle de tráfego aéreo, era necessária a elaboração total desses procedimentos e também a atribuição de responsabilidades. Para o desenvolvimento dessas questões, a IATA e a CINA trabalharam juntas em todas as áreas técnicas que fossem necessárias.

No início as reuniões eram realizadas a cada semestre, com ênfase na padronização em todas as áreas das operações aéreas. Essas reuniões funcionavam como uma comissão tratando dos assuntos que fossem surgindo devido à necessidade de estudo e de elaboração de relatórios para o desenvolvimento do tráfego aéreo internacional. Isso levou à criação de diversas comissões especializadas, sendo elas: tráfego; radiotelegrafia; exame legal; postal e dinheiro, o que levou à melhoria da eficiência organizacional da IATA e, após isso, a assembleia geral passou a ser anual. (OACI, 2023)

Durante a década de 1920, a IATA teve sua atenção voltada, principalmente, ao transporte de correio aéreo, que era a principal fonte de negócios das companhias aéreas. Devido a isso, a URSS convocou a primeira Conferência Internacional de Correio Aéreo, que aconteceu em Haia (Países Baixos), em setembro de 1927 e reconheceu as companhias aéreas como transportadoras postais oficialmente reconhecidas pela IATA. Isso foi uma conquista pelo fato de que nesse cenário existia uma relutância considerável por parte de muitas administrações postais em confiar o seu correio ao novo modo de transporte.

Na sequência da criação do Comitê Postal na IATA, foram realizadas consultas diretas com a União Postal Universal (UPU) sobre muitas questões de interesse mútuo. Na década de 1930, foi dada atenção à organização de serviços de correio noturno e ligações durante todo o ano entre os países. (OACI, 2023)

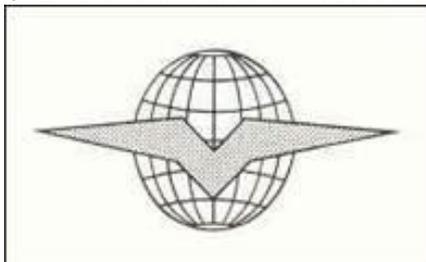
O comitê Jurídico da IATA esteve ativamente envolvido no desenvolvimento dos instrumentos jurídicos internacionais realizados na Convenção de Varsóvia, que estabeleceu um padrão mundial eficaz, um limite superior internacionalmente aceito para a responsabilidade das companhias aéreas em caso de fatalidade de passageiros. Os procedimentos estabeleceram práticas básicas para as condições de transporte e documentos de trânsito. Posteriormente, na Convenção de Roma (1933), estabeleceram-se responsabilidades entre as companhias aéreas por danos a aeronaves em terra ou no ar e por danos a terceiros em terra.

A coordenação de horários foi um tema de grande importância para a IATA, pelo fato de a frequência de voo ser relativamente baixa e cada empresa servir apenas a um número limitado de destinos. Nesse ponto a associação conseguiu progressos consideráveis através de reuniões regulares entre os membros, favorecendo, assim, os passageiros e até as companhias. Apesar do estabelecimento de tarifas não ser competência da IATA, medidas voluntárias foram propostas pelas companhias interessadas em determinadas rotas para o ajuste dessas tarifas, nas áreas operacionais e técnicas. Com isso grandes progressos foram alcançados no estabelecimento de padrões industriais e procedimentos operacionais com vista a aumentar o desempenho, confiabilidade e a segurança. (OACI, 2023)

Durante a década de 1930, as companhias aéreas mundiais tiveram uma cooperação de extrema importância, que desenvolveu muitas normas técnicas e regulamentos de transporte aéreo comercial, que incluíram a padronização técnica de *cockpits*, prevenção de incêndios, aeroportos marítimos, acumulação de gelo e normas que regem a contabilidade de receitas e a gestão do tráfego.

A antiga IATA, em 1934, substituiu seu emblema (figura 5) por um novo (figura 6), que representava mais adequadamente o caráter aeronáutico, pacífico e internacional realizado pela associação.

Figura 5- Emblema inicial da IATA usado até 1934



Fonte: OACI (2023)

Figura 6- Emblema IATA usado de 1934 até o início dos anos 1950.



Fonte: OACI (2023)

Como os avanços tecnológicos desenvolvidos durante a Segunda Guerra Mundial e o desenvolvimento do transporte aéreo internacional, os países realizaram a Conferência Internacional da Aviação Civil em Chicago. A presença de diversas empresas aéreas nessa conferência foi o momento oportuno para a realização de uma reunião visando a organização de uma nova associação. Nela, Cuba fez o convite para a realização de uma reunião em Havana (Cuba), na primavera de 1945, para a realização de uma nova associação.

3.2 A Associação Internacional de Transporte Aéreo

Entre os dias 16 a 19 de abril de 1945, 41 companhias aéreas de 31 países se reuniram em Havana, Cuba, para a Conferência Internacional de Operadores de Transporte Aéreo e fundaram a nova IATA (denominada Associação Internacional de Transporte Aéreo). Tinham a missão de promover transporte aéreo seguro, regular e econômico para fornecer meios de colaboração entre as empresas de transportes e cooperar com a OACI. A IATA contribuiu para vários painéis técnicos da OACI, principalmente na elaboração de normas práticas para a aviação civil. A colaboração entre as duas organizações foi de maneira simples e eficaz para que efetuassem um trabalho em estreita união e promovessem o desenvolvimento da aviação civil internacional.

O Comitê Jurídico da IATA manteve laços estreitos com a OACI, apresentando as opiniões da indústria aérea sobre convenções internacionais. Para garantir que a cooperação entre a IATA (que representa os operadores aéreos internacionais) e a ICAO (que representa os vários governos nacionais) seja simples e eficaz. (OACI, 2023)

No ano de 1947 foi criada uma câmara de compensação para faturamento e liquidação *interline*⁵, de extrema importância para a padronização e simplificação de bilhetes, guias de transporte aéreo e outros documentos utilizados por passageiros, carga, aeroportos e agências de viagens. O trabalho técnico da IATA é supervisionado pelo seu Comité Técnico, cujas atividades podem ser agrupadas em diversas rubricas, tais como aviônica e telecomunicações, engenharia e ambiente, aeroportos, operações de voo, médica, facilitação e segurança.

No ano de 1950 a IATA trocou novamente seu emblema (figura 7), o qual foi usado até o ano de 1995, quando mudou novamente o emblema para o que é usado até os dias atuais (figura 8).

⁵É um acordo comercial entre duas companhias aéreas por meio do qual uma pode comercializar trechos da outra

Figura 7- Emblema IATA do início dos anos 1950 até 1995.



Fonte: OACI (2023)

Figura 8- Emblema IATA desde 1995.



Fonte: OACI (2023)

A IATA é um grupo comercial internacional de companhias aéreas e tem sua sede em Montreal, no Canadá. Ela fica próxima à OACI para que mantenham sempre uma relação estreita e de cooperação.

Atualmente a IATA conta com a participação de 318 companhias aéreas como membros, as principais no transporte de passageiros e carga do mundo, de mais 120 países diferentes, que representam 83% do tráfego aéreo mundial. Só em 2023, 19 companhias aéreas juntaram-se à associação. (IATA, 2023)

Com o passar dos anos até os dias atuais a IATA é de extrema importância na implementação dos padrões de segurança, proteção e sustentabilidade do setor de transporte aéreo mundial pelo fato de garantir o interesse dos passageiros e clientes, das companhias aéreas e também dos países, possibilitado pela relação com a OACI.

Não há dúvida de que a IATA desempenha um papel vital para a indústria aérea. Embora as prioridades individuais tenham mudado consideravelmente com o passar do tempo, há uma procura crescente pelos serviços da Associação; o sistema de transporte aéreo internacional tornou-se um negócio altamente sofisticado e global. (OACI, 2023)

Antes da pandemia devido ao Covid-19, a aviação mundial apresentava grande crescimento e desenvolvimento, mas durante ela houve um grande impacto na economia

mundial. Por conta disso a aviação quebrou a sinergia que apresentava anteriormente. No cenário atual é possível observar novamente um grande avanço no setor aeronáutico, desde a procura de passagens até a busca da mão de obra no setor. Com isso a IATA tem a missão de fazer com que a aviação internacional se desenvolva de maneira segura, eficiente, sustentável para que o tráfego aéreo internacional seja o mais interligado possível.

4. A Importância da IATA para a Aviação Civil na Atualidade

4.1 Mecanismos de Colaboração da IATA

A IATA tem como missão e objetivo: segurança e proteção - promovendo serviços aéreos seguros confiáveis e protegidos; reconhecimento da indústria - alcançando o reconhecimento da importância do transporte aéreo no desenvolvimento social e econômico mundial; viabilidade financeira - ajudando a indústria a atingir níveis adequados de rentabilidade, otimizando receitas e minimizando custos (combustíveis, encargos e impostos); produtos e serviços - fornecendo produtos e serviços de alta qualidade e com boa relação custo-benefício exigidos pela indústria, que auxiliam as companhias aéreas a atender as necessidades do consumidor; padrões e procedimento - desenvolvendo padrões econômicos e ecológicos para facilitar as operações de transporte aéreo internacional; apoio à indústria - identificando e articulando posições comuns da indústria e apoiar a resolução de questões-chave da indústria (congestionamento, infraestruturas) (IATA,2023).

Entre os anos de 2000 e 2010, as companhias aéreas registraram um prejuízo de trezentos milhões de dólares, devido a uma série de crises e choques sucessivos, entre as quais terrorismo, ameaças pandêmicas, erupções vulcânicas, convulsões econômicas globais e um aumento sem precedentes no preço de custo dos combustíveis. A IATA tornou-se, assim, mais crucial do que nunca. Diante desse cenário a associação iniciou uma reestruturação completa da associação para aumentar a relevância e a sua velocidade na condução de grandes mudanças na indústria. As iniciativas foram as seguintes (IATA,2023):

- Auditoria de Segurança Operacional da IATA ou IATA *Operational Safety Audit* (IOSA): é um sistema de avaliação reconhecido e aceito internacionalmente, projetado para avaliar os sistemas de gerenciamento e controle operacional de uma companhia aérea, principal componente de uma estratégia abrangente que inclui auditorias, carga, operações de voo, infraestrutura, treinamento e coleta de dados. É referência da indústria em auditoria de segurança, contribuindo para melhorar o desempenho de segurança e fornecendo amplas

medidas de redução de custos para as companhias aéreas. Esse programa é uma condição para adesão à IATA.

- Meio Ambiente: A IATA liderou o alinhamento de toda a indústria da aviação – companhias aéreas, aeroportos, fabricantes e prestadores de serviços de navegação aérea – em uma estratégia de longo prazo para alcançar um crescimento neutro em carbono até 2020 e reduzir as emissões de carbono da aviação pela metade até 2050.

- Simplificando os Negócios: em 2004, a IATA lançou essa iniciativa para usar a tecnologia para melhorar a conveniência do cliente e reduzir custos. Em 2008 alcançou 100% de emissão de bilhetes eletrônicos, um marco importante para a indústria. Outras iniciativas de economia do setor vão desde cartões de embarque com código de barras até viagens rápidas, programa de melhoria de bagagem e frete eletrônico, serviços eletrônicos.

- Poupança: a IATA embarcou numa importante iniciativa para reduzir custos em toda a cadeia de valor do transporte aéreo, especialmente com fornecedores monopolistas. Em 2010, essa campanha contínua reivindicou poupanças da indústria superiores a 17 mil milhões de dólares.

- Financeiro: a IATA opera sistemas financeiros industriais que - liquidam mais de US\$ 300 bilhões por ano, com uma taxa de sucesso superior a 99,99%. Os custos unitários deste sistema diminuíram em mais de 80% desde 2000.

Hodiernamente a IATA conta com os seguintes programas, políticas e iniciativas para apoiar a indústria do transporte aéreo:

- Carga: por conta de as companhias aéreas transportarem mais de 65,6 milhões de toneladas de mercadorias por ano, a IATA legisla o transporte de cargas perigosas, cargas vivas, cargas farmacêuticas e para a saúde, produtos perecíveis, carga digital e correio aéreo.

- Sustentabilidade: através do *EcoHub* (plataforma digital desenvolvida pela IATA) é possível ter acesso para gerenciamento, relatórios e conformidade de dados de sustentabilidade de companhias aéreas.

- Distribuição, Tributação: necessidade de descomoditizar canais de vendas de terceiros, de simplificar e melhorar a compra e a experiência de compra do cliente e de responder às novas exigências dos consumidores.

- Operações e Infraestrutura: padroniza, otimiza e também faz melhorias constantes em toda a operação e infraestrutura aérea ou terrestre, sendo elas, *slots* de aeroportos, infraestrutura de aeroportos, gestão do tráfego aéreo, operações terrestres, serviços de bagagens, serviços de combustível, operações técnicas, operações digitais de aeronaves,

treinamento e licenciamento de pilotos e de mecânicos.

- Experiência e Política do Passageiro: desenvolve e cultiva parcerias para fortalecer a experiência completa dos passageiros, envolvendo companhias aéreas, governos, associações industriais e parceiros estratégicos em nível global, regional e local, a fim de identificar objetivos comuns e áreas com a intenção iniciar ou reforçar a colaboração existente.

- Segurança da aviação: é o principal objetivo da IATA e para isso ela adota programas e procedimentos de segurança harmonizados e reativos, baseados em dados, gestão de riscos e tecnologia eficiente, os quais são: Programa de Segurança do Operador de Aeronave ou *Aircraft Operator Security Program* (AOSP); Procedimentos Suplementares de Estação ou *Supplementary Station Procedures* (SSPs); Análise do Comportamento; Segurança de carga; Licenças de identificação expiradas; Detecção de Explosivos em Segurança da Aviação; Ameaça interna; Reconhecimento mútuo de medidas; Declaração de segurança do passageiro.

- Segurança: garante uma segurança operacional para as companhias, principalmente através de auditoria, que geram reuniões de revisão dessas questões da empresa e uma avaliação da qualidade e conformidade na segurança da mesma, proporcionando uma maior segurança para os passageiros e para a empresa.

4.2 Atuação Prática da IATA

Nesse capítulo serão apresentadas algumas notícias, a fim de exemplificar a atuação da IATA na prática.

A figura 9 mostra o título de uma notícia, na qual a IATA pediu aos governos decisões baseadas em dados para gerenciar os riscos da COVID-19 ao reabrir as fronteiras para viagens internacionais. Estratégias sem quarentena permitiam a retomada das viagens internacionais com baixo risco de introdução de COVID-19 no destino da viagem (Flap Internacional, 2021) .

Figura 9 -

IATA pede decisões baseadas em dados para garantir a liberdade de viajar

4 de junho de 2021



Fonte: Flap Internacional (2021)

A figura 10 ilustra a divulgação dos dados sobre a demanda de 2022 de passageiros, apontando uma recuperação do setor do transporte aéreo. O número de passageiros pagantes aumentou em 64,4% comparado aos dados de 2021. (Flap Internacional, 2023a)

Figura 10 - IATA divulga dados sobre a demanda de 2022 e aponta recuperação

7 de fevereiro de 2023

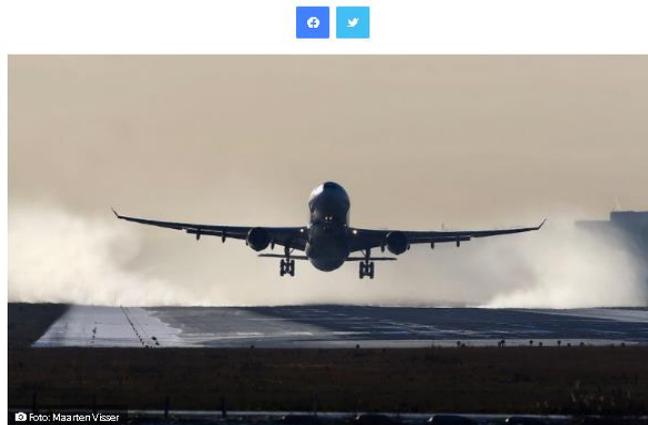


Fonte: Flap Internacional (2023)

A figura 11 mostra a publicação do relatório de segurança da IATA, o qual apontou uma redução no número de acidentes aéreos em relação a 2021. O número de acidentes fatais reduziram de 7 no ano de 2021 e para 5 no ano de 2022. A taxa de acidentes fatais reduziu para 0,16 por milhão. (Flap Internacional, 2023b)

Figura 11 –
**IATA publica Relatório de Segurança
para a Aviação de 2022**

© 13 de março de 2023



Fonte: Flap Internacional (2023)

As 3 notícias mostram como a IATA é importante para a operação do transporte aéreo mundial, desde o levantamento de dados estatísticos do setor até questões ligadas diretamente a segurança da operação aérea.

Através de uma entrevista realizada com o comandante Leonardo Aleson Soares de Araujo, que trabalhou em uma empresa aérea brasileira e participou de uma Auditoria de Segurança Operacional da IATA (IOSA), ele afirma que a auditoria tem o intuito de aumentar a eficiência e a qualidade operacional da empresa. Para isso são exigidos uma série de treinamentos em todas as áreas da empresa, tais como setor de treinamentos, operacional, engenharia, pessoal de solo, entre outros. Cada auditor fica responsável por uma área específica da empresa e para conseguir a aprovação é necessário que todas as áreas cumpram os requisitos obrigatórios de um *checklist*. Em relação aos pilotos, eles recebem treinamentos sobre cargas perigosas, desempenho da aeronave (*performance*), peso e balanceamento, situações adversas e operações especiais. Também a padronização dos pilotos é mais elevada, o nível de cobrança em relação à segurança operacional é maior e todos os procedimentos da empresa são padronizados, garantindo maior segurança operacional e a cultura aeronáutica mais desenvolvida. Além disso, pelo fato de todos os envolvidos nas operações serem extremamente beneficiados com a adesão à IATA, ele acredita ser de grande importância a obtenção do certificado IOSA.

Considerações Finais

No decorrer deste estudo, observou-se que, pelo fato do transporte aéreo ter se desenvolvido de maneira muito rápida, principalmente nos períodos pós-guerras. Devido ao fato de as aeronaves não terem mais tanta utilidade militar e passarem a ser utilizadas pela aviação civil, cada vez mais o transporte aéreo foi evoluindo e se desenvolvendo.

Inicialmente o avião era visto como uma arma de guerra, por isso os países poderiam sobrevoar os territórios uns dos outros sem a autorização. Por isso eles começaram a se reunir com o intuito de regulamentar a aviação internacional para não correrem esse risco. Tratados e convenções foram realizadas durante anos, até que foi criada a OACI, que regulamenta a aviação internacional e foi de extrema importância para o desenvolvimento do transporte aéreo internacional.

Devido à grande complexibilidade na realização do transporte aéreo, além da OACI, que é uma entidade que defende os países, a IATA exerce um papel fundamental no transporte aéreo, pelo fato de promover serviços aéreos seguros, confiáveis, fornecer produtos e serviços de alta qualidade, visando o maior conforto e satisfação do cliente, através da alta padronização dos serviços aéreos. Além disso ela também tenta minimizar os custos das companhias aéreas possibilitando assim uma maior rentabilidade, sem que a segurança operacional seja colocada em risco e as próprias companhias possam investir na indústria aeronáutica, para que esta esteja em desenvolvimento contínuo, possibilitando o desenvolvimento do transporte aéreo de forma cada vez mais efetiva. Para isso ela adota a IOSA, que é uma auditoria realizada nas companhias aéreas que avalia os sistemas de gerenciamento e controle operacional dela.

Do ponto de vista econômico ela é responsável pela divulgação de relatórios que ilustram o cenário em que o transporte aéreo está inserido, possibilitando, assim, análises sobre o mercado aéreo, o que pode atrair investidores nesse setor. Em suma, ela divulga relatórios sobre a quantidade de passageiros para que as companhias possam fazer planos de expansão de rotas através dos dados divulgados pela IATA.

Pelo fato de representar as companhias aéreas, ela opera sempre em cooperação com a OACI, para que as companhias e os países possam entrar em um acordo sobre a exploração do setor aéreo que não prejudique nenhuma das partes interessadas. As companhias também devem prezar sempre pela padronização em suas operações, desde as infraestruturas de aeroportos, equipe de solo, pilotos, mecânicos e aeronaves. Em adição a isso ela também simplifica e melhora os meios de compra de passagens para que possam ser mais acessíveis ao público, possibilitando um maior número de usuários do transporte aéreo,

ligando, desse modo, mais pessoas a mais partes do mundo.

Além disso é importante ressaltar que as 3 maiores companhias aéreas que operam no Brasil, LATAM, GOL e AZUL, fazem parte da IATA, evidenciando que o transporte aéreo brasileiro tem uma elevada padronização. E também os principais aeroportos do Brasil são registrado pela IATA, garantindo a segurança, proteção, eficiência e funcionalidade desses aeroportos.

Referências

ARAÚJO, Daniel. **Motores a pistão aeronáuticos, um panorama**. 2014. Disponível em: <https://autoentusiastas.com.br/2014/08/motores-a-pistao-aeronauticos-umpanorama/>. Acesso em: 09 out. 2023.

ARAÚJO, Leonardo Alesson Soares de. Entrevista do comandante – Leonardo Alesson Soares de Araujo. Entrevista concedida a José Henrique de Lima Freitas, nov. de 2023.

BIBBY, Miriam. Sir George Cayley, o pai da aeronáutica. **History UK**, 2019. Disponível em: <https://www.historic-uk.com/HistoryUK/HistoryofBritain/Sir-George-Cayley/>. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. Decreto Nº 20.704 de 24 de novembro de 1931. Promulga a Convenção de Varsóvia, para a unificação de certas regras relativas ao transporte aéreo internacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d20704.htm. Acesso em: 27 de out. 2023.

FILBURN, Thomas. **Commercial Aviation in the Jet Era and the System that Make it Possible**. West Hartford: Springer, 2020.

FLAP INTERNACIONAL. IATA pede decisões baseadas em dados para garantir a liberdade de viajar. *Flap Internacional*, 2021. Disponível em: <https://flapinternacional.ig.com.br/aviacao-comercial/iata-pede-decisoes-baseadas-em-dados-para-garantir-a-liberdade-de-viajar/>. Acesso em: 14 nov. 2023.

FLAP INTERNACIONAL. IATA divulga dados sobre a demanda de 2022 e aponta recuperação. *Flap Internacional*, 2023a. Disponível em: <https://flapinternacional.ig.com.br/aviacao-comercial/iata-divulga-dados-sobre-a-demanda-de-2022-e-aponta-recuperacao/>. Acesso em: 14 nov. 2023.

FLAP INTERNACIONAL. IATA publica Relatório de Segurança para a Aviação de 2022. *Flap Internacional*, 2023b. Disponível em: <https://flapinternacional.ig.com.br/aviacao-comercial/iata-publica-relatorio-de-seguranca-para-a-aviacao-de-2022/>. Acesso em: 14 nov. 2023.

INTERNATIONAL Air Transport Association. **IATA**, 2023. Disponível em: <https://www.iata.org/>. Acesso em: 28 out. 2023.

OACI - ORGANIZAÇÃO de Aviação Civil Internacional. **The 1919 Paris Convention: The starting point for the regulation of air navigation**, 2023. Disponível em:

https://applications.icao.int/postalhistory/1919_the_paris_convention.htm. Acesso em 27 out. 2023.

OACI - ORGANIZAÇÃO de Aviação Civil Internacional. **1944: The Chicago Conference**, 2023. Disponível em:
https://applications.icao.int/postalhistory/1944_the_chicago_convention.htm. Acesso em 27 out. 2023.

OACI - ORGANIZAÇÃO de Aviação Civil Internacional. **IATA - International Air Transport Association**, 2023. Disponível em:
https://applications.icao.int/postalhistory/iata_international_air_transport_association.htm. Acesso em 27 out. 2023.

OACI - ORGANIZAÇÃO de Aviação Civil Internacional. **The Paris Convention of 1910: The path to internationalism**, 2023. Disponível em:
https://applications.icao.int/postalhistory/1910_the_paris_convention.htm. Acesso em 27 out. 2023.

OACI - ORGANIZAÇÃO de Aviação Civil Internacional. **The Warsaw System on air carriers' liability**, 2023. Disponível em:
https://applications.icao.int/postalhistory/the_warsaw_system_on_air_carriers_liability.htm. Acesso em 27 out. 2023.

PALHARES, Guilherme Lohmann. **Transportes Turísticos**. São Paulo: Aleph, 2002.

COMPREENDENDO O WAAS E O LPV: OS BENEFÍCIOS DO WIDE AREA AUGMENTATION SYSTEM

UNDERSTANDING WAAS AND LPV: THE BENEFITS OF THE WIDE AREA AUGMENTATION SYSTEM

Fabio Dias Cecilio¹

RESUMO: Tomando-se a ótica da aviação comercial brasileira, a Navegação de Área (*Area Navigation – RNAV*) é o principal meio de navegação da atualidade nas operações de transporte aéreo regular no Brasil, por conta de ser um sistema de baixo custo de manutenção e de fácil implementação em diversos aeroportos do país. Nesse sentido, o conceito de Navegação Baseada em *Performance (Performance Based Navigation – PBN)*, diferencia as especificações de navegação das aeronaves de acordo com a sua *performance* de Navegação de Área; entre aquelas que operam somente RNAV e as que operam com a *Performance* de Navegação Requerida (*Required Navigation Performance – RNP*), esta que está em uso hoje no Brasil. Partindo do princípio da mitigação de erros inerentes ao uso do Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System – GPS*) em aeroportos onde a operação necessite de mais precisão, seja por meteorologia ou pelo relevo no entorno, o Brasil buscou maneiras de realizar as correções de tais erros a partir de sistemas de aumento de sinais GPS, estes já existentes nos Estados Unidos, como o Sistema de Aumento Baseado em Solo (*Ground Based Augmentation System – GBAS*). Porém em 2018 esse projeto brasileiro de implantação do GBAS foi interrompido. Nesse sentido esse artigo irá tratar da possibilidade da utilização de outro tipo de aumento de precisão dos sinais GPS, o Sistema de Aumento em Área Ampla (*Wide Area Augmentation System – WAAS*) e seus benefícios para a operação.

Palavras-chave: Procedimentos; Segurança; Precisão; Benefícios; Infraestrutura.

ABSTRACT: In Brazilian commercial aviation, Area Navigation (RNAV) is the predominant navigation method used in regular air transport due to its low maintenance cost and ease of implementation across numerous airports. Performance Based Navigation (PBN) further refines this by differentiating aircraft navigation capabilities based on performance, distinguishing between RNAV-only operations and those utilizing Required Navigation Performance (RNP), which is essential for certain procedures currently in use in Brazil. To mitigate errors at critical airports, particularly those affected by challenging weather or terrain, Brazil explored the adoption of Global Navigation Satellite System (GNSS) augmentation technologies, such as the Ground-Based Augmentation System (GBAS) already in use in the United States. However, the implementation of these systems was interrupted in 2018. This article examines that decision and evaluates the potential benefits of adopting the Wide Area Augmentation System (WAAS) as an alternative for improving GPS signal accuracy and enhancing aviation operations in Brazil.

Key-words: Procedures; Safety; Precision; Benefits; Infrastructure.

Introdução

De acordo com a Marinha dos Estados Unidos, a navegação aérea é "o procedimento de estabelecer a localização geográfica e manter a direção pretendida de um avião em relação à superfície terrestre". Assim, existem dois tipos de navegação: a navegação visual² e a navegação por

¹ Aluno do Curso Superior de Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil, Itápolis – São Paulo. fabiodiascecilio@gmail.com.

² Navegação visual consiste em voar e conduzir a aeronave utilizando-se pontos no solo e referências visuais como meios primários para navegar no ar.

instrumentos³. A navegação sob as Regras de Voo por Instrumentos ou IFR⁴ é o tipo de voo no qual o piloto se utiliza dos instrumentos embarcados na aeronave para conduzir uma aeronave, ao invés de se orientar por referências visuais exteriores. Dentro do voo por instrumentos, o meio mais moderno de navegar é a Navegação de Área (RNAV), aplicado na aviação civil desde 1994, consiste na utilização do sistema GPS para a realização de procedimentos por instrumento e do voo em si (FAA, 1996).

GPS é a sigla em inglês para Sistema de Posicionamento Global⁵. É a versão estadunidense do Sistema Global de Navegação por Satélites (*Global Navigation Satellite System – GNSS*) que permite determinar a posição de um ponto da Terra baseado em coordenadas geográficas. O GPS funciona por meio de uma constelação de satélites que orbitam a Terra e transmitem informações sobre as posições do usuário. Os receptores GPS medem simultaneamente sinais de três satélites para marcar por triangulação a posição do utilizador, no caso da navegação aérea são empregados pelo menos quatro, para informação de tempo- relógio.

O GPS em sua forma primária, muitas vezes apresenta imprecisões e perdas de sinal, o que pode ser um problema para a sua utilização na aviação em casos de condições meteorológicas marginais ou em operações em espaços aéreos onde a separação vertical e lateral é um fator crítico, por conta de tais casos é exigido para a operação aérea um grau maior de precisão, confiabilidade e segurança. Com isso, a fim de atender a requerimentos mínimos de integridade e precisão, foi desenvolvido um método conhecido como GPS Diferencial (*Differential GPS – DGPS*), que consiste em um tipo de correção dos sinais GPS, por meio da exclusão e retificação das influências da ionosfera e de erros já conhecidos de existirem no sistema, impactando na qualidade dos sinais (LEE, 2005).

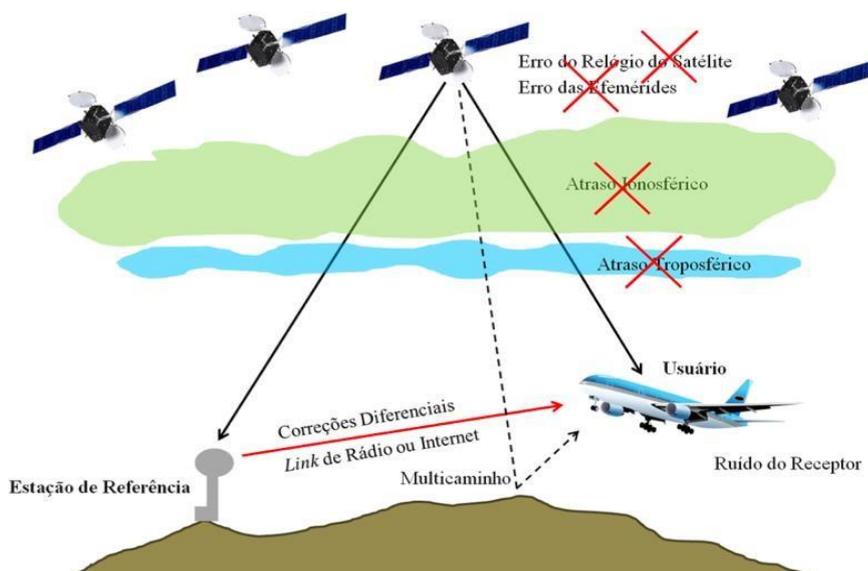
A Figura 1 ilustra de maneira didática como os erros e imprecisões (marcados com um “X” vermelho) são excluídos e corrigidos pelo DGPS.

³ Navegação por instrumentos consiste em voar e conduzir a aeronave utilizando-se somente os próprios equipamentos e instrumentos de voo e de navegação da aeronave, mantendo-se em um voo em que não é necessário contato visual com o exterior da aeronave.

⁴ *Instrument Flight Rules*

⁵ *Global Positioning System*

Figura 1 – Ilustração do funcionamento do DGPS



Fonte: Pereira (2018); adaptado de Lee (2005)

A evolução desses conceitos levou ao desenvolvimento de outros vários sistemas de aumento na qualidade dos sinais, como o Sistema de Aumento em Área Ampla (*Wide Area Augmentation System* - WAAS), que possibilitou a realização de procedimentos de aproximação de precisão⁶ somente com a utilização do GPS, sendo tão ou mais preciso quanto o Sistema de Pousos por Instrumento⁷ (*Instrument Landing System* – ILS). O ILS possui desvantagens a serem consideradas quanto a sua aplicação, devido ao seu alto custo por conta da necessidade da instalação e manutenção de antenas em solo⁸, está sujeito a interferências em suas radiofrequências, além de apresentar para a infraestrutura aeroportuária, algumas restrições de instalação, não sendo possível a sua utilização em qualquer aeródromo (HONEYWELL, 2019). O sistema *Wide Area Augmentation System* (WAAS) foi introduzido em 2003, e é composto por satélites e estações terrestres que captam sinais da constelação Navstar GPS. Estes sinais são aprimorados e transmitidos para as aeronaves em aproximação através do seu canal de difusão (WAAS Channel "WAAS Ch")⁹, ou para aeronaves em rota dentro da sua extensa área de cobertura. O WAAS melhora significativamente o monitoramento da integridade dos sinais, além das correções que

⁶ Segundo a Organização de Aviação Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) (2018), procedimentos de aproximação de precisão são aqueles procedimentos de aproximação cuja altitude de decisão (*Decision Height* – DH) se encontra abaixo de 250 ft acima do nível do solo (*above ground level* – AGL).

⁷ O Sistema de Pousos por Instrumento (*Instrument Landing System* – ILS) é o procedimento de aproximação de precisão mais utilizado na aviação para pousos em condições atmosféricas críticas e que exigem precisão na realização da aproximação.

⁸ As antenas que compõem o ILS são: Antena do Indicador de Rampa (*Glide Slope* – GS) guia a aeronave verticalmente até a zona ideal de toque na pista (*Touchdown Zone* – TDZ); Antena do Localizador (*Localizer* – LOC) fornece para a aeronave o guia lateral (eixo da pista) em uma aproximação de precisão.

⁹ Maneira na qual vem indicada nas cartas o canal WAAS utilizado para o procedimento que será realizado.

são fundamentais na operação para melhorar a precisão da navegação. Seu maior diferencial nas operações aéreas foi a possibilidade de criação de um procedimento de aproximação de precisão, chamado Aproximação com *Performance* de Localizador com Guia Vertical, em tradução livre (*Localizer Performance with Vertical Guidance – LPV*).

Desde 2003, a aproximação LPV possibilita que aeronaves que operam exclusivamente por navegação satelital efetuem procedimentos de aproximação de precisão sem a necessidade de auxílios terrestres. Dessa forma, com uma rampa de planeio gerada a partir de dados de altimetria do WAAS e com guias laterais com a mesma precisão de um localizador a aeronave consegue descer continuamente com segurança, até uma DH de até 200 ft acima do solo. Com base nessa premissa, o WAAS emergiu como uma tecnologia promissora, usada para inúmeros benefícios. Além de aumentar os sinais GPS, o WAAS realiza um monitoramento da integridade dos sinais, o que aumenta a confiabilidade da operação, aprimora a navegação em todas as etapas do voo a altitudes de até 100.000 ft, oferece serviços de navegação e monitoramento em regiões que nunca possuíam tais serviços, e no futuro, possibilitará a diminuição dos custos com auxílios em solo (ESA, 2021).

A Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos (FAA)¹⁰ esclarece que a utilização do WAAS é essencial para a proteção da navegação aérea no espaço aéreo americano. A FAA disponibiliza mais de 4000 procedimentos LPV para utilização em mais de 2000 aeroportos. Sendo que, mais da metade desses aeroportos não dispõe de procedimentos ILS para aproximações de precisão (FAA, 2024).

Ao considerar o Brasil, há aeroportos com escassos ou inexistentes recursos de navegação. Todos os dias, vários voos regionais, tanto da aviação geral quanto da aviação comercial, são direcionados para aeroportos de difícil operação, sob condições meteorológicas que podem limitar a operação de pousos e decolagens. Além disso, em localizações com menos recursos, como por exemplo a região norte do país, existem locais em que o único meio viável de transporte é o aéreo, e ainda em aeroportos de difícil operação, onde frequentemente são executados procedimentos de não-precisão¹¹ e com mínimos defasados em relação às capacidades de precisão e monitoramento disponíveis atualmente.

Assim, em 2011, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) deu início a estudos para a instalação de um novo sistema de aumento de precisão e qualidade dos sinais GPS, o Sistema de Aumento Baseado em Solo (*Ground Based Augmentation System - GBAS*). Este sistema seria instalado no Aeroporto Internacional Tom Jobim (Galeão) no Rio de Janeiro, com o objetivo de melhorar a precisão, segurança e aumentar a eficiência das operações nos aeroportos mais

¹⁰ *Federal Aviation Administration*

¹¹ São aqueles procedimentos que não possuem guia vertical (ICAO, 2018)

importantes do Rio de Janeiro: Santos-Dumont, Galeão e Jacarepaguá. A implementação previa uma diminuição de custos e um aprimoramento na precisão das aproximações devido à troca do ILS pelo GBAS. No entanto, em 2018, sua implementação foi interrompida devido a estudos que serão analisados posteriormente neste artigo, e então comparada a um cenário alternativo onde o WAAS poderia preencher as lacunas deixadas pela tentativa anterior (DECEA, 2018).

Neste trabalho, serão empregados artigos científicos, manuais e websites em português e inglês, que contêm dados, informações técnicas, científicas e operacionais provenientes de pesquisas pertinentes ao assunto em questão. A abordagem adotada será explicativa- exploratória, com o objetivo de descrever, enumerar, relacionar e elucidar o funcionamento do WAAS e do LPV, além de seus benefícios para a operação aeronáutica em geral.

1 O funcionamento do sistema WAAS

Ao contrário dos tradicionais auxílios à navegação, que são baseados em terra, o WAAS oferece serviços de navegação e controle de forma uniforme em todo o espaço aéreo em que é empregado, neste caso, o espaço aéreo dos Estados Unidos (NAS)¹². Dessa maneira o WAAS possui uma arquitetura de funcionamento que consiste em quatro componentes operando em conjunto para permitir o aumento da precisão e a melhoria da integridade dos sinais. O funcionamento do WAAS é dividido em três diferentes segmentos que funcionam em cadeia, sendo eles respectivamente: Segmento de Solo (*Ground Segment*), Segmento Espacial (*Space Segment*) e o Segmento de Usuário (*User Segment*).

O primeiro segmento, conhecido como Segmento de Solo (*Ground Segment*), é o mais extenso de todos. Nele, os sinais da constelação Navstar que contêm os dados enviados pela aeronave são recebidos por estações conhecidas como Estações de Referência de Área Ampla (WRS)¹³. Os sinais GPS são avaliados da seguinte maneira: informações sobre perdas de sinal na ionosfera são compensadas nos sinais recebidos e dados sobre a precisão atual dos sinais são levados em conta para correções futuras. Em relação às WRS, existem 38 instaladas nos Estados Unidos, em locais cuidadosamente analisados para que todos os erros nos sinais GPS possam ser previstos e corrigidos.

Assim, as WRS transferem as informações GPS coletadas para as três Estações Principais do WAAS (WMS)¹⁴, através de uma rede terrestre de comunicações, com o objetivo de minimizar as perdas de dados. É nessas estações que se verificam os limites de erro para cada satélite monitorado. Assim, as informações recebidas são corrigidas e os estimados de tempo de voo e posição futura do

¹² *National Airspace System*

¹³ *Wide Area Reference Stations*

¹⁴ *WAAS Master Stations*

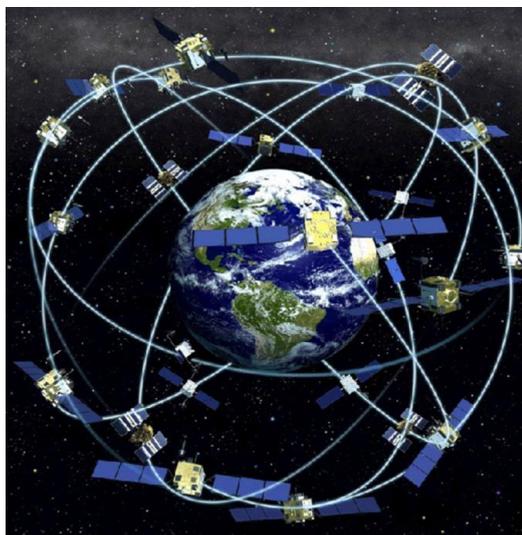
avião também são corrigidas com base no horário interno da Rede WAAS (WNT)¹⁵.

Dando continuidade a essa sequência de operações, a mensagem de aumento construída pelas WMS é enviada para as seis Estações de Solo de Difusão (GUS)¹⁶, que são responsáveis por enviar a mensagem de aumento aos satélites geoestacionários do WAAS (*WAAS GEO Satellites*), ou seja, para o segundo segmento (*Space Segment*).

O Segmento Espacial (*Space Segment*), tem como principal finalidade intermediar o usuário (*User Segment*) e o Segmento de Solo (*Ground Segment*). Este segmento é composto por três satélites geoestacionários (GEO). Ao contrário dos satélites do Navstar GPS, que orbitam em torno da Terra (Figura 2), os satélites GEO são posicionados em um local específico no espaço para cobrir uma área específica, fornecendo dados de navegação mais precisos que serão enviados para as aeronaves (*User Segment*).

A Figura 3 ilustra os três satélites que fazem parte do Segmento Espacial (*Space Segment*) e a Figura 4 ilustra a área de cobertura (*satellite footprint*) deles nas longitudes nas quais ficam estacionados.

Figura 2 – Ilustração dos 24 satélites do Navstar GPS orbitando a Terra



Fonte: NASA (2019)

¹⁵ *WAAS Network Time*

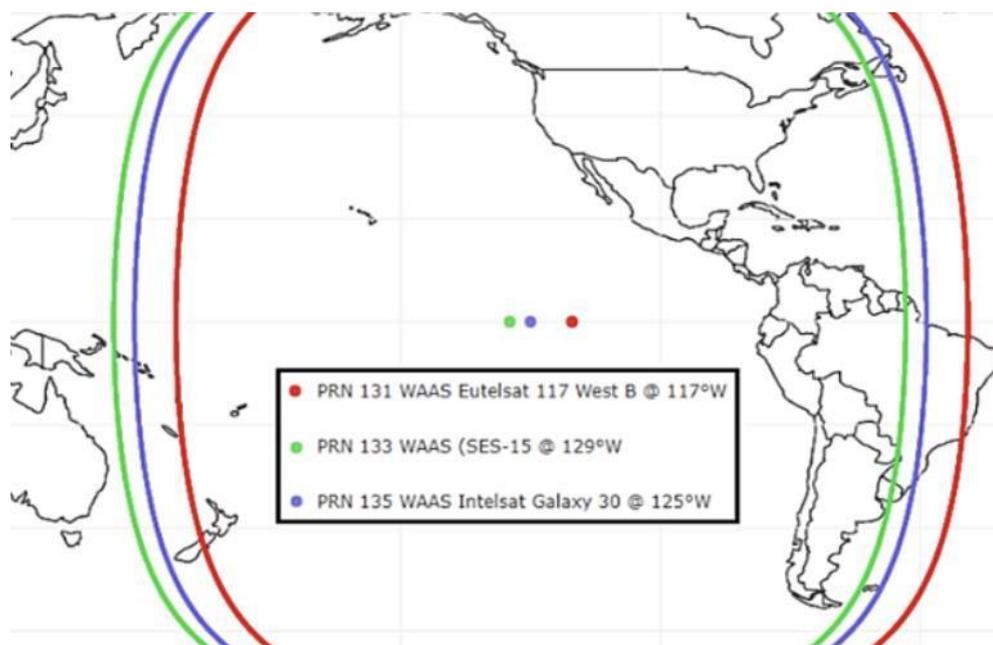
¹⁶ *Ground Uplink Stations*

Figura 3 – Os 3 satélites do Segmento Espacial (*Space Segment*) do WAAS



Fonte: FAA (2024)

Figura 4 – Satélites do WAAS (pontos verde, azul e vermelho) e suas respectivas áreas de cobertura (circunferências verde, azul e vermelho).

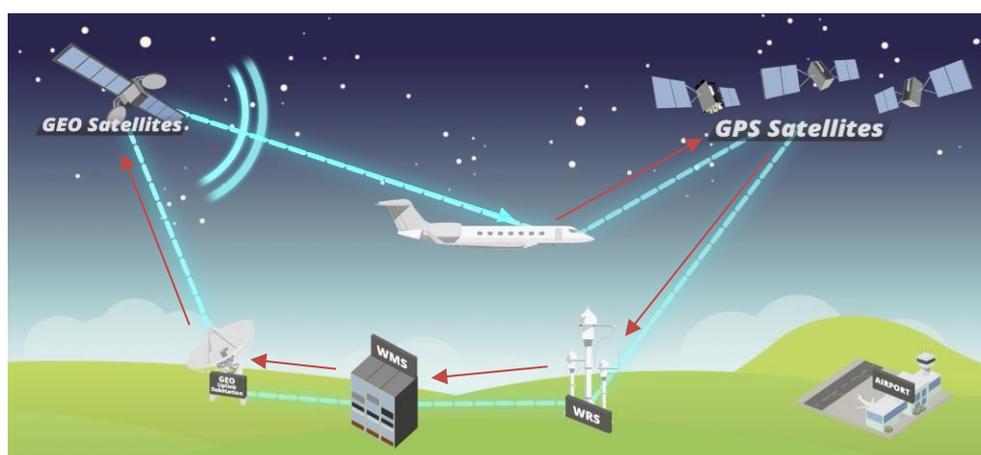


Fonte: NAV CANADA (2023)

Agora, no terceiro segmento, o Segmento do Usuário (*User Segment*), os sinais aumentados serão recebidos diretamente pelos receptores GNSS habilitados para receber dados do WAAS, provenientes do Segmento Espacial (*Space Segment*). Portanto, este segmento é basicamente composto por receptores GNSS instalados nas aeronaves, que processam as mensagens de aumento recebidas dos satélites WAAS GEO e as utilizam como informações e dados relevantes ao voo.

Os usuários propriamente ditos do WAAS incluem qualquer aeronave com aviônicos¹⁷ aprovados para o uso do WAAS; além das aeronaves alguns órgãos de controle de tráfego aéreo (ATC)¹⁸ também utilizam o WAAS para gerenciar as aeronaves em seu espaço aéreo de maneira mais eficiente e segura (FAA, 2024). A Figura 5 ilustra de forma simples e intuitiva o funcionamento do sistema WAAS.

Figura 5 – Ilustração do funcionamento básico do WAAS



Fonte: adaptado de FAA (2024)

Há vários fabricantes globais desses receptores, incluindo GARMIN, Honeywell, Rockwell Collins e Avidyne. Aeronaves comerciais que possuem suas licenças classificadas como tipo¹⁹ pela FAA, receberam Suplementos aos Certificados de Tipo (*Aircraft Supplemental Type Certificates – STC*)²⁰ para utilizar o WAAS, como por exemplo Boeing, Bombardier, Cessna e Embraer (ESA, 2021).

Assim, o funcionamento do WAAS se estabelece no Sistema do Espaço Aéreo estadunidense (NAS), oferecendo ao usuário uma performance de navegação superior em termos de precisão e integridade da operação, em contraste com o uso comum de um receptor GPS convencional. Portanto, a segurança a bordo, através das certificações metódicas dos processos de

¹⁷ Aviônicos são todos os sistemas eletrônicos de uma aeronave que desempenham uma função no voo. Nesses sistemas podem estar incluídos: sistemas de comunicação, sistemas de navegação, telas que mostram dados pertinentes ao voo, além de diversos outros sistemas eletrônicos que realizam uma função individual como radares (WIKIPEDIA, 2024).

¹⁸ *Air Traffic Control*

¹⁹ Uma aeronave que possui Certificação de Tipo (TC) é aquela que exige certificação especial para ser considerada aeronavegável devido às suas características específicas de operação. (FAA, 2023)

²⁰ Um Certificado Suplementar de Tipo (STC) é um certificado de tipo (TC) emitido quando um solicitante recebe para modificar um produto aeronáutico que possua um TC em relação ao seu design original. O STC, que incorpora por referência o TC relacionado, aprova não apenas a modificação, mas também como essa modificação afeta o design original. (FAA, 2023)

implementação e construção, além da aprovação dos equipamentos de aviônicos usados pelo usuário final, integra uma ampla rede com o objetivo de aprimorar a segurança do sistema de navegação aérea.

2 Os benefícios e aplicação do WAAS

Desde 2003, o WAAS é implementado em todo o território americano, beneficiando também partes do México e do Canadá, devido ao posicionamento espacial dos três satélites que compõem o sistema. A sua implementação trouxe benefícios para vários aeroportos localizados em regiões isoladas e carentes de auxílios e equipamentos terrestres. Quando combinado com um Sistema de Vigilância Automático Dependente de Transmissão de Dados, em tradução livre (*Automatic Dependant Surveillance-Broadcasting – ADS-B*)²¹, ele melhora a qualidade da transmissão de dados aeronáuticos entre as aeronaves e os órgãos de controle de tráfego aéreo (ATC) (HONEYWELL, 2019).

1.1 WAAS hoje

Atualmente, o WAAS oferece cobertura para grande parte da América do Norte, efetuando correções para o sinal GPS L1²², o mais utilizado dentro da aviação para navegação e realização de procedimentos. O WAAS está em constante evolução, tendo passado por três etapas principais de desenvolvimento, com planos em andamento para aprimoramento do sistema, com o objetivo de adequá-lo aos futuros padrões dos Sistemas de Aumento Baseados em Satélites (*Satellite Based Augmentation System - SBAS*). O foco principal está na mudança da correção apenas da frequência L1 para a correção de dupla frequência, incluindo os sinais GPS das frequências L5²³ (ESA, 2021).

Em certas condições, como durante distúrbios ionosféricos ou quando as constelações de satélites estão enfraquecidas²⁴, a disponibilidade do sistema pode ser reduzida. Dessa forma, a integração planejada dos sinais L1 e L5 mitigará essa limitação, reduzindo a dependência do sistema em relação às condições ionosféricas, que é uma das principais fontes de erro. Ao resolver esse

²¹ ADS-B é um sistema de monitoramento e vigilância aérea que combina a posição da aeronave e outras informações importantes do voo, as transmitindo via sinais GPS para instalações de solo corrigindo pequenos erros as retransmitindo para o ATC e a outras aeronaves de um mesmo espaço aéreo, a fim de criar um cenário de vigilância precisa das aeronaves, para informar dados pertinentes ao voo e como forma de aumentar a segurança da operação (FAA, 2024).

²² A frequência de sinais GPS L1 é a mais utilizada na aviação civil como um todo e é aquela que está na faixa de 1575.42 MHz (ESA, 2021).

²³ A frequência de sinais GPS L5 é uma das mais novas frequências de sinais GPS utilizadas para navegação aérea e é aquela que está na faixa de 1176.45 MHz (ESA, 2021).

²⁴ Pode ocorrer por diversos fatores, como: tempestades solares, distúrbios ionosféricos e problemas técnicos nos sistemas ou em seus componentes (RAYTHEON, 2018).

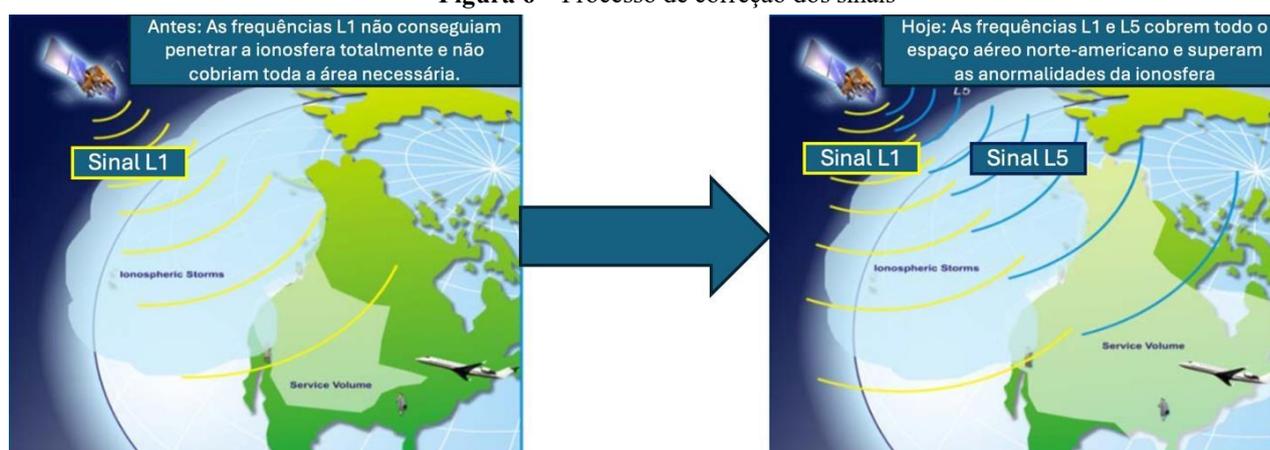
desafio, a configuração de dupla frequência melhorará significativamente o desempenho do sistema, tornando os guias verticais e laterais mais confiáveis e aumentando a consistência da confiabilidade do serviço em uma gama mais ampla de condições operacionais (FAA, 2024).

A Figura 6 ilustra como o sinal GPS L1 é vulnerável à atividades ionosféricas e porque é necessário aderir à correção de sinais de dupla frequência.

Segundo a FAA, de acordo com um levantamento realizado em 9 de maio de 2024, já existem 2019 aeroportos servidos de procedimentos LPV, sendo que 1255 destes não possuem um sistema ILS instalado. É nesta situação que fica evidente o maior benefício do WAAS, permitir aproximações de precisão, ou seja, com uma Altura de Decisão (*Decision Height – DH*) menor que 250 ft, em aeroportos remotos e sem equipamentos em solo, que seriam necessários para a realização de aproximações desse tipo (FAA, 2024).

Mais da metade dos aeroportos que utilizam o WAAS não têm sistemas que possibilitam uma aproximação de precisão instalados na infraestrutura do aeroporto. Isso ocorre porque essa tarefa é dispendiosa e em alguns casos, a localização geográfica do aeródromo pode impedir a instalação do ILS, simplesmente por não ser fisicamente ou tecnicamente viável. A sua implementação em vários aeroportos ampliou suas vantagens para a aviação geral e regional na América do Norte, possibilitando que rotas comerciais e voos privados possam ser executados com segurança, mesmo em circunstâncias desfavoráveis de localização e clima (FAA, 2024).

Figura 6 – Processo de correção dos sinais



Fonte: adaptado de FAA (2016)

2.2 Outros benefícios

Além dos benefícios evidentes na fase de aproximação, os sinais GPS são utilizados no espaço aéreo dos Estados Unidos para vigilância ATS, por meio de serviços como: projeção de rotas e transmissão de dados e informações com qualidade e exatidão. Isso funciona da seguinte maneira, o WAAS utiliza suas capacidades de aumento dos sinais GPS para enviar às estações de solo ADS-B

informações da aeronave com maior precisão e qualidade; tais como: localização, vetores de movimento, altitude e velocidade, para o controle de tráfego e para outras aeronaves no mesmo espaço aéreo. Isso possibilita que os controladores gerenciem as aeronaves dentro de sua jurisdição de maneira mais eficaz, diminuindo o congestionamento de tráfego, a emissão e conseqüentemente, o consumo de combustível (HONEYWELL, 2019).

3 Localizer Performance with Vertical guidance (LPV)

O *Localizer Performance with Vertical guidance* é um procedimento por instrumento fundamentado na ideia da Navegação de Área (RNAV), que utiliza sinais de GPS aumentados pelo WAAS para realizar aproximações de precisão, com características de execução muito parecidas com as de um ILS. Assim, desde 2003, o LPV possibilita que várias pistas, desde aeroportos municipais e sem infraestrutura até grandes aeroportos internacionais, tenham um procedimento de precisão de fácil operação, com custos de aquisição e manutenção reduzidos. Portanto, tornando mais democrático o acesso a locais de difícil acesso aéreo para uma ampla gama de operadores (LEE, 2005).

3.1 Benefícios do LPV

A precisão do WAAS e seus mínimos meteorológicos podem ser tão precisos quanto os procedimentos feitos com o ILS. Nesse sentido, o LPV, por ter um guia vertical e lateral, é classificado como um procedimento de precisão, pois pode ter uma DH inferior a 250 pés, podendo atingir até 200 pés acima do nível do solo (AGL), o que aumenta a segurança da operação e permite a realização de uma aproximação final com descida contínua (*Continuous Descent Final Approach – CDFA*). Também aumenta a economia de combustível e reduz a incidência de voos controlados contra o terreno (*Controlled Flight Into Terrain – CFIT*) em uma gama variada de condições atmosféricas em que as operações podem ser realizadas (HONEYWELL, 2019).

De acordo com a Honeywell, o LPV da perspectiva do operador, provê um custo bem menor, de compra, instalação e manutenção, ao mesmo tempo em que proporciona uma capacidade de aproximação altamente precisa, estável e modificável para todo tipo de operação e aplicação com altos níveis de disponibilidade. Nesse sentido, aeroportos que já possuem ILS podem utilizar o LPV como *backup* para o ILS, e eventualmente devido ao custo de

manutenção ou substituição do ILS, culminar então pela substituição do sistema pelo LPV. (HONEYWELL, 2019, tradução nossa)⁵⁷

Outras vantagens do LPV incluem: a ausência de áreas críticas associadas ao ILS que podem impactar o tráfego no aeroporto. Do ponto de vista do piloto, um LPV se assemelha com um ILS, porém, a aproximação com o WAAS é mais estável que a de um ILS, pois não se utiliza radiofrequência (RF), que é mais propensa a interferências. O guia vertical (GS) em um procedimento LPV é baseado nos dados de altitude do WAAS, não estando sujeito às variações altimétricas devido temperaturas extremas ou erros de ajuste por parte dos pilotos. Do ponto de vista do operador aeroportuário, as aproximações com o LPV, devido à sua simplicidade de uso, podem ser implementadas nos aeroportos de maneira muito mais rentável e sem que essa economia possa comprometer a segurança da operação (MONICO, 2008).

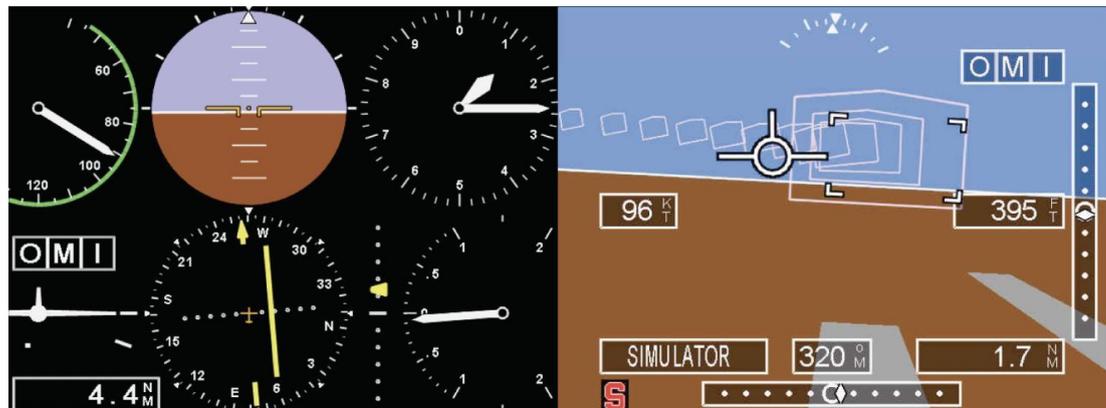
3.2 Operação do LPV

O WAAS é um sistema complexo e por isso, pode parecer complicado implementar um procedimento como o LPV. No entanto, isso não é verdade. Qualquer aeronave equipada com um receptor GNSS compatível e certificado para sinais WAAS receberá os sinais e os exibirá aos pilotos nas telas (*displays*) de seus instrumentos, de forma intuitiva, como ilustrado nas Figuras 7 e 8.

Este método intuitivo e simples de mostrar a trajetória de voo a ser seguido (*flight path*), juntamente com a apresentação simplificada das informações, faz parte da filosofia do WAAS para a segurança de voo. Isso pode ser examinado através de um estudo da Stanford University (2009) sobre a evolução da navegação aérea, no qual foi contestada a seguinte conclusão, em tradução livre: “Melhorar a consciência situacional se tornou reconhecidamente um elemento crítico na redução geral das taxas de acidentes”. Assim, com a permissibilidade do WAAS para com o desenvolvimento de novos tipos de aviônicos e de capacidades de equipamentos, a consciência situacional dos pilotos é melhorada e torna mais simples a realização de procedimentos complexos sob condições meteorológicas adversas ou por eventuais panes na aeronave que possam aumentar a carga de trabalho dos pilotos (STANFORD UNIVERSITY, 2009).

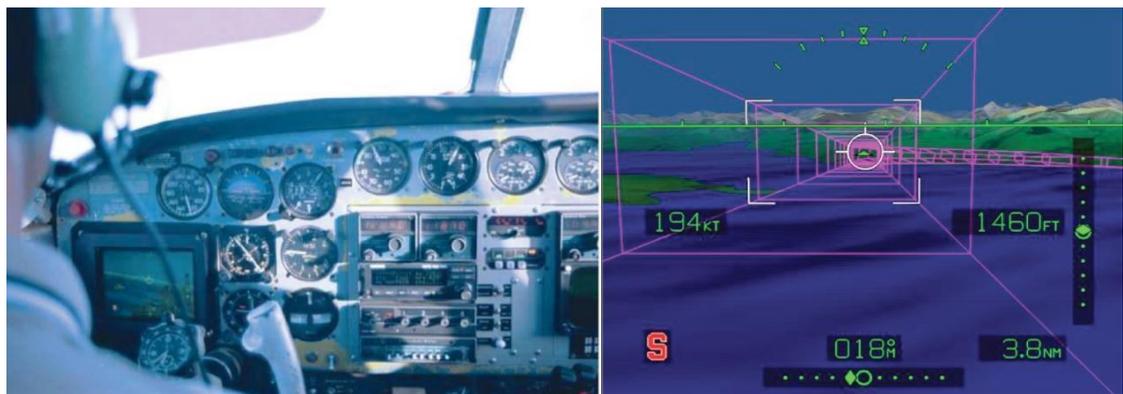
⁵⁷ *From the perspective of the airport, it provides a much lower cost (both acquisition and operational) relative to alternatives such as ILS while still providing a highly precise, stable and available approach capability to the airport with very high levels of availability. Airports that have an existing ILS may add LPV approaches in the near term as a backup to the ILS, and eventually as the cost of maintaining/replacing the ILS becomes increasingly prohibitive, LPV will serve as a replacement for ILS technology with some caveats. (Honeywell, 2019).*

Figura 7 – Comparação de um painel convencional e um *display* 3D com dados gerados a partir de dados do WAAS



Fonte: Stanford University (2009)

Figura 8 – *Display* com imagens e dados de terreno gerados a partir do WAAS à frente do piloto durante a realização de um procedimento



Fonte: Stanford University (2009)

3.3 Interpretação de cartas utilizando o WAAS e o LPV

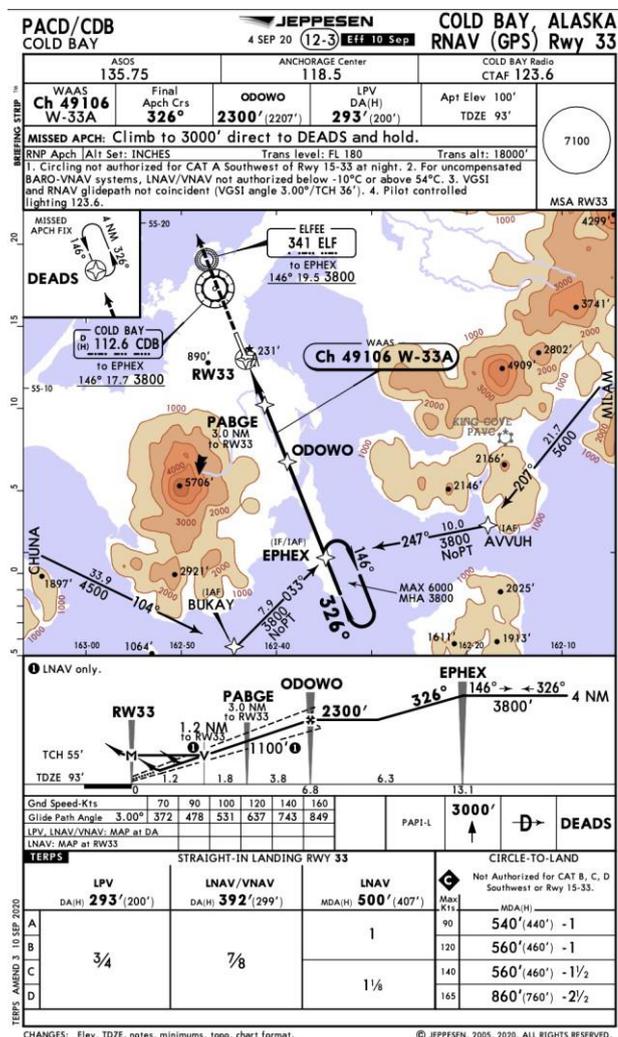
Conforme observado na Figura 9, o procedimento do aeroporto de Cold Bay no Alaska demonstra claramente o principal benefício do WAAS, que é possibilitar aproximações de precisão apenas por GPS em aeroportos remotos. O procedimento WAAS é mais simples que um procedimento por GNSS ou por navegação convencional, com as únicas diferenças sendo a simbologia e a informação do canal WAAS (WAAS Ch) a ser sintonizado pelo piloto no equipamento GPS da aeronave, como se fosse uma frequência de rádio auxílio em um procedimento convencional.

Em relação à execução dos procedimentos, sua execução é extremamente simples, sendo exatamente igual a de um ILS, não exigindo treinamento adicional para os pilotos. Conforme mencionado anteriormente, o instrumento aponta a rota a ser seguida pelo piloto, fornecendo

um guia lateral preciso e um guia vertical gerado eletronicamente, com base em dados de altimetria coletados pelo sistema WAAS (BRAGA, 2019).

A Figura 10 exibe a realização prática de um LPV no Aeroporto Estadual de Aurora (KUAO) no estado americano do Oregon. A filosofia de cores dos aviônicos indica a fonte da informação exibida, nesse caso, o guia vertical e lateral magenta⁵⁸ indica a realização de um procedimento usando dados do GPS, também indicado por um “G” acima do *glide slope*, e o anunciador do modo de voo (*flight mode annunciator* – FMA) na parte inferior indica o tipo de procedimento, no caso um LPV.

Figura 9 – Carta de Procedimento LPV



Fonte: Jeppesen (2020)

⁵⁸ Cor parecida com roxo ou rosa, utilizada em *displays* para indicar a origem das informações de voo mostradas.

Figura 10 – Display Avidyne de uma aeronave leve realizando uma aproximação LPV



Fonte: BruceAir (2022)

4 Sistemas de Aumento no Brasil

Os benefícios dos sistemas de aumento de sinais GPS, foram observados pelo DECEA em 2011, quando junto à FAA, foram iniciados estudos para a implementação do GBAS no Brasil. O Brasil percebeu os benefícios que o GBAS e o Sistema de Pouso por GBAS (GBAS *Landing System* – GLS) poderiam trazer às operações aos aeroportos de Galeão (SBGL), Santos-Dumont (SBRJ) e Jacarepaguá (SBJR). Esse sistema permite aproximações de precisão nos aeroportos com o uso do GLS⁵⁹ (PEREIRA, 2018).

Quando a instalação fosse concluída, o Galeão poderia substituir o ILS e reduzir os custos de manutenção e operação (ICAO, 2020). Além do Galeão, as vantagens do GBAS se estendem a outros aeroportos em sua área de atuação, como o Santos Dumont, que poderia operar com mínimos CAT II, e Jacarepaguá, que poderia operar CAT I⁶⁰, somente com a instalação da estação principal do GBAS no Galeão e simples antenas de referência nos respectivos aeroportos. (DECEA, 2024).

⁵⁹ GLS é um tipo de aproximação de precisão alternativo ao ILS, que por meio de uma única estação GBAS em solo transmite dados corrigidos do GNSS para as aeronaves em aproximação, de forma a permitir que elas realizem aproximações de precisão apenas com o uso do equipamento GNSS embarcado (FAA, 2016).

⁶⁰ Categoria da aproximação de precisão. Existem três tipos de categorias das aproximações de precisão que são classificadas conforme os seus mínimos meteorológicos: CAT I – DH de até 200 ft; CAT II – DH de até 50 ft ft; CAT III – DH de até 0 ft (*autoland*).

O Sistema de Aumento Baseado em Solo (*Ground Based Augmentation System – GBAS*), é um sistema de aumento que tem a mesma finalidade do WAAS, aumentar a precisão e a integridade dos sinais GPS para a realização de procedimentos de precisão. O GBAS ao contrário dos satélites geoestacionários do WAAS, se baseia em estações de solo que enviam os sinais diretamente para as aeronaves e concentra sua aplicação em áreas menores, como em Áreas de Controle Terminal (*Terminal Control Area – TMA*)⁶¹. No caso do Brasil, o GBAS aqui iria se concentrar na operação da Terminal Rio de Janeiro (SBWJ).

O DECEA buscou implementar o sistema GBAS no Aeroporto Internacional Tom Jobim (Galeão) no Rio de Janeiro em 2011 (Figura 11), adquirindo junto a empresa norte-americana Honeywell uma Estação SLS-4000 *Smart Path* GBAS recém certificada pela FAA, com a finalidade de avaliar a qualidade e segurança do serviço GBAS no Brasil (PINHO, 2021). Segundo o Tenente-Coronel-Aviador Ricardo Elias Cosendey em entrevista a revista Aeroespaço (2013), era necessário estudar como uma região de baixa latitude no país iria influenciar na operação do GBAS, situação a qual o sistema ainda não havia sido colocado à prova.

Em 2014 o DECEA levou uma resolução ao Grupo da ICAO de Implementação e Planejamento Regional da América do Sul e Caribe (GREPECAS)⁶², alegando que, devido a eventos ligados à baixa latitude de instalação do sistema, o GBAS estava sujeito a intensas atividades ionosféricas que prejudicavam seu funcionamento. Fenômenos como bolhas de plasma e cintilação, muito frequentes na ionosfera na nossa latitude, poderiam resultar em anomalias operacionais no GBAS. (PINHO, 2021)

Nesse sentido, o Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) ainda estuda outras maneiras de implementar um sistema de aumento GPS que satisfaça os níveis mínimos de precisão exigidos pela ICAO para utilização do GBAS. O WAAS ainda não passou por estudos sobre uma possível implementação no Brasil. No entanto, o ICEA já incluiu o WAAS na lista de pesquisas como um possível candidato a ser o primeiro sistema de aumento de sinais GPS no Brasil, através do programa de desenvolvimento do DECEA, o SIRIUS⁶³ (PEREIRA, 2018).

⁶¹ Áreas de Controle Terminal (TMA) são espaços aéreos controlados localizados na confluência de Rotas ATS nas vizinhanças de um ou mais aeroportos principais. (ICAO, 2005)

⁶² CAR/SAM *Regional Planning and Implementation Group*

⁶³ “O Programa SIRIUS é o instrumento do Comando da Aeronáutica (COMAER) voltado para a evolução do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), em resposta ao aumento do tráfego aéreo, à maior diversidade de meios aéreos e ao desenvolvimento tecnológico no campo da aviação” (DECEA, 2024).

Figura 11 – Localização das antenas e da Estação do GBAS no Galeão



Fonte: Pereira (2016)

4.1 Proposições de aplicação do WAAS no Brasil

Com base no princípio de segurança para orientar uma possível implementação do WAAS no Brasil, serão levados em conta: espaços aéreos de grande fluxo; aeroportos-chave; aeroportos com infraestrutura precária e/ou uma meteorologia conhecida por influenciar suas operações. O intercâmbio futuro de tecnologias e vivências entre os Estados Unidos e o Brasil poderia ser extremamente vantajoso para a criação de um Sistema Nacional de Aumento Baseado em Satélites (*Satellite Based Augmentation System – SBAS*), semelhante ao estadunidense WAAS. Isso tornaria o espaço aéreo brasileiro mais eficaz e seguro, servindo assim como mais um estímulo para o crescimento da aviação comercial no Brasil (BELLEI, 2006).

O histórico das condições meteorológicas adversas no Brasil, juntamente com o crescimento anual do tráfego aéreo, evidenciam o potencial do uso do WAAS. Isso se deve à melhoria na segurança e otimização operacional, além da continuidade dos voos saindo e chegando, mesmo em condições meteorológicas desfavoráveis. Segundo o especialista em aviação Roberto Peterka em entrevista à revista Exame; o fechamento de aeroportos por conta de condições meteorológicas é danoso à economia e ao atrativo de investimentos de empresas na aviação comercial brasileira: “É necessário, mesmo que fosse menor o número de fechamentos. Agora, mais uma vez, tem de pesar o valor do investimento e o retorno disso.” (PETERKA, 2013)

De acordo com o perito em aviação Roberto Peterka acerca da instalação de equipamentos ILS tudo é uma questão econômica: “Tudo é uma questão de necessidade. Conforme vão aparecendo os problemas, a tecnologia é implementada. Até algum tempo atrás, mesmo Guarulhos fechava com nevoeiro. Quando o custo-benefício é favorável, implementa-se”, disse Peterka. Além disso ele também faz a comparação com a operação americana: “Essa é a nossa condição. Se pegar outros

países, há muito mais equipamentos que permitem esse tipo de operação. Nos grandes aeroportos dos Estados Unidos, você pousa com qualquer tempo, desde que o avião tenha condições” (PETERKA, 2013).

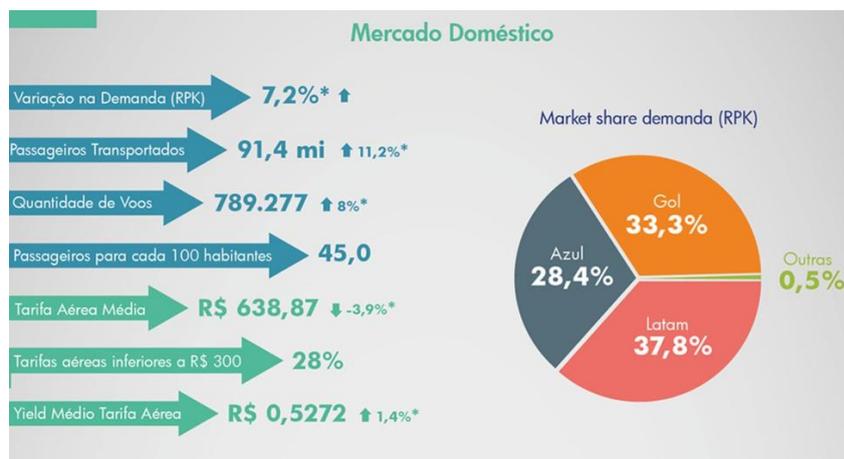
As Figuras 12 e 13 mostram o aumento no sistema de aviação comercial, tanto em âmbito nacional quanto internacional. Várias companhias internacionais visam o mercado brasileiro devido ao seu potencial econômico para a operação de voos, sendo o Galeão e Guarulhos o centro dessas operações. Outros aeroportos, anteriormente considerados secundários, vêm ganhando relevância no mercado e atraindo mais voos, como Manaus e Belém no norte, Recife, Fortaleza e Salvador no nordeste, Brasília no centro-oeste, e Curitiba e Porto Alegre no sul. Dessa forma, em contrapartida ao GBAS que favoreceria apenas uma região terminal, restrita a alguns aeroportos que contariam com suas antenas, evidencia-se que um sistema amplo que beneficie o Brasil em sua extensão continental seria o ideal para a aplicação na aviação nacional.

Atualmente, o Brasil conta com um espaço aéreo altamente dependente do GPS, com aerovias RNAV, mais de 400 procedimentos de aproximação por instrumentos (*Instrument Approach Procedure – IAP*) publicados, e vários aeroportos que utilizam apenas o GPS para a realização de procedimentos de saída e aproximação (DECEA, 2024). Pode parecer muito, mas quando comparamos o que temos, ao que o WAAS permite nos Estados Unidos, fica claro que estamos perdendo um grande benefício à nossa operação.

Portanto, seria extremamente relevante para o nosso contexto nacional a implementação de um sistema que favorecesse todo o sistema aéreo do Brasil, semelhante ao que é implementado desde 2003 nos Estados Unidos. A introdução do WAAS no nosso país seria extremamente benéfica, possibilitando um Controle de Tráfego Aéreo (ATC) mais eficaz e otimizado, além de permitir que mais aeroportos realizem procedimentos de precisão com o LPV.

A Figura 14 mostra a quantidade de passageiros transportados entre regiões e a Figura 15 a crescente da atividade de voos internacionais, que justificam a demanda por melhores condições operacionais de serviços de tráfego aéreo em suas respectivas malhas aéreas.

Figura 12 – Mercado da aviação doméstica



Fonte: ANAC (2023)

Figura 13 – Mercado da aviação internacional



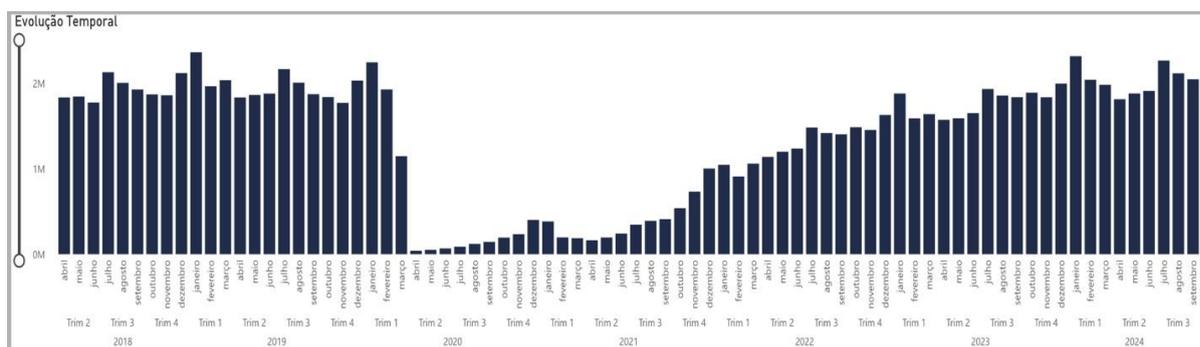
Fonte: ANAC (2023)

Figura 14 – Quantidade de passageiros transportados em voos entre regiões e sua participação percentual no mercado até setembro de 2024

Entre Regiões	Valor	Participação
SUDESTE <---> SUDESTE	13.568.668	38.63%
SUDESTE <---> NORDESTE	8.953.174	25.49%
SUL <---> SUDESTE	6.630.075	18.87%
SUDESTE <---> CENTRO-OESTE	4.644.890	13.22%
SUDESTE <---> NORTE	1.329.620	3.79%
Total	35.126.427	100.00%

Fonte: ANAC (2024)

Figura 15 – O mercado da aviação comercial internacional brasileira em constante crescente



Fonte: ANAC (2024)

4.2 Benefícios para a aviação nacional advindos de uma possível implementação

As vantagens para o Brasil seriam significativas para a aviação nacional, sendo a eficiência e a segurança na operação os elementos fundamentais para a ideia de implementar um sistema de aumento de sinal GPS no Brasil. Um sistema como o WAAS não favoreceria apenas uma região terminal pequena, como o DECEA almeja com o GBAS, mas uma vasta região continental, como é o caso do WAAS nos Estados Unidos. Portanto, ao analisar as vantagens do WAAS para os Estados Unidos em comparação com o Brasil, um país cada vez mais voltado para tecnologias do futuro como o GPS, é pertinente considerar a possibilidade de implementar um sistema como o WAAS.

Atualmente, o Brasil controla o tráfego aéreo através de radares primários e secundários, que não oferecem eficiência operacional de custos e autonomia na qualidade dos equipamentos instalados. O WAAS serviria para apoiar os radares de vigilância, enviando dados de alta qualidade para os controladores de qualquer dispositivo GPS embarcado que suporte o WAAS. Com essas informações, eles poderiam otimizar o tempo de voo, poupar combustível e administrar rotas em áreas com grande tráfego.

As condições climáticas adversas que impactam a operação em aeroportos de grande importância econômica também seriam atenuadas, como as regiões Norte e Sudeste, conhecidas por suas chuvas e neblina constantes, e a região Sul, que recentemente enfrentou condições climáticas que fecharam vários aeroportos na região. É evidente que a implementação do LPV em aeroportos nessas regiões aumentaria a permissibilidade da operação e diminuiria os custos operacionais associados ao ILS. Também permitiria a possibilidade de transferir os custos de manutenção dos auxílios terrestres para o investimento em tecnologias satelitais que impulsionariam o progresso da indústria espacial do Brasil, representando mais uma vantagem econômica associada ao WAAS (LEE, 2005).

Outro cenário que deve ser levado em conta é o da aviação regional, que representa uma grande

parcela do tráfego aéreo no Brasil. Como o próprio termo indica, a aviação regional geralmente opera em aeroportos municipais, que podem não ter a infraestrutura necessária para assegurar a segurança das operações em uma gama ampla de condições. Nos Estados Unidos, a implementação do WAAS em praticamente todo o continente norte-americano, faz com que vários aeródromos municipais se beneficiem do sistema ao dispor de um procedimento LPV para aproximações de precisão, mesmo sem qualquer tipo de infraestrutura aeroportuária ou auxílios a navegação instalados em solo.

Por exemplo, um aeroporto como o Leite Lopes (SBRP) em Ribeirão Preto, no interior de São Paulo, poderia ter uma aproximação de precisão para os voos que pousam, sem a exigência de instalação de qualquer equipamento no local. Isso permitiria a execução de uma aproximação em condições meteorológicas adversas. Além dos benefícios operacionais, esse tipo de procedimento permitiria um fluxo maior de aeronaves que pousam lá, impulsionando então novas rotas e consequentemente impactando positivamente a economia local.

Considerações finais

Para responder ao objetivo geral e aos objetivos específicos deste estudo, foram avaliados os benefícios proporcionados pelo WAAS. Esse sistema de aprimoramento de sinal GPS tem proporcionado à aviação comercial nos Estados Unidos avanços notáveis em eficiência, segurança e acessibilidade, servindo como um exemplo relevante para o contexto brasileiro. De modo que, seria interessante levar a cabo estudos acerca da ionosfera brasileira, a fim de que os empecilhos que impedem a aplicação de novas tecnologias aqui no Brasil, como o WAAS, fossem superados.

Nos Estados Unidos, o WAAS não só modernizou o sistema de navegação aérea, como também ampliou o acesso a aeroportos de menor porte, possibilitando que esses locais operem com aproximações de precisão mesmo em condições meteorológicas adversas, mesmo sem infraestrutura de solo. Com essa tecnologia, os pilotos nos Estados Unidos conseguem realizar pousos e decolagens por instrumentos em locais anteriormente limitados por condições climáticas ou por falta de infraestrutura, beneficiando diretamente mais de 1.200 aeroportos. Ademais, a economia local dessas cidades foi beneficiada, devido ao crescimento no número de voos.

No Brasil, a adoção de um sistema parecido com o WAAS poderia transformar radicalmente a infraestrutura e a gestão do espaço aéreo, tornando mais democrático o acesso a áreas remotas e melhorando a segurança operacional. Em um país de tamanho continental e com mais de 3.000 aeródromos, sendo muitos deles localizados em regiões remotas ou de difícil acesso, o WAAS poderia viabilizar a expansão da conectividade regional, expandindo a variedade de rotas e diminuindo a dependência de infraestrutura terrestre. A facilidade de acesso contribuiria para a

descentralização econômica, fomentando o crescimento regional e estimulando o estabelecimento de empreendimentos locais, particularmente em regiões turísticas, regiões agrícolas ou regiões distantes dos centros urbanos, que frequentemente lidam com obstáculos de transporte, sendo a aviação a única opção para vencer as barreiras da distância.

Para concluir, a implementação de um sistema para maior precisão, como o WAAS, no Brasil poderia representar um progresso considerável na área de tecnologia aeroespacial, uma vez que demandaria a construção de uma infraestrutura de satélites, de estações terrestres e mais estudos acerca da ionosfera que se situa sobre a latitude brasileira, o que promoveria a inovação no país e consolidaria um avanço tecnológico e científico. O Brasil poderia obter benefícios não só na área da aviação, mas também na geração de novos postos de trabalho e na sedimentação de nossa base científica, auxiliando na segurança e no desenvolvimento econômico de várias áreas. Pesquisas futuras sobre este e outros tópicos relacionados à navegação aérea são fundamentais para ampliar as perspectivas futuras no avanço dos princípios de segurança, eficiência e acessibilidade na aviação civil.

Referências

- AGUIAR, Claudinei Rodrigues de. **GRADE IONOSFÉRICA PARA APLICAÇÕES EM POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO COM GNSS**. 2010. 254 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Cartográficas, Universidade do Estado de São Paulo, Presidente Prudente, 2010.
- BELLEI, Leandro Napoli. **O Sistema WAAS E a Estimação Do Atraso Ionosférico No Sinal GPS**. 2006. Disponível em: http://www.bd.bibl.ita.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=275. Acesso em: 20 set. 2024.
- BERTAGLIA, Rodrigo. **Modernização dos Sistemas de Navegação Aérea no Brasil e Seus Benefícios para Aviação Geral**. 2021. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2021.
- BIDINOTTO, Jorge Henrique; CESARINO, Yuri. **Princípios de Aviônica e Navegação Capítulo 3 - Pouso por Instrumentos**. 2017. 27 f. Curso de Engenharia Aeronáutica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- BIDINOTTO, Jorge Henrique; MORAES, Marcus Vinicius Pereira de. **Princípios de Aviônica e Navegação Capítulo 6 - Navegação via Satélite**. 2017. 31 f. Curso de Engenharia Aeronáutica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- BRAGA, Lucas Cunha; SILVA, Tammyse Araújo da. **ILS CAT III no Brasil: Custo-benefício de Instalação no Brasil**. 2019. 10 f. Curso de Ciências Aeronáuticas, Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, 2019.
- BRASIL. DEPARTAMENTO DE CONTOLE DO ESPAÇO AÉREO. **DECEA e FAA debatem os impactos da ionosfera para a operacionalização do GBAS no Brasil**. 2018. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=decea-e-faa-debatem-os-impactos-da-ionosfera-para-a-operacionalizacao-do-gbas-no-brasil. Acesso em: 11 set. 2024.

BRUCEAIR. **How is an LPV Glidepath Created?** 2022. Disponível em: <https://bruceair.wordpress.com/2022/03/19/how-is-an-lpv-glidepath-created/>. Acesso em: 22 set. 2024.

CANADÁ. NAV CANADA. . **Challenges during localizer performance with vertical guidance (LPV) approach procedures.** Disponível em: <https://tc.canada.ca/en/aviation/publications/aviation-safety-letter/issue-1-2023/challenges-during-localizer-performance-vertical-guidance-lpv-approach-procedures#>. Acesso em: 10 out. 2024.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **1996 Federal Radionavigational Plan.** Springfield, 1996.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (ADS-B).** Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afx/afs/afs400/afs410/ads-b. Acesso em: 22 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS. Carlos Rodriguez. Federal Aviation Administration (org.). **Wide Area Augmentation System (WAAS) Update.** [S. L.]: Waas Program Overview, 2016. 31 slides, color.

ESTADOS UNIDOS. NAVAL AVIATION SCHOOLS COMMAND. **Introduction to Air Navigation.** Pensacola, 2017.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Satellite Navigation - WAAS - Benefits.** 2024. Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/benefits. Acesso em: 11 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Satellite Navigation - WAAS - How It Works.** 2024. Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/how-it-works. Acesso em: 11 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. . **Satellite Navigation – WAAS - News.** 2024. Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/news. Acesso em: 22 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. . **Supplemental Type Certificates.** Disponível em: https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/stc. Acesso em: 20 out. 2024.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Satellite Navigation – Wide Area Augmentation System (WAAS).** 2023. Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas. Acesso em: 11 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **WAAS Terms and Definitions.** Disponível em: <https://www.nstb.tc.faa.gov/DisplayDefinitions.htm>. Acesso em: 11 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS. GLOBAL POSITIONING SYSTEM. **Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard.** Washington, 2020.

ESTADOS UNIDOS. NATIONAL AIR AND SPACE AGENCY. **How Does GPS Work?** Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/gps/en/>. Acesso em: 21 out. 2024.

- EUROPEAN SPACE AGENCY. **GPS Signal Plan**. Disponível em:
https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS_Signal_Plan. Acesso em: 22 set. 2024.
- EUROPEAN SPACE AGENCY. **WAAS Architecture**. Disponível em:
https://gssc.esa.int/navipedia/index.php?title=WAAS_Architecture. Acesso em: 11 set. 2024.
- EUROPEAN SPACE AGENCY. **WAAS Performances**. Disponível em:
https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/WAAS_Performances. Acesso em: 22 set. 2024,
- EXAME. **Aeropertos brasileiros fecharam 1.804 vezes em 2012**. Disponível em:
<https://exame.com/ciencia/aeropertos-fecharam-1-804-vezes-em-2012/>. Acesso em: 22 out. 2024.
- GARMIN. **What is WAAS?** Disponível em: <https://www.garmin.com/en-US/aboutgps/waas/>. Acesso em: 11 set. 2024.
- GIOVANINI, Adenilson. **SBAS: o que é e para que serve?** Disponível em:
<https://adenilsongiovanini.com.br/blog/sbas-o-que-e-e-para-que-serve/>. Acesso em: 11 set. 2024.
- GPS. **Augmentation System**. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/augmentations/>. Acesso em: 21 out. 2024.
- GRIFFITH, Cheryl. PECK, Stephen. DIAMOND, Peter. **WAAS Network Time Performance Using WRS Data**, *Proceedings of the 31th Annual Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting*. Dana Point, California, Dezembro, 1999, pp. 161-172.
- HONEYWELL. **The Benefits of LPV Approach Operations for the Airline Operator**. Phoenix: Honeywell, 2019. Color.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Annex 6 – Operation of Aircraft**, 2018.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Seventeenth Meeting of the CAR/SAM Regional Planning and Implementation Group**. Disponível em:
<https://www.icao.int/SAM/Pages/GREPECAS17.aspx>. Acesso em: 22 set. 2024.
- KLEPCZYNSKI, William. FENTON, Pat. POWERS, Ed. **Time Distribution Capabilities of the Wide Area Augmentation System (WAAS)**, *Proceedings of the 33th Annual Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting*. Long Beach, California, Novembro, 2001, pp. 111-120.
- LEE, Jiyun. **GPS-Based Aircraft Landing Systems with Enhanced Performance: Beyond Accuracy**. 2005. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Filosofia, Stanford University, Stanford, 2005.
- MARINHO, Daniel. **GBAS: Pouso de Precisão**. 2013. Disponível em:
<https://www.jo.eng.br/index.php/118-news/latest-news/268-gbas-pouso-de-precisao>. Acesso em: 11 set. 2024.
- MARINI-PEREIRA, Leonardo; PULLEN, Sam P.; MORAES, Alison de Oliveira. Reexamining Low-Latitude Ionospheric Error Bounds: An SBAS Approach for Brazil. **IEEE Transactions On Aerospace And Electronic Systems**. [S. L.], p. 674-689. out. 2020. Disponível em:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9219183/authors#authors>. Acesso em: 22 set. 2024.
- MONICO, J. F. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP. 2008.
- NEVES, Gabriel Cavalcanti. **Procedimentos de Aproximação e o Conceito de Aproximação Estabilizada**. 2020. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2020.

PEREIRA, L. M. **O estado da arte do uso do GNSS na aviação civil e os desafios futuros, 2016.**

Disponível em: <http://docplayer.com.br/14388757-O-estado-da-arte-do-uso-do-gnss-na-aviacao-civil-e-os-desafios-futuros.html>. Acesso em: 11 set. 2024.

PEREIRA, Vinícius Amadeu Stuani. **Investigação da Usabilidade do GBAS no Brasil.** 2018. 305 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Cartográficas, Unesp – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2018.

PINHO, Larissa Moreira. **Uso do GNSS na Aviação Civil: Avaliação de Diferentes Estratégias de Processamento nas Fases de Navegação, Aproximação e Pouso das Aeronaves.** 2021. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

SATNAV NEWS. Estados Unidos: Federal Aviation Administration, v. 78, 2024. Disponível em: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/SatNavNews_vol78_Summer_2024_Final.pdf. Acesso em: 22 set. 2024.

SCHEMPP, Tim. **WAAS Development Changes Since Commissioning.** Seoul: Raytheon, 2019. Color.

STANFORD UNIVERSITY (org.). **Development of Satellite Navigation for Aviation.** Stanford: Stanford University, 2009.

STANFORD UNIVERSITY (org.). **Maximizing Aviation Benefits from Satellite Navigation.** Stanford: Stanford University, 2012.

WALTER, Todd; SHALLBERG, Karl; ALTSHULER, Eric; WANNER, William; HUGHES, William J.; HARRIS, Chris; STIMMLER, Robert. **WAAS at 15.** Stanford: Raytheon, 2018. 21 p.

WIKIPEDIA. **Wide Area Augmentation System.** 2024. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_Augmentation_System#Timeline. Acesso em: 22 set. 2024.

INFLUÊNCIA DA ACROBACIA AÉREA NA SEGURANÇA DE VOO

INFLUENCE OF AEROBATICS ON FLIGHT SAFETY

Marina Schuck da Silva¹

RESUMO: Nesta pesquisa discutir-se-á o quanto a habilidade do piloto em colocar e tirar sua aeronave de posições adversas influencia o ambiente aeronáutico atual, em relação a questões de segurança. Serão analisados gráficos e dados de acidentes referentes à perda de controle da aeronave em voo, assim como uma pesquisa feita pela autora para identificar a relação de pilotos com a manobra parafuso. Também serão discutidas as diferenças entre os cursos que possibilitam a execução de treinamentos acrobáticos e a relação destes com a segurança de voo. Dessa forma será possível chegar a uma conclusão que incentive pilotos a terem maior consciência situacional, controle sobre suas aeronaves e conhecimento sobre os limites delas.

Palavras-chave: acrobacia; segurança; treinamento; aviação; consciência situacional.

ABSTRACT: In this research, the extent to which a pilot's skill in maneuvering their aircraft in and out of adverse positions influences the current aeronautical environment, particularly regarding safety issues, will be discussed. Graphs and accident data related to loss of control in flight will be analyzed, as well as a survey conducted by the author with pilots to identify their relationship with the spin maneuver. Differences between courses that enable acrobatic training and their relation to flight safety will also be discussed. This way, it will be possible to reach a conclusion that encourages pilots to have greater situational awareness, control over their aircraft, and knowledge of its limits.

Keywords: aerobatics; safety; training; aviation; situational awareness.

Introdução

Atualmente, muitas pessoas acreditam que a realização de manobras acrobáticas não é algo seguro e que contribui para o aumento dos casos de acidentes. No entanto, os pilotos que dominam as aeronaves em atitudes anormais de voo, contribuem para um aumento na segurança da aviação². Este estudo tem como objetivo elucidar e ilustrar a função da acrobacia aérea na segurança de voo.

Para que seja possível compreender como a acrobacia aérea afeta questões de segurança até mesmo na aviação comercial, é preciso entender como a acrobacia aérea começou. Após o início oficial da aviação, com as aeronaves de Santos Dumont e dos irmãos Wright, alguns eventos importantes foram reportados relacionados a atitudes anormais de voo. A primeira vez que se ouviu falar de uma manobra acrobática foi na Inglaterra, por volta de 1912³. O piloto de testes Fred

¹Aluna do curso de Pilotagem Profissional de Aeronaves na Faculdade EJ, Itápolis, São Paulo. E-mail: maschucks@gmail.com

² GEZA SZUROVY; GOULIAN, M. Basic Aerobatics. [s.l.] McGraw Hill Professional, 1994. p. 131.

³ Acrobacia Aérea: Esporte, Arte, Espetáculo. 2021. p. 09.

Raynham (1893-1954) enquanto voava, entrou de forma acidental em um parafuso (Cf. Anexo A). Ele conseguiu sair dessa situação e voltar para o normal sem saber explicar de que forma fez isso. Um ano depois desse incidente, em 1913, o piloto britânico Wilfred Parke (1889-1912), passou por uma situação bem parecida, contudo, ele descobriu os comandos necessários para tirar o avião dessa manobra⁴. Ambos os pilotos começaram a notar que seria muito importante entender essas atitudes anormais de voo, para que ninguém mais fizesse isso de forma não intencional.

Nesse mesmo período, além da Inglaterra, outros países como a França e a Suíça também começaram a experimentar esses mesmos eventos, de forma que muitas pesquisas surgiram sobre as capacidades do avião e as novas possibilidades de manobra, porém, as autoridades da época ainda consideravam esse tipo de situação perigosa e desconhecida. A partir do dia 1º de setembro de 1913, esse receio começou a mudar, quando Adolphe Pégoud (1889-1915), piloto de testes de Louis Bleriot (1872-1936), colocou seu avião em voo invertido (Cf. Anexo A) de forma acidental e então ejetou-se da aeronave, pois não tinha o conhecimento de que a aeronave poderia continuar voando nessa atitude. Durante sua queda e após aterrissar no chão, Pégoud observou que sua aeronave realizou naturalmente algumas manobras, incluindo um *looping* (Cf. Anexo A). Exatamente oito dias após esse acontecimento, dia 9 de setembro de 1913, bem distante de todos esses acontecimentos, na Rússia, o piloto Pyotr Nesterov (1887-1914) realizou de forma proposital essa mesma manobra, se tornando o primeiro piloto no mundo a fazê-la⁵, apesar de ter sido considerado maluco por muitos.

O ano de 1913 é considerado como a data de nascimento da acrobacia aérea, com Pégoud e Nesterov sendo os primeiros a comandar seus aviões em atitudes anormais de voo. Com o início da Primeira Guerra Mundial em 1914, as manobras já conhecidas foram cada vez mais utilizadas, e muitas novas foram criadas pela necessidade de escapar de seus inimigos durante uma perseguição aérea, dessa forma, os pilotos foram incentivados a explorar e utilizar suas aeronaves completamente⁶. No Brasil, a acrobacia aérea chegou aproximadamente no ano de 1919, com apresentações de pilotos estrangeiros como o Tenente Hoover, mencionado em um artigo de 26 de outubro de 1919, publicado no jornal O Estado de São Paulo (Cf. Anexo B). Nessa época, a

⁴ Acrobacia Aérea: Esporte, Arte, Espetáculo. 2021. p. 10

⁵ *Stunt flying, aviation.*

⁶ Acrobacia Aérea: Esporte, Arte, Espetáculo. 2021. p. 11

relação da segurança durante o voo com as manobras acrobáticas já era comum para muitos entusiastas.

Essas evoluções que parecem à primeira vista meras fantasias ou imprudências, são entretanto de grande utilidade ao aviador [...] quando um aviador devido a uma falsa manobra, a um descuido, ou golpe de vento, acha-se em posição perigosa, se ele conhece e pratica bem as acrobacias, restabelecerá o seu voo com maior facilidade, pois estando habituado a pôr e tirar voluntariamente o seu aeroplano de qualquer posição, não terá dificuldade nem afobamento quando sofrer qualquer desequilíbrio. (Delves, 1919, p.3)

O artigo de Delves evidencia a consciência situacional que as manobras acrobáticas produzem, mesmo na época em que a aviação era uma área inexplorada e o conhecimento não era o mesmo que hoje em dia. A acrobacia, anteriormente essencial para a segurança de voo, perdeu destaque no treinamento dos pilotos devido aos avanços tecnológicos. Atualmente, a aviação acrobática encontra-se em um nicho de esporte, desvinculado do processo principal de instrução. Mas de que forma isso influencia a segurança de voo?

A percepção de perigo associada a essa prática desestimula novos pilotos a aprender manobras acrobáticas, além disso, a dificuldade de acesso a materiais que comprovam a segurança dessas manobras contribui para o desconhecimento. É crucial que todos os pilotos, profissionais ou não, estejam preparados para situações de atitudes anormais de voo, reconhecendo a importância das acrobacias aéreas no treinamento.

No primeiro capítulo serão apresentados os conceitos do treinamento de acrobacia, treinamento de *Upset Recovery*⁷ e as manobras que a Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC) indica a fazer no curso de Piloto Privado (PP) e Piloto Comercial (PC). O intuito deste capítulo é demonstrar as diferenças de cada tipo de treinamento e, dessa forma, quais deles trazem mais benefícios para a habilidade técnica do piloto e consciência situacional.

O segundo capítulo será dedicado à análise da manobra conhecida como parafuso. Neste capítulo, será apresentada a definição técnica dessa manobra, bem como as razões pelas quais ela é considerada perigosa. Será conduzida a análise de uma entrevista online feita pela autora deste trabalho, com pilotos de diferentes idades e áreas de atuação na aviação, abrangendo desde a

⁷ Termo em inglês que, se traduzido literalmente, significa recuperação chateada, ou de estresse. Esse termo vem do nome do curso criado nos Estados Unidos - *Upset, Prevention and Recovery Training* - com intuito de treinar a recuperação e prevenção de manobras que podem ser prejudiciais ao voo se executadas não intencionalmente.

aviação de lazer até a aviação comercial, com o intuito de demonstrar, com base em suas experiências descritas, a importância do treinamento prático.

O terceiro capítulo examinará o conceito de segurança de voo e sua relação com a manobra discutida anteriormente, presente nos cursos mencionados no primeiro capítulo. Serão analisados dados dos últimos dez anos de acidentes, tal como os fatores contribuintes mais comuns. Neste capítulo também será analisado o relatório final de um acidente para que seja possível identificar a relação dele com as manobras acrobáticas.

O presente trabalho foi realizado baseado nos métodos de pesquisa dedutivos e hipotético-dedutivos, levantamento de dados, estudo de caso e pesquisas bibliográficas. Ademais, foram realizadas pesquisas quantitativas e qualitativas.

1 Treinamento de atitudes anormais

Dentro da prática de acrobacias aéreas, existem algumas opções de treinamento para o piloto escolher, principalmente porque no Brasil, assim como em outros países, não se exige uma licença ou certificado que comprove que um piloto está apto a executar manobras acrobáticas, pois se espera que algumas dessas habilidades já sejam adquiridas no curso básico de pilotagem. Dessa maneira, serão apresentadas três possibilidades diferentes de treinar essas habilidades: as manobras já inclusas nos cursos de Piloto Privado e Piloto Comercial; o curso de *Upset Recovery*; e o curso de Acrobacia Aérea.

1.1 Manobras indicadas pela ANAC

Segundo a IS Nº 141-007 Revisão D, capítulo 7.1.1, referente a elementos do curso prático de Piloto Privado (PP), é indicado que o aluno deve ser capaz de reconhecer e evitar os fatores que levam a um estol (Cf. Anexo A) ou parafuso no circuito de tráfego, numa aproximação e em voo de cruzeiro. O estol ocorre com o descolamento da camada limite nas asas, o que pode acarretar perda de sustentação aerodinâmica. Já o parafuso é uma manobra em que o estol ocorre de forma dissimétrica, com uma das asas estolando antes da outra, provocando um movimento de queda e giro ao mesmo tempo. Vejamos o que diz a Instrução:

<p>Unidade 5:</p> <p>(v) voo em velocidades críticas baixas, reconhecimento e recuperação de pré-estol, estol completo e parafuso, quando possível;</p> <p>(vi) voo em velocidades críticas altas e saída de picadas.</p>	<p>Um candidato à licença deve ser capaz de:</p> <p>1) manter o controle adequado da aeronave em velocidades baixas, próximas ao estol;</p> <p>2) reconhecer e recuperar um pré-estol, estol completo e parafuso;</p> <p>2.1) Os estóis devem ocorrer em diferentes configurações da aeronave, em voo reto, em curva e em subida.</p> <p>3) reconhecer e evitar os fatores que levam a um estol ou parafuso no circuito de tráfego, numa aproximação e em voo de cruzeiro;</p> <p>4) reconhecer e recuperar de uma atitude anormal de nariz cabrado, nariz picado, velocidade anormal e grande inclinação;</p> <p>5) reconhecer e recuperar de um mergulho em espiral.</p>
--	--

Fonte: IS Nº 141-007 Revisão D, p. 125

Nesse mesmo capítulo, também é possível observar que a instrução suplementar detalha essa parte do treinamento, especificando que a realização do parafuso é apenas na fase incipiente, o que significa que é um estol de asa (Cf. Anexo A) um pouco mais severo, não chegando a entrar no parafuso propriamente dito. Também é importante ressaltar que o treinamento dessa manobra é obrigatória para aeronaves autorizadas a realizarem o parafuso intencional, sendo proibida em outras aeronaves⁸. Essa é a única manobra acrobática indicada no curso de Piloto Privado.

Tabela 2 - Parte da Instrução Suplementar

13	<p>Prevenção e recuperação de parafusos</p>	<p>1) Cheque de segurança.</p> <p>2) Realização do estol e recuperação do parafuso no estágio incipiente (estol com queda de asa excessiva, cerca de 45 graus).</p> <p>3) Distrações induzidas pelo instrutor durante o estol.</p>
----	---	--

Fonte: IS Nº 141-007 Revisão D, p. 129

No curso de Piloto Comercial (PC), descrito no capítulo 7.2.3, assim como no Piloto Privado, também se tem a necessidade de realizar o parafuso. A diferença deste curso é que além de recuperar do parafuso no estágio incipiente, também há necessidade de realizar a recuperação de parafusos desenvolvidos. Além disso, é obrigatória a realização de manobras de recuperação de atitudes anormais, o que implica na obrigatoriedade da escola ou aeroclube possuir pelo menos uma aeronave capaz de realizar um parafuso intencional para que possua esse tipo de curso⁹.

Tabela 3 - Parte da Instrução Suplementar

⁸ IS Nº 141-007 Revisão D, p. 142

⁹ IS Nº 141-007 Revisão D, p. 165, 166

Unidade 5: (v) voo em velocidades críticas baixas, reconhecimento e recuperação de pré-estol, estol completo e parafuso;	Um candidato à licença deve ser capaz de: 1) manter o controle adequado da aeronave em velocidades baixas, próximas ao estol; 2) reconhecer e recuperar um pré-estol, estol completo e parafuso; 2.1) Os estóis devem ocorrer em diferentes configurações da aeronave, em voo reto, em curva e em subida. 3) reconhecer e evitar os fatores que levam a um estol ou parafuso no circuito de tráfego, numa aproximação, e em voo de cruzeiro;
--	--

Fonte: IS Nº 141-007 Revisão D, p. 150

Tabela 4 - Parte da Instrução Suplementar

8	Recuperação de parafusos desenvolvidos	1) Cheque de segurança e limitações da aeronave. 2) Reconhecimento e identificação da direção do parafuso. 3) Recuperação do parafuso (em consonância ao manual da aeronave). Atenção: este tópico inclui manobras que podem exigir precauções adicionais de segurança. Consulte o guia de manobras da ANAC e aplique as técnicas de gerenciamento de risco apropriadas.
---	--	---

Fonte: IS Nº 141-007 Revisão D, p. 157

Com isso concluímos que, pelas regras da ANAC, um piloto com habilitação de PC deveria ser capaz de recuperar de um parafuso desenvolvido, e um piloto com habilitação de PP deveria ser capaz de recuperar de um parafuso em estágio incipiente. Manobras de reversão - como por exemplo a *chandelle* (Cf. Anexo A) e oito preguiçoso (Cf. Anexo A) - ideais para a consciência situacional, são obrigatórias apenas no curso de Instrutor de Voo¹⁰.

1.2 Upset Recovery

O treinamento de *Upset, Prevention and Recovery*, também conhecido como *Upset Recovery* no Brasil, foi desenvolvido com a finalidade de realizar o treinamento de prevenção e recuperação em caso de perda de controle da aeronave. Este curso não é previsto em normas da ANAC e não é obrigatório no Brasil, ele foi estabelecido nos Estados Unidos da América pela Administração Federal de Aviação - Federal Aviation Administration (FAA) e é aplicado aqui no Brasil, portanto, cada escola de aviação e aeroclube tem autonomia para determinar quais manobras serão realizadas e a quantidade de horas requeridas. A maior parte dos programas de *Upset Recovery* no Brasil baseia-se na AC 120-111, que foi publicada pela FAA. Frequentemente,

¹⁰ IS Nº 141-007 Revisão D, p. 220

o curso sofre alterações dependendo do professor contratado para ensiná-lo, desde que haja um acordo mútuo com a instituição.

Para fim de comparação, já que o curso varia de acordo com a escola, serão analisadas 2 escolas diferentes que oferecem o curso de *Upset Recovery*: EJ Escola de Aviação e Sierra Bravo. Segundo o site da instituição EJ, o curso de *Upset Recovery* consiste em 4 horas de voos totais, sendo dividido geralmente em 6 voos de 40 minutos cada. As manobras executadas são: desorientação espacial (Cf. Anexo A); *chandelle*; oito preguiçoso; curvas de grande inclinação; parafuso e recuperação de atitudes anormais (Cf. Anexo A). Lembrando que essas informações são apenas uma base, pois isso pode variar de acordo com o instrutor.

O curso da Sierra Bravo, segundo seu site, é constituído de 3 horas de voo, sendo 3 voos de 1 hora cada. É possível encontrar na página, as manobras executadas nesse curso, sendo elas: desorientação espacial; *chandelle*; oito preguiçoso; curvas de grande inclinação; cruzamento de comandos em baixa velocidade; *pizza* (Cf. Anexo A); estol; parafuso; recuperação de atitudes anormais e caso o aluno queira, para finalizar, acompanhar o instrutor em *looping* (Cf. Anexo A) e tunô (Cf. Anexo A). Ambos os cursos são ministrados na aeronave Cessna 152 (Aerobat).

1.3 Curso Acrobático

O treinamento de acrobacia no Brasil é diversificado, estando disponível em escolas de aviação, aeroclubes, com instrutores particulares ou em projetos coletivos. Por existirem muitas opções, é fácil encontrar um programa adequado, cada um com diferentes aviões e focos, seja para segurança, competição ou lazer. Diferente do curso de *Upset Recovery*, que não permite voos acrobáticos solo, o treinamento de acrobacia capacita o piloto para tal. Além disso, muitos desses cursos incluem treinamentos de voo de dorso (Cf. Anexo A), aspecto crucial, já que os comandos se invertem nessa posição e isso confunde o piloto.

Para compararmos alguns exemplos, serão analisadas duas instituições de voo que apresentam esse curso: EJ Escola de Aviação e ACRO. O treinamento da EJ, segundo seu site, consiste em 5 horas de voo, sendo executadas as seguintes manobras: *looping*, tunô, subidas e descidas de 45 graus, *hammerhead* (Cf. Anexo A), meio oito cubano (Cf. Anexo A), parafusos e gerenciamento de energia. Já na ACRO, de acordo com o site da instituição, o piloto pode voar após 10 horas de voo, sendo que durante esse tempo, devem ser realizados(as): reversão (Cf. Anexo

A), oito preguiçoso, *chandelle*, tunô, *looping*, oito cubano (Cf. Anexo A), tunô de 4 tempos (Cf. Anexo A), *Immelman* (Cf. Anexo A), oito cubano reverso (Cf. Anexo A), *hammerhead*, *split-s* (Cf. Anexo A), parafuso e voo de dorso.

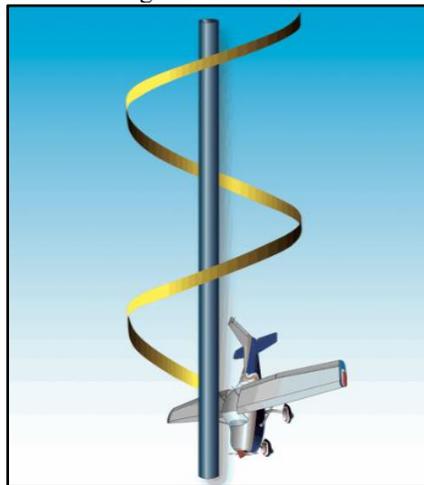
2 Parafuso

O parafuso é uma manobra acrobática bem conhecida na aviação, particularmente notória por ser a causa de inúmeros acidentes quando realizada de forma não intencional. É crucial analisar diversos fatores relacionados a esta manobra, incluindo as causas que levam um avião a entrar nesta atitude, as estratégias para evitar sua execução acidental, e os motivos pelos quais ela se torna extremamente perigosa nestas circunstâncias¹¹.

2.1 Fatores contribuintes para entrada no parafuso e como evitá-la

Para a execução de um parafuso, é fundamental que as asas da aeronave estejam sem sustentação, ou seja, tenham excedido o ângulo de ataque crítico, e que haja uma aplicação excessiva do pedal, causando uma derrapagem. Nessa situação, uma das asas fica mais rápida que a outra, resultando em um excesso de sustentação e arrasto na asa mais rápida. Esse excesso provoca o estol mais profundo na asa mais lenta e ela estola enquanto a outra ainda produz um pouco de sustentação¹².

Figura 1 - Parafuso



¹¹ ROBSON, D. Skydancing. [s.l.] Aviation Supplies & Academics, 2000. p. 46

¹² GEZA SZUROVY; GOULIAN, M. Basic Aerobatics. [s.l.] McGraw Hill Professional, 1994. p. 132

Fonte: What is a Flat Spin and How To Recover It - Aero Corner.

É fundamental destacar que o estol não ocorre apenas em baixas velocidades; ele é principalmente causado por um ângulo de ataque excessivo que ultrapassa o ângulo crítico - aquele no qual a asa gera máxima sustentação - independentemente da velocidade do avião. Portanto, as condições ideais para que a aeronave entre em parafuso incluem um ângulo de ataque elevado combinado com uma guinada excessiva e na maioria das vezes uma velocidade baixa¹³.

Considerando esses fatores, a melhor forma para evitar entrar em um parafuso não intencional, é manter o controle direcional do avião, sempre coordenando as curvas de forma a não derrapar ou glissar. Esse treinamento é executado nos cursos de PP e PC, mas é muito mais acentuado em outros cursos, como por exemplo no curso de planador¹⁴. Outra forma de evitar essa manobra inadvertidamente é saber identificar quando a aeronave vai entrar em uma condição de estol, para que assim seja possível diminuir o ângulo de ataque (Cf. Anexo A) rapidamente, e isso pode ser feito a partir do treinamento prático desta manobra, em algum dos cursos mencionados no primeiro capítulo.

2.3 Análise da entrevista

A entrevista foi realizada para que fosse possível analisar o ponto de vista de pilotos de diversas áreas da aviação, em relação a execução da manobra parafuso. Os pilotos entrevistados responderam a um questionário *online* feito no *Google Forms*, encaminhado por grupos ou conhecidos no *Whatsapp*. O objetivo era alcançar o máximo de pessoas em um período de 2 meses - tempo que ficou aberto para respostas.

De acordo com as respostas da entrevista (Cf. Anexo C), a maioria dos entrevistados não atua profissionalmente na aviação, tendo a aviação apenas como lazer, seguido por pilotos de linha aérea, pilotos executivos e instrutores de voo. De todos que participaram, mais de 70% se interessaram por executar a manobra antes de possuir a licença de PP, e os motivos variam desde a obrigatoriedade na época em que realizaram o curso de Piloto Privado, segurança ou por interesse em acrobacia como um esporte.

¹³ SKYBRARY Aviation Safety, Spin.

¹⁴ Quality Fly. Why gliding makes you a better airline pilot?

Todos os pilotos entrevistados responderam que consideram importante o treinamento dessa manobra para sua área de atuação. Quando perguntados o porquê, dentre muitas respostas, a grande maioria citou que é importante para conseguir sair do parafuso caso ocorra de forma acidental ou, então, para não entrar na manobra de forma acidental. Algumas respostas se destacaram, como por exemplo:

A importância de reconhecer as características de um pré stall e sequencialmente um parafuso economiza um tempo precioso para a recuperação dessa atitude Não nivelada. Acredito que o susto aumente facilmente uns 3 a 4 segundos o tempo de reação, já atestado algumas vezes durante a instrução de alunos de planador. No caso de alunos treinados nessa manobra, o tempo de reação é pouco menos de 0.5 segundos. A proficiência comprovada no impedimento da entrada do parafuso diminui o stress e workload do instrutor garantidamente. Fora um melhor comportamento dos alunos em uma curva base ou de base para a final, caso eventualmente overshoot o eixo da pista.

O parafuso é ocorre devido à uma série de fatores, que quando conjugados, incidem na manobra. Assim, um piloto que não foi treinado para isso, faltará de conhecimento de tais fatores. Por isso, ele vai entrar em condições proeminentes para a entrada do parafuso sem saber. Existem diversos acidentes em que uma das falhas ativas foi a entrada do parafuso durante a curva da base para a final. Interessantemente, um fator comum dentre a maioria dessas ocorrências é o startle effect, uma vez que o piloto sem treinamento não espera entrar em parafuso e congela.

Mais de 90% dos participantes já realizaram essa manobra, sendo 30,3% com um instrutor particular e 15,2% no curso de Upset Recovery, junto com 15,2% também que realizaram no curso de Piloto Privado. Demais participantes responderam que fizeram sozinhos ou no curso de Piloto Comercial.

Por último, foi perguntado para os pilotos participantes como foi sua experiência realizando a manobra pela primeira vez. Os relatos são variados, alguns falaram que por conta do treinamento não sentiram dificuldade e alguns relataram diversas formas de surpresa no momento da execução, mesmo estando preparados para executar a manobra:

A primeira vez que entrei em parafuso, entrei justamente no startle effect, mesmo com os inputs verbais do Marcelo.

Em minha perspectiva, para quem não foi treinado, os seguintes fatores humanos estão presentes: Desorientação Espacial, Desconfiança nas habilidades, Congelamento, Sobrecarga de carga de trabalho e Confusão das prioridades para o voo.

Apesar da manobra ter sido executada com sucesso, a sensação do primeiro parafuso é desconcertante. Apesar de saber o que vai acontecer, a velocidade com que acontece e a falta de referências acaba assustando.

Nas primeiras vezes me senti desorientada, mas consegui controlar a manobra com comando verbal do instrutor. Estudar a teoria da manobra antes de executar é primordial pra compreender o que se vai fazer. Até hoje em dia a manobra me desorienta no sentido de conseguir parar o parafuso na proa desejada, pois os giros são rápidos e são vários parâmetros pra olhar de uma só vez. Importante realizar o treinamento dessa manobra com bastante altura sobrando, pois a sensação do chão se aproximando rapidamente pode assustar e desconcentrar para o controle que precisa ser aplicado. É uma manobra contra intuitiva de acordo com o que aprendemos desde o início, mas é justamente por isso que ela expande nossa visão sobre o voo e, quando dominada, aumenta nossa confiança como piloto.

A primeira vez que fiz, me assustei e demorei 3.5 voltas para recuperar ainda houve a intervenção nos comandos do instrutor que estava me auxiliando. De fato, durante a manobra esse instrutor foi "cantando" em voz alta a quantidade de voltas que fomos fazendo. O plano era ter feito apenas 1.5 voltas. A desorientação foi grande e mesmo ouvindo as palavras, não consegui acompanhar espacialmente o movimento, gerando a intervenção citada anteriormente.

Após algumas instruções adequadas de um amigo instrutor o meu primeiro parafuso sozinho foi muito tranquilo e sem sustos. Hoje em dia eu faço muita questão de ensinar essa manobra para alunos e pilotos. Acho importante descrever uma passagem de uma instrução que eu realizei para um piloto formado. O momento que ele se assustou não foi na entrada ou durante o giro, foi na recuperação, uma vez que a atitude do planador foi bastante pronunciada para baixo e, nas palavras dele "nunca viu o nariz apontando para o chão".

Particularmente Acho uma pena que a grande maioria de escolas e aeroclubes não estejam ensinando mais. No meu curso de PP não foi passado essa manobra. Entendo que a idade dos avioes ou os abusos que eles sofreram durante os anos deixem os instrutores e administradores dessas escolas um pouco preocupados com os esforços gerados na aeronave mas é primordial para uma boa instrução a realização de parafusos. Dessa forma, eu me esforço para ensinar a maioria dos alunos que eu posso uma vez que a máquina permita.

2.2. Consequências da entrada não intencional

Goulian e Szurovy (1994, p.132) afirmam que o maior perigo associado à manobra de parafuso não é a execução em si, mas sim a perda de altitude relacionada a ela. Esse risco se torna particularmente elevado quando o piloto não consegue recuperar rapidamente a atitude normal da aeronave, uma situação muito mais comum em parafusos involuntários. Em muitos acidentes, a entrada não intencional em parafuso ocorreu em altitudes baixas, onde, mesmo que o piloto tenha as habilidades necessárias para sair do parafuso, não há tempo suficiente para fazê-lo com segurança.

Os autores também mencionam que, quando uma das asas estola antes da outra, se o piloto não reconhecer a situação como uma precursora de parafuso, ele pode tentar corrigir a atitude da aeronave utilizando o aileron. Esta ação pode agravar a situação, levando a aeronave a entrar em um parafuso chato. O parafuso chato (Cf. Anexo A) é uma variação particularmente perigosa do parafuso normal, pois não é uma manobra que recebe treinamento frequente (Goulian e Szurovy, p. 133).

Eles enfatizam que a falta de treinamento específico para reconhecer e corrigir estas situações pode resultar em um aumento significativo no risco durante o voo. A situação se complica ainda mais quando os pilotos não têm a experiência ou os reflexos necessários para lidar com tais emergências de maneira eficaz e imediata. (Goulian e Szurovy, p. 133)

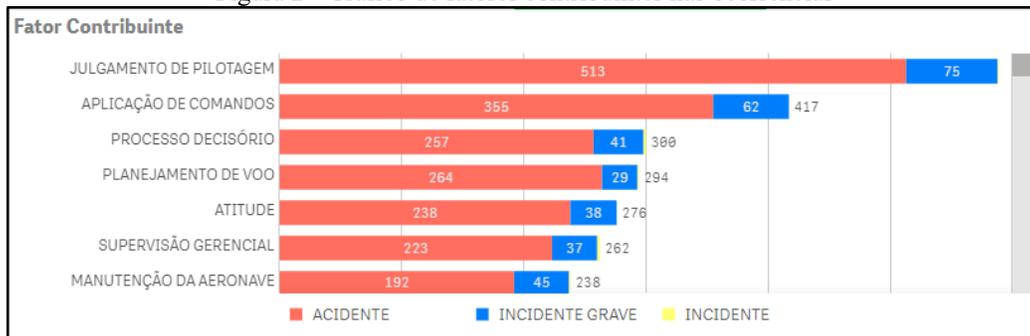
3. Segurança de voo

Atualmente, o conceito de segurança de voo é bastante abrangente, pois considera todos os aspectos que influenciam a segurança na operação da aeronave, tanto dentro dela quanto fora¹⁵. O maior objetivo de todos os estudos que possuem relação com esse assunto é, de uma forma geral, reduzir a quantidade de acidentes e incidentes o máximo possível, portanto, é interessante analisar e registrar todas as ocorrências recentes para que seja possível estabelecer formas de melhorar os pontos que necessitam¹⁶, e o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) é o órgão responsável por executar essa tarefa.

3.1 Análise de ocorrências

Acessando o site do Painel Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), é possível obter gráficos e relatórios de acidentes dos últimos dez anos, dessa forma, conseguimos analisar quais os fatores contribuintes mais comuns em ocorrências, quais tipos de ocorrências são mais comuns e quais áreas da aviação possuem mais acidentes, incidentes graves ou incidentes. Além disso, também é possível acessar relatórios finais de acidentes.

Figura 2 - Gráfico de fatores contribuintes nas ocorrências

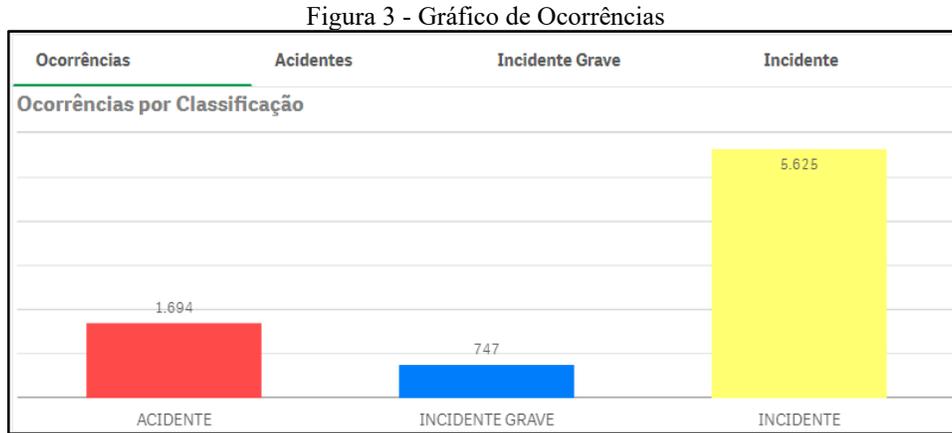


Fonte: Painel SIPAER

¹⁵ Agência Nacional de Aviação Civil. A Segurança de Voo no Sistema de Aviação Civil.

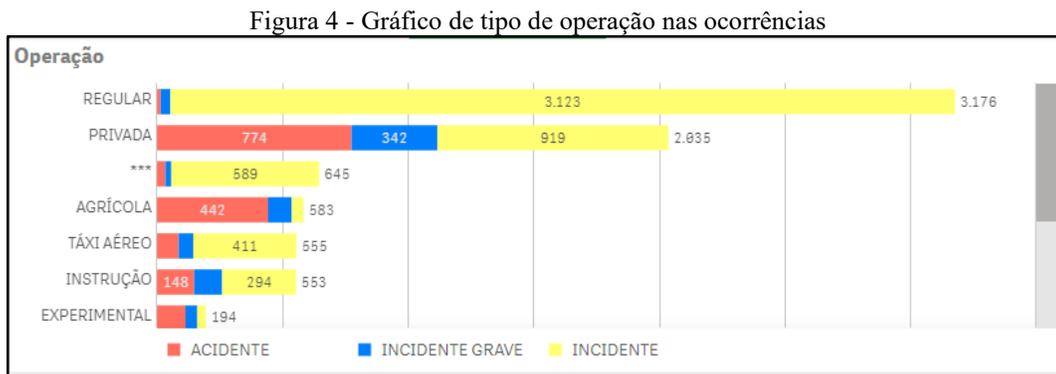
¹⁶ KOCH, S. Sergio Koch - Filosofia da Segurança de Voo.

Na imagem, nota-se que mais da metade dos fatores contribuintes estão relacionados com o julgamento do piloto, habilidade técnica de pilotagem e consciência situacional. Outra informação interessante é que a maioria das ocorrências na aviação nos últimos dez anos trata-se de incidentes, seguido de acidentes, como é possível definir a partir do seguinte gráfico:



Fonte: Painel SIPAER

Além disso, existe uma discrepância muito grande no tipo de operação em relação ao tipo de ocorrência, onde se encontram a maior parte dos acidentes em aeronaves privadas ou agrícolas, enquanto a operação aérea regular é responsável pela maior parte de casos de ocorrências do tipo incidentes.

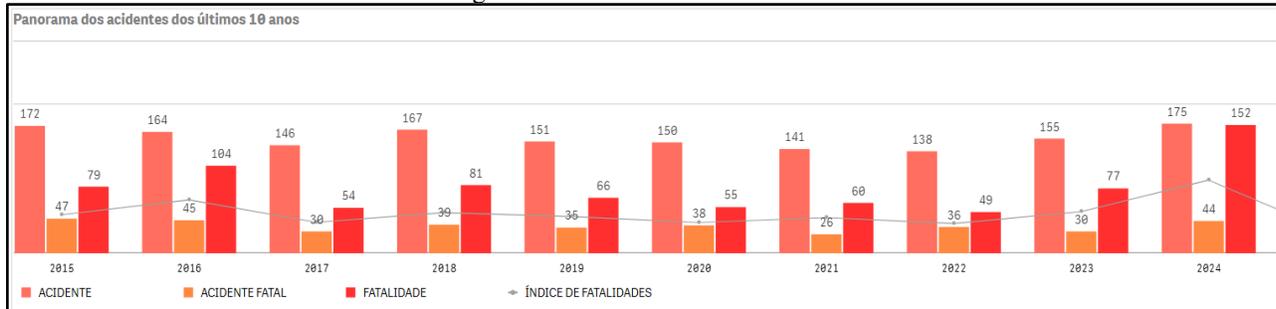


Fonte: Painel SIPAER

A avaliação desses gráficos é crucial para estabelecer diretrizes de segurança, que têm a função de prevenir que acidentes ocorridos no passado se repitam no futuro. Atualmente, a

segurança dos voos no Brasil é fortemente dependente dessas análises e registros. Embora de 2015 a 2022 o número de ocorrências tenha diminuído, no ano de 2024 ele aumentou de forma significativa, como é possível analisar no gráfico a seguir. É de suma importância evitar que esse número volte a aumentar, para que a aviação seja cada vez mais segura.

Figura 5 - Gráfico de ocorrências



Fonte: Painel SIPAER

3.2 Acidente de aeronave agrícola

As informações deste capítulo serão baseadas no Relatório Final A-133/CENIPA/2022 publicado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). É importante ressaltar que a escolha desse acidente para análise se dá pelo fato de a aeronave estar realizando uma operação normal e, durante a curva de reposicionamento conhecida como “balão”, o piloto perdeu controle da aeronave (2022, p. 3) e, no final do relatório, pode-se concluir que houve a entrada não-intencional em parafuso.

Segundo o relatório do acidente, foi constatado que o piloto tinha experiência com a operação agrícola e a aeronave estava dentro dos limites, assim como estava com o Certificado de Aeronavegabilidade válido (2022, p. 7). A aeronave possuía um sistema de navegação da aeronave, e seus dados foram analisados pelo Laboratório de Análise de Dados de Gravadores de Voo (LABDATA) do CENIPA (2022, p. 11). De acordo com as análises, o piloto realizou as quatro últimas curvas de reversão antes do acidente com uma atitude muito elevada, incomum para a situação, junto com a elevada inclinação da asa na curva, e à perda de velocidade no topo da reversão (2022, p. 14).

No relatório também foi apresentada uma seção apenas para descrever e explicar sobre o parafuso, como evitá-lo e como recuperar dessa atitude, indicando que a aeronave enquanto estava

na curva de reversão, inadvertidamente entrou em um parafuso ocasionado pelo erro do piloto ao aplicar os comandos e ao julgar a situação, além de estar realizando a aplicação utilizando o flap na posição 10°, o que também não faz parte da operação padrão (2022, p. 19).

Como análise final do acidente, apesar de o piloto ter experiência nessa operação e ter as licenças e habilitações necessárias, ele não possuía o julgamento necessário para perceber que seu avião poderia entrar em parafuso caso aumentasse o ângulo de subida e a inclinação em um balão (2022, p. 21). Além disso, é possível ressaltar que apesar de reconhecer os acontecimentos do acidente, não há quaisquer tipos de recomendações de segurança ou ações corretivas e preventivas adotadas (2022, p. 22).

Considerações finais

Neste último capítulo, realizamos uma revisão abrangente dos principais objetivos e resultados obtidos ao longo deste estudo. Buscamos explorar e compreender como a acrobacia aérea pode influenciar a segurança de voo, destacando pontos cruciais que foram revelados ao longo da pesquisa. Os dados e análises apresentados permitiram identificar diversas implicações relevantes que serão discutidas a seguir.

Atualmente, o fator humano é reconhecido como um dos principais causadores de acidentes aéreos, estando diretamente ligado à habilidade do piloto de manter a consciência situacional necessária para realizar manobras adequadas em situações anormais. Através do desenvolvimento deste trabalho, ficou evidente que essa consciência situacional pode ser significativamente aprimorada através da prática de acrobacias aéreas. Pilotos que se dedicam a este tipo de treinamento desenvolvem uma maior familiaridade e competência em controlar a aeronave sob condições extremas, aumentando assim a margem de segurança durante o voo, porque praticam constantemente em situações que exigem uma resposta rápida e alta consciência situacional.

Outro ponto importante ressaltado neste estudo é a vulnerabilidade dos pilotos que possuem apenas a licença de Piloto Privado e voam de forma casual. Esses pilotos estão em maior risco de não reconhecerem uma situação que precede um parafuso, visto que não têm acesso ao mesmo nível de treinamento que um piloto profissional. A análise de acidentes dos últimos anos indica que a aviação privada e agrícola são especialmente suscetíveis a acidentes, reforçando a necessidade de uma formação mais robusta e abrangente.

Adicionalmente, observamos que a prática de manobras acrobáticas, quando realizada em um ambiente controlado e com a supervisão de um instrutor qualificado, não só é segura, como traz inúmeros benefícios para a segurança de voo. Este treinamento melhora significativamente a habilidade técnica dos pilotos, preparando-os melhor para enfrentar situações de emergência. Como vimos no acidente analisado, a falta de familiaridade com a manobra e falta de consciência situacional do piloto no momento antecedente a entrada no parafuso custou sua vida. Portanto, a acrobacia aérea deve ser incentivada desde o início da formação de um piloto, não apenas como uma atividade esportiva, mas como um recurso valioso para a promoção da segurança aérea.

Em conclusão, a implementação de programas de treinamento acrobático pode ter um impacto profundo na redução de acidentes aéreos, ao equipar os pilotos com as habilidades e a confiança necessárias para manejar a aeronave com precisão em situações críticas. Este estudo ressalta a importância de incorporar a acrobacia aérea nos currículos de formação de pilotos, promovendo assim uma cultura de segurança e excelência na aviação.

Referências Bibliográficas

Acrobacia Aérea: Esporte, Arte, Espetáculo. **Almanaque comemorativo dos 10 anos do CBA**, 2021. ISBN 978-65-00-33716-7.

Agência Nacional de Aviação Civil. **A Segurança de Voo no Sistema de Aviação Civil**. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/segvoo/historico.asp>. Acesso em 10 out. 2024.

ACRO Brasil, **Cursos**. Disponível em: <https://www.acrobrasil.com.br/a-acro/cursos/>. Acesso em: 15 set. 2024.

BRASIL, Ministério da Defesa, Relatório Final **A-133/CENIPA/2022**, de 18 de nov. 2022.

BRASIL, Ministério dos Portos e Aeroportos, **IS N° 141-007** Revisão D Aprovada pela Portaria no 13.686/SPL, de 24 de janeiro de 2024. [s.l: s.n.]. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-141-007/@@display-file/arquivo_norma/IS_141_007D%20\(retificado\).pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-141-007/@@display-file/arquivo_norma/IS_141_007D%20(retificado).pdf). Acesso em: 10 jul. 2024.

CARSON, Anette. **Flight Fantastic: Illustrated History of Aerobatics**. Haynes Publishing, United Kingdom, 1986.

CLAIBORNE, Matt. Aero Corner. **What is a Flat Spin and How To Recover It**. Disponível em: <https://aerocorner.com/blog/flat-spin/>. Acesso em: 28 out. 2024.

EJ Escola de Aviação Civil, **Curso de Acrobacia Aérea**, Cursos para Piloto. Disponível em: <https://www.ej.com.br/cursos-para-piloto/curso-acrobacias>. Acesso em: 15 set. 2024.

EJ NEWS – Revista Acadêmica da EJ Faculdade de Aviação Civil – Itápolis/SP - v. 1, n. 1, 2025, p. 135-151.
DOI: <https://doi.org/10.63656/0g9bfs06> –ISSN - 3085-7678 (online)

EJ Escola de Aviação Civil, **Curso de Upset Recovery**, Cursos para Piloto. Disponível em:
<https://www.ej.com.br/cursos-para-piloto/curso-de-manobras-de-confianca>. Acesso em: 15 set. 2024.

Escola de aviação Sierra Bravo, **UPSET RECOVERY**. Disponível em:
<https://www.sierrabravo.com.br/especializacao/upset-recovery/>. Acesso em: 15 set. 2024.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, Departamento de Transporte, **AC 120-111 CHG 1 Ed Upd 3**, de 4 de janeiro de 2017. Disponível em:
https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-111_CHG_1_Ed_Upd_3.pdf. Acesso em: 16 set. 2024.

GEZA SZUROVY; GOULIAN, M. **Basic Aerobatics**. [s.l.] McGraw Hill Professional, 1994.

KOCH, S. Sergio Koch - **Filosofia da Segurança de Voo**. Disponível em:
<https://sites.google.com/site/invacivil/seguranca-de-vo-1/seguranca-de-vo>. Acesso em: 23 out. 2024.
Painel Sipaer, Ocorrências Aeronáuticas na Aviação Brasileira. **Panorama**. Disponível em:
<https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/Sipaer.html>. Acesso em: 22 out. 2024.

Painel Sipaer, Ocorrências Aeronáuticas na Aviação Brasileira. **Acidentes**. Disponível em:
<https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/acidentes.html>. Acesso em: 22 out. 2024.

Quality Fly. **Why gliding makes you a better airline pilot?** 2022. Disponível em:
<https://www.qualityfly.com/why-gliding-makes-you-a-better-airline-pilot/>. Acesso em: 20 out. 2024

ROBSON, D. **Skydancing**. [s.l.] Aviation Supplies & Academics, 2000.

SALES, Alexandre. **Prático de Piloto Privado 12**. Disponível em: <https://canalpiloto.com.br/pratico-de-piloto-privado-12/>. Acesso em: 28 out. 2024.

SKYBRARY Aviation Safety, **Spin**. Disponível em: <https://skybrary.aero/articles/spin>. Acesso em: 7 out. 2024.

SKYBRARY Aviation Safety, **Stall**. Disponível em: <https://skybrary.aero/articles/stall>. Acesso em: 7 out. 2024.

Stunt flying, **aviation**. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/stunt-flying>. Acesso em: 7 out. 2024.

ANEXO A - Glossário

Ângulo de ataque - Ângulo entre a linha de corda média da asa e o vento relativo.

Atitudes anormais - Qualquer situação de voo que difere do voo reto e nivelado.

Chandelle - Manobra que consiste na aeronave realizar uma curva de 180° enquanto sobe, terminando em uma velocidade baixa, maior altitude e com a proa contrária do que estava.

Coordenação - Manobra que consiste em realizar movimentos de rolagem com uma asa de cada vez, mantendo a aeronave no eixo, sem perder a proa ou variar a altitude.

Desorientação espacial - Manobra na qual o instrutor pede para o aluno fechar os olhos e coloca a aeronave em uma atitude anormal. Após isso, pede para o aluno abrir os olhos e retornar a aeronave ao reto e nivelado.

Estol - É uma condição aerodinâmica que ocorre quando o fluxo de ar sobre as asas do avião é interrompido, resultando na perda de sustentação. Especificamente, um estol ocorre quando o ângulo de ataque excede o crítico da asa. É possível exceder o ângulo crítico em qualquer velocidade, em qualquer atitude e em qualquer configuração de potência.

Estol de asa - Manobra na qual você provoca o estol em uma das asas, fazendo ela cair em um movimento de curva.

Hammerhead - Manobra que consiste em colocar o avião em uma posição de 90° ascendente. Após isso, quando a aeronave estiver prestes a parar de subir, o piloto comanda o avião para que ele gire no eixo, levando assim a aeronave a descer com 90° e então retornar ao reto e nivelado.

Immelman - Manobra em que o piloto executa metade de um Looping, e quando chega na posição de dorso, desvira a aeronave, terminando a manobra com a proa contrário da qual começou.

Looping - Manobra na qual o piloto faz a aeronave executar uma volta completa de 360° verticalmente, formando o desenho de um círculo no ar.

Meio oito cubano - Metade de um Oito Cubano completo.

Oito cubano - Essa manobra consiste no piloto realizar o desenho do infinito no céu. Ele começa a manobra fazendo um Looping e quando está no terceiro quarto do looping, mantém a linha de 45° no dorso, coloca a aeronave para a posição normal ainda em 45° e então executa o mesmo novamente.

Oito cubano reverso - Consiste em um Oito cubano, mas o piloto começa fazendo 45° e depois executa o Looping.

Oito preguiçoso - Manobra também conhecida como sendo uma sequência de duas reversões.

Parafuso - É uma manobra em que o estol ocorre de forma dissimétrica, com uma das asas estolando antes da outra, provocando um movimento de queda e giro ao mesmo tempo.

Parafuso chato - O parafuso chato é uma condição de voo que ocorre quando uma aeronave entra em um parafuso mas não gira com o nariz em direção ao chão. A rotação plana acontece quando o centro de gravidade muda muito para trás (em direção à cauda) e a rotação da aeronave se torna mais horizontal.

Pizza - Segmentação dos oitavos de um Looping para que seja possível identificar todas as posições.

Reversão - Nessa manobra o piloto começa da mesma forma que a Chandelle, porém, ao invés de terminar ela mais alta, o piloto deixa o nariz do avião descer e nivela após isso.

Split-s - Nesta manobra o piloto começa com o avião nivelado, gira a aeronave para ela ficar nivelada de dorso e então executa metade de um looping para baixo.

Tunô - Manobra que consiste na aeronave realizar um giro completo de rolagem no eixo em que está voando

Tunô de 4 tempos - É um giro completo de rolagem porém executando uma leve pausa a cada quarto do giro.

Voo de dorso - Posição na qual a aeronave se encontra voando reto e nivelado só que de cabeça para baixo.

Voo invertido - Outra forma de denominar o voo de dorso.

ANEXO B – Artigo sobre acrobacias aéreas de 1919

O ESTADO DE S. PAULO - DOMINGO, 27 DE OUTUBRO DE 1919

AVIAÇÃO

Acrobacias Aéreas

As interessantes demonstrações do tenente Hoover
 — Uma iniciativa do "Estado"

Graças ao destemido aviador americano, tenente Hoover, antigo instructor dos nossos aviadores navais, S. Paulo tem assistido pela primeira vez as interessantes acrobacias aéreas, "loopings", "virlles", queda na asa etc.

Essas evoluções, que parecem à primeira vista inférras fanfarras de imprudências, são entretanto de grande utilidade ao aviador, sendo além de tudo a alma do combate aéreo.

Com essas manobras rápidas e precisas que um aviador muda instantaneamente de direcção, ataca ou evita o adversário, reme um combate em condições desvantajosas ou corta a retirada do inimigo.

Frank e o saudoso Derra, exímios acrobatas, tiveram tanto partido das suas evoluções que rarissimamente o seu avião despenhava-se do alto da baía.

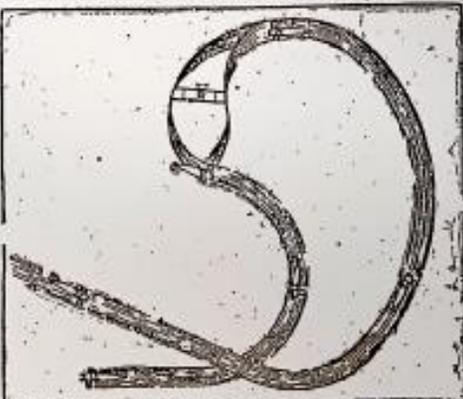
Quando um aviador devido à uma falsa manobra, à um descuido, ou golpe de vento, acha-se em posição perigosa, se elle conhece a pratica bem as acrobacias, restabelecerá o seu vôo com a maior facilidade, pois estando habituado a subir e tirar voluntariamente o seu aeroplano de qualquer posição, não terá difficuldade nem aboramento quando soffrer

qualquer desequilíbrio no vôo; elle agirá com toda a calma e sangue frio, porque tem confiança em si e sabe que pode restabelecer-se novamente, seja qual for a posição do aparelho.

Para que os nossos leitores possam apreciar melhor os vôos do audacioso aviador americano, que se tem mostrado um acrobata consumado, e perfeitamente senhor de sua arte, vamos descrever as principaes acrobacias aéreas.

O "Looping-the-loop" que quasi todo mundo já conhece consiste em empinar o aeroplano, que toma a posição vertical, continuar o vôo sobre o dorso com as rodas para o ar e tornar a descer completando um vasto círculo vertical.

A "Virlle", que os carteiros ao ver e captido Lafayette exultam, annulidaram de "piratas" é uma das mais emocionantes e difficéis das acrobacias. Consiste em soltar o aeroplano de cabeça para baixo e girando sobre si mesmo, cahir completamente desamparado num verdadeiro redondo. Uma grande porcentagem dos desastres do aviação é causada pela "virlle", que muitas vezes o piloto não pôde dominar.



O "looping-the-loop" combinado com o "roll-over".

O "Fouetté" é uma virlle em sentido horizontal, isto é, o aeroplano voando horizontalmente gira sobre si mesmo transformando-se numa verdadeira hélice, por assim dizer.

O "S" uma das primeiras acrobacias criadas pelo famoso Pégoud, consiste em pizar o aparelho, descendo na vertical, virar sobre o dorso voando com as rodas para cima, exaggerar essa manobra até tornar novamente a posição vertical e depois ao vôo normal, descrevendo no espaço um "S" gigantesco.

"A volta de Immelmann", a habil manobra com a qual o celebre aviador allemão abateu tantos inimigos, consiste em virar o aeroplano de rodas para o ar e mudar instantaneamente de direcção, por uma volta no plano vertical.

Atendendo gentilmente a um pedido do tenente Hoover, digno emulo desses aviadores celebres, vou — para o nosso publico melhor comprehender as explicações que damos acima — expozitar essas acrobacias, amanhã, caso o tempo permitta, no Jardim America, ás 17 horas, logo depois do jogo de "football", entre o Paulistano e Mackenzie.

Essa demonstração será feita na seguinte ordem:

- 1.º — "Looping-the loop".
- 2.º — Queda na asa.
- 3.º — Volta de Immelmann.
- 4.º — "Hial", parando completamente o motor.
- 5.º — Vôo de rodas para o ar.
- 6.º — "Folha morta".
- 7.º — "Virlle" (Parafuso).
- 8.º — Espiral com curvas na vertical.

DALPES.

ANEXO C – Entrevista no Google Forms

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ESTUDO - Conhecimento geral de pilotos sobre “parafuso”

OBJETIVOS - Juntar dados para a minha pesquisa

JUSTIFICATIVA – Entender como a comunidade aeronáutica pensa sobre essa manobra acrobática

METODOLOGIA APLICADA - Pesquisa quantitativa e qualitativa

PESQUISADOR RESPONSÁVEL – Marina Schuck da Silva

ORIENTADOR – Prof. Esp. Leonardo Araújo Alesson

CONTATO PARA ESCLARECIMENTOS - (16) 997202031

CURSO - Pilotagem Profissional de Aeronaves

Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil - Itápolis/SP

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa acima. O documento a seguir contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Caso não queira participar, não há problema.

Neste formulário online há 8 questões objetivas e discursivas, divididas em 3 seções, que deverão ser respondidas até o dia 25/10/2024. A precisão de sua resposta é imprescindível para a qualidade da pesquisa.

Você não será remunerado, uma vez que sua participação é voluntária.

O pesquisador garante e se compromete com o sigilo e a confidencialidade de todas as informações fornecidas por você para este estudo, segundo a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei 13.709/18). Os dados obtidos durante a pesquisa são confidenciais e não serão usados para outros fins.

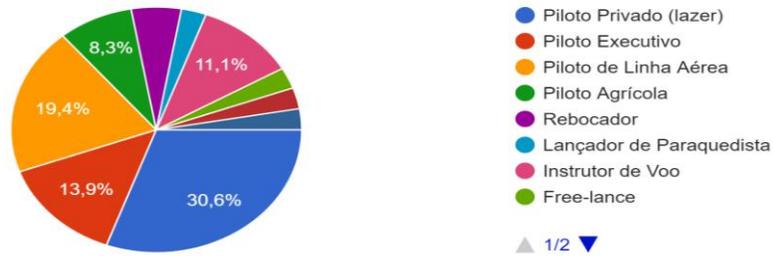
CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Eu, ao enviar este formulário, concordo e autorizo o processamento dos dados que fornecerei voluntariamente. Tenho ciência de que o estudo visa reunir dados de pilotos que serão analisados

por parte do aluno-pesquisador e inseridos no Trabalho de Conclusão de Curso (artigo acadêmico) da instituição. Comprometo-me em responder honestamente às questões propostas.

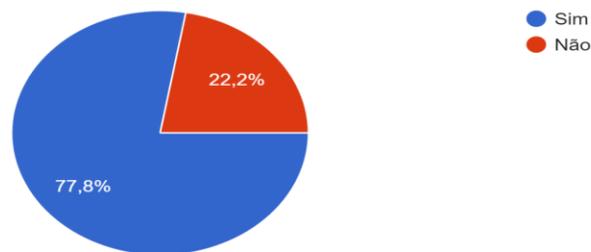
Qual é sua aérea de atuação na aviação atualmente?

36 respostas



Antes de obter sua carteira de Piloto Privado, você teve algum tipo de interesse em realizar a manobra "parafuso"?

36 respostas



Se sim, explique como surgiu esse interesse.

28 respostas

Devido ao interesse por acrobacias desde antes de começar a voar

Para entender a manobra e poder evitá-la/sair dele caso ocorra acidentalmente.

Interesse em Acrobacia

O parafuso é uma condição inerente de toda e qualquer aeronave. O interesse surgiu devido ao alto número de acidentes derivados de CFIT e perda de controle em voo associados ao voo entre a perna base e final.

Interesse de saber como funciona para sair da manobra em caso de entrada não intencional

Por me interessar por acrobacia desde cedo.

Considerarei necessário conhecer o comportamento da aeronave em caso de entrada ocasional em parafuso.

Interesse em acrobacias.

Objetivo é entrar e sair do parafuso, e aprender as condições da aeronave a se comportar nessas situações

Muito importante você saber sair de cada situação, ou seja, pra você “sair” de cada manobra, você precisar saber “entrar” ou pelo menos ter a ciência do que acontece se você fazer isso ou aquilo.

Conhecer na prática o que foi visto nas salas de aula

Lendo plano de instrução

Fazia parte do curso

Por já ser aeromodelista e gostar de explorar todas as manobras aprovadas no envelope

Sempre tive interesse em acrobacia

Sempre julguei necessário saber tudo o que uma aeronave é capaz de fazer, pois é impossível prever tudo o que pode acontecer.

Era oferecido no curso de Piloto Privado a opção de fazer um voo no 8KCAB

Sempre quis fazer para entender, quando fiz meu curso de PPL ai pude aprender e entender a entrada e saída se um parafuso

Meu interesse pela acrobacia vem das minhas primeiras memórias, com cerca de 4 ou 5 anos, e o meu primeiro parafuso aconteceu voando com meu pai, num P-56. Eu tinha 07 anos...

Cresci na Acrobacia com o Augusto Pagliacci, sempre voando com ele o Pitts, Sukhois, Eagles e Decathlona

Por pai e padrinhos da aviação ja me doutrinarem de sua importância (em saber sair corretamente). Desde o aeromodelismo na minha infancia.

Padrão de instrução

poder voar de maneira não convencional

Desde pequeno sempre tive interesse por acrobacia e quando comecei a voar, sempre me preocupei com a segurança, o que me levou a buscar uma instrução adequada de parafuso para que eu soubesse sair de situações anormais tanto fazendo acrobacia quanto em vôos normais ou de rotina.

É uma questão de segurança, como que eu vou me prevenir de entrar em um parafuso se eu nunca fiz?

Tinha curiosidade em voar o avião de formas diferentes.

Sempre quis fazer acrobacias

Sempre gostei de acrobacia

Você considera importante, na sua área de atuação dentro da aviação, ter conhecimento sobre como entrar e sair dessa manobra?

36 respostas



Se sim, explique por que você considera importante.

36 respostas

Para caso ocorra de maneira inadvertida durante a instrução e para que eu consiga instruir de forma correta meus alunos sobre tal manobra uma vez que faz parte do cronograma.

Na aviação agrícola ficamos muito suscetíveis a uma entrada inadvertida nessa manobra, devido a nos aproximarmos a velocidade de stall nos balões, por isso o conhecimento de como evitar/sair dessa manobra é importantíssimo

Para ter respostas mais rápidas.

Ter mais controle da aeronave

O parafuso é ocorre devido à uma série de fatores, que quando conjugados, incidem na manobra. Assim, um piloto que não foi treinado para isso, faltará de conhecimento de tais fatores. Por isso, ele vai entrar em condições proeminentes para a entrada do parafuso sem saber. Existem diversos acidentes em que uma das falhas ativas foi a entrada do parafuso durante a curva da base para a final. Interessantemente, um fator comum dentre a maioria dessas ocorrências é o startle effect, uma vez que o piloto sem treinamento não espera entrar em parafuso e congela.

Para saber como funciona para sair em caso de entrada não intencional

Compreender a entrada no parafuso, certamente pode evitar com que o estol a baixa altura seja mitigado. Além de fazer com que o piloto-aluno saiba utilizar mais os pedais do que os ailerons.

A familiaridade com a manobra torna automática a resposta em caso de entrada fortuita em parafuso.

Conhecimento e preparo

A importância de reconhecer as características de um pré stall e sequencialmente um parafuso economiza um tempo precioso para a recuperação dessa atitude Não nivelada. Acredito que o susto aumente facilmente uns 3 a 4 segundos o tempo de reação, já atestado algumas vezes durante a instrução de alunos de planador. No caso de alunos treinados nessa manobra, o tempo de reação é pouco menos de 0.5 segundos. A proficiência comprovada no impedimento da entrada do parafuso diminui o stress e workload do instrutor garantidamente. Fora um melhor comportamento dos alunos em uma curva base ou de base para a final, caso eventualmente overshoot o eixo da pista.

Como experiência própria, posso citar que mesmo conhecedor da matéria, sabendo a teoria com precisão, mesmo há tempo, quiçá há anos, e na ocasião brifado para esse intento, quando em voo específico para realização da manobra, na ocasião, involuntariamente o membro inferior travou. O que não permitiu o alinhamento do pedal sem o ajuste do quadril. Quando da saída da manobra a involuntariedade deixou de existir. Isso ocorreu somente na primeira manobra. Por isso entendo como extremamente importante a passagem por essa manobra. A qual nunca foi realizada anteriormente nos cursos de formação por impedimento administrativo.

O comportamento da aeronave pouco antes de entrar em parafuso é uma condição peculiar de cada aeronave nessas condições, dessa forma conhecer cada fase no pré parafuso e como entrar corretamente é importante para aprender as características de cada etapa de cada aeronave.

Pois na agrícola, você tem durante o dia a dia, muitos fatores que possa ocorrer uma perda de sustentação. Ainda mais em uma das asas, pois durante os voos, você trabalha muito com peso, baixa altura, região irregular e atmosfera diferente. Saber os princípios e principalmente sair de qualquer condição, te fará um profissional adequado.

Prevenção

Apesar de bem consolidado na teoria, é necessário que os pilotos tenham a memória muscular e adquirir a calma em entrar em tal situação.

Pelo risco de entrar acidentalmente neste tipo de situação.

Porque a recuperação de parafuso apesar de ser simples vai contra o instinto do ser humano

Ter consciência da manobra na pratica

Além de piloto executivo sou piloto de acrobacias aéreas, onde é essencial o profundo conhecimento desta manobra.

É uma situação que eventualmente podemos encontrar, e o treinamento prévio ajuda na calma na hora de realizar a recuperação. Alguns quase acidentes no Brasil poderiam ter sido evitados se os pilotos tivessem o treinamento.

Importante entender o comportamento da aeronave e como manter a calma em situações adversas.

Muito importante saber como entrar e sair dessa manobra Para se evitar um acidente.

É uma situação que pode ocorrer inadvertidamente, já ocorreu acidente por falta de capacidade de reconhecer a entrada e saber executar a saída.

Para qualquer piloto saber e entender o que esta acontecendo com a acft, aprender a sair essa manobra

Manobras como o parafuso são essenciais para qualquer piloto, atuando em qualquer área da aviação, pois abrem o campo da Consciência Situacional, trazendo mais conforto e segurança para o voo de uma forma geral!

Muito importante o treinamento de atitudes anormais, importante quebrar o “tabu” do voo em atitudes diferentes do reto nivelado

Antes de mais nada, particularmente entendo o parafuso como uma manobra ELEMENTAR. Quaisquer pessoas que pretendam operar uma aeronave mais pesada que o ar deve compreender os fundamentos do parafuso. Assim como nos Estóis.

Trabalho no ramo de lançamento de paraquedistas e nesta operação levamos a ACFT até atitudes e velocidades próximas ao estol durante o lançamento, no qual ocorre com carga e CG variáveis em poucos segundos. Conhecer o comportamento do avião se faz primordial.

Mais ainda é ter conhecimento para descomandar o parafuso de maneira correta caso esse evento ocorra.

Lidar em situação de emergência

ter habilidade para recuperar o controle do avião

Na verdade o parafuso deveria ser introduzido desde o princípio de uma formação de piloto, pois deixaria de ser algo tão perigoso e começaria ser encarado como algo “comum” dentro do setor. Dessa forma, considero importantíssimo a instrução de parafuso e suas variações.

Su tu souber como entrar tu tem como evitar

Manobra importante para obter habilidades básicas de controle de voo

Para saber reconhecer uma atitude anormal e ter a técnica para sair dela.

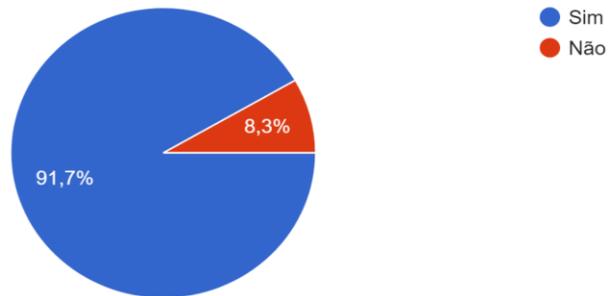
É importante saber como lidar com essa situação anormal

Todo piloto deve ter a experiência de aeronaves em atitudes anormais, das quais o parafuso é essencial nesse conhecimento.

Em caso de pane qualquer piloto deveria saber os limites da aeronave

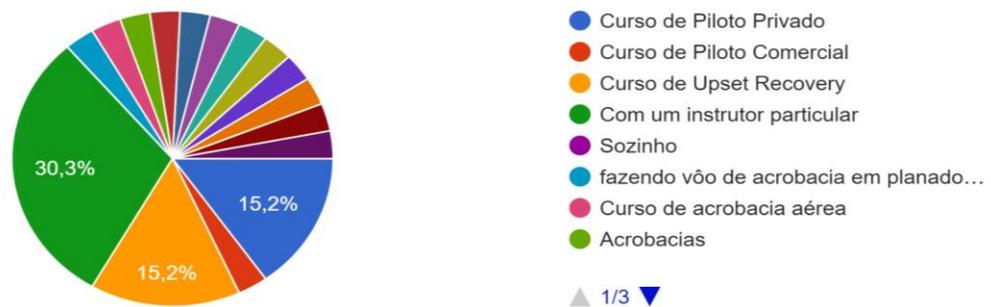
Você já realizou essa manobra? (considere "sim" se você realizou essa manobra totalmente sozinho com um instrutor presente no avião ou não)

36 respostas



Se sim, em qual ocasião você realizou essa manobra?

33 respostas



Se você nunca entrou em um parafuso, explique por quê.

Se você já realizou essa manobra, como foi sua experiência ao entrar em um parafuso pela primeira vez sozinho? Você se sentiu 100% confiante e no controle da aeronave ou não conseguiu ter uma reação imediata? Você se sentiu desestabilizado ou desorientado? Você sentiu medo? Disserta brevemente sobre.

36 respostas

Foi tranquilo por já ter tido experiência durante o curso de upset recovery, então me senti confiante e em controle da aeronave.

Na primeira vez, como eu estava realizando um curso justamente para aprender lidar com essa situação, antes de se realizar a manobra foi briefado exatamente como seria, então foi bem mais tranquilo, porém é inevitável se sentir perdido na hora de realmente realizar a manobra.

A grande maioria foram entradas intencionais tanto de planador quanto de avião. No caso do voo em térmica com planadores estamos sempre com velocidade reduzida (pré-stol) e em curva, assim é comum haver uma perda de sustentação momentânea e o planador entrar em parafuso, portanto precisamos estar sempre prontos para dar os comandos de acordo com o lado do giro para sair dessa situação adversa o mais breve possível, além de estar sempre pronto/alerta para fazer essa correção instintiva e não deixar o planador entrar em giro.

Senti confiante por ter tido instrução sobre, tanto teórica quanto prática

A primeira vez que entrei em parafuso, entrei justamente no startle effect, mesmo com os inputs verbais do Marcelo.

Em minha perspectiva, para quem não foi treinado, os seguintes fatores humanos estão presentes: Desorientação Espacial, Desconfiança nas habilidades, Congelamento, Sobrecarga de carga de trabalho e Confusão das prioridades para o voo.

Nunca entrei em parafuso, pois onde voei não se realiza parafuso

Por ter sido bem instruído, não tive problemas. De fato, o que incomoda no primeiro momento é a queda abrupta, e com a aeronave de dorso. Porém, após o início e estabilização da rotação, não observei problemas, lembrando apenas de observar a referência utilizada no solo.

Não tive medo, estava familiarizado com a teoria relativa à manobra.

Na primeira vez há sempre um receio, mas depois aprende a fazer tanto o parafuso normal quanto invertido

A primeira vez que fiz, me assustei e demorei 3.5 voltas para recuperar ainda houve a intervenção nos comandos do instrutor que estava me auxiliando. De fato, durante a manobra esse instrutor foi "cantando" em voz alta a quantidade de voltas que fomos fazendo. O plano era ter feito apenas 1.5 voltas. A desorientação foi grande e mesmo ouvindo as palavras, não consegui acompanhar espacialmente o movimento, gerando a intervenção citada anteriormente.

Após algumas instruções adequadas de um amigo instrutor o meu primeiro parafuso sozinho foi muito tranquilo e sem sustos. Hoje em dia eu faço muita questão de ensinar essa manobra para alunos e pilotos. Acho importante descrever uma passagem de uma instrução que eu realizei para um piloto formado. O momento que ele se assustou não foi na entrada ou durante o giro, foi na recuperação, uma vez que a atitude do planador foi bastante pronunciada para baixo e, nas palavras dele "nunca viu o nariz apontando para o chão".

Particularmente Acho uma pena que a grande maioria de escolas e aeroclubes não estejam ensinando mais. No meu curso de PP não foi passado essa manobra. Entendo que a idade dos avioes ou os abusos que eles sofreram durante os anos deixem os instrutores e administradores dessas escolas um pouco preocupados com os esforços gerados na aeronave mas é primordial para uma boa instrução a realização de parafusos. Dessa forma, eu me esforço para ensinar a maioria dos alunos que eu posso uma vez que a máquina permita.

Após a primeira vez como explicitado anteriormente, nas demais ocasiões não houve novas dificuldades. Nunca ocorreu desorientação e a agilidade sempre esteve presente.

Foi com um instrutor com Puchacz de Jundiaí novo com instrutor campeão de acrobacia em aeronave, o objetivo na época era desmistificar o parafuso em cada fase. O objetivo era sentir o pré estol em curva e provocar o parafuso, e de fato entrar. Parecia que ele entrava de qualquer jeito mas tem um jeito certo, senão ele não entra ele estola em curva.

Todas as manobras que fiz foi porque eu tive a intenção de fazer. Como foi todos no treino durante os cursos, eu sempre fui tranquilo. Claro que as primeiras você tem frio na barriga, mas logo você acostuma e fica uma manobra boa. Sempre utilizando aeronave feita pra aguentar uma força a mais (força G)

Controlado, pois tive instrução suficiente na AFA.

Apesar de não esperar entrar em parafuso, minha resposta foi rápida. Não sei dizer qual o sentimento que tive no momento.

No curso de PP não está previsto.

Entrei só intencionalmente

Bem tranquilo, foi bem executado em um curso pratico

Sim, me senti confiante já que tive treinamento anterior adequado.

Apesar da manobra ter sido executada com sucesso, a sensação do primeiro parafuso é desconcertante. Apesar de saber o que vai acontecer, a velocidade com que acontece e a falta de referências acaba assustando.

Nas primeiras vezes que a realizei, pensei que poderia acontecer algo como perder a noção da altura que eu havia perdido ou o parafuso se desenvolver até um ponto que não haveria recuperação. Pontos que se provaram errados e me deram muita confiança para enfrentar estol, parafusos e diversas outras situações.

Já entrei em parafuso em treinamento, 100% consciente, quando fiz solo já estava bem a vontade.

Sim, me senti 100% confiante pois tinha tido instrução adequada.

Foi demonstrado durante o meu PPL, primeiro pelo INVP me ensinado e mostrando e apos sendo executado por mim como aluno

Me senti absolutamente confiante na primeira vez que realizei um parafuso sozinho, pois tive instrução previamente com piloto habilitado para isso, além da aeronave ser totalmente própria para a manobra.

Com o treinamento certo o efeito surpresa desaparece

Confiante. Pois a manobra foi me apresentada de maneira simples pelos meus instrutores, sem qualquer tipo de mitos ou "panos pretos".

Fui treinado para entrar e sair da manobra

sim, 100% confiante, não fiquei desorientado, foi muito prazeroso

Desde a primeira instrução de parafuso, achei algo muito simples de ser revertido, fruto de uma ótima instrução do Bolafly. Aprendi com ele as várias variações de parafuso e como sair dele da maneira que quiser sem se apavorar. Hoje, graças a uma boa instrução, considero uma manobra relativamente simples.

Sozinho eu me senti bem confortável, eu sabia que estava no controle da situação, não me senti desorientado e também não tive medo

Após treinamento não realizei a manobra outras vezes. Não houve sensações envolvidas. Causa uma certa desorientação que passa assim que a trajetória normal do voo é reestabelecida

Nas primeiras vezes me senti desorientada, mas consegui controlar a manobra com comando verbal do instrutor. Estudar a teoria da manobra antes de executar é primordial pra compreender o que se vai fazer. Até hoje em dia a manobra me desorienta no sentido de conseguir parar o parafuso na proa desejada, pois os giros são rápidos e são vários parâmetros pra olhar de uma só vez. Importante realizar o treinamento dessa manobra com bastante altura sobrando, pois a sensação do chão se aproximando rapidamente pode assustar e desconcentrar para o controle que precisa ser aplicado. É uma manobra contra intuitiva de acordo com o que aprendemos desde o início, mas é justamente por isso que ela expande nossa visão sobre o voo e, quando dominada, aumenta nossa confiança como piloto.

Nos programas de instrução de PP é raro uma escola fazer o treinamento de parafuso, e eu ainda não fiz o curso de upset recovery

Inicialmente vc tem receio, depois do treinamento, vc adquire respeito e técnica

Senti seguro por ter treinado

A CONTRIBUIÇÃO DE MARIA MONTESSORI PARA A EDUCAÇÃO *THE CONTRIBUTION OF MARIA MONTESSORI TO EDUCATION*

Tânia Cristina Pinheiro Calça¹

Resumo: O presente estudo tem como objetivo relatar a contribuição de Maria Montessori para o processo de ensino e aprendizagem. Destaca-se que Maria Montessori foi uma médica que dedicou-se à educação, seus estudos iniciais envolviam crianças com necessidades especiais. Ela criou um método de ensino que também recebeu influências de outros pensadores da época, todavia Montessori foi a idealizadora desse método que tem como preocupação maior as peculiaridades da infância. Na sala de aula, ela propõe que além do planejamento voltado totalmente para aquilo que a criança é capaz, ela propõe móveis pequenos, tais como cadeirinhas, mesinhas, portas baixas, tomadas de luz na altura da criança, tudo para que a criança possa vivenciar as aprendizagens de maneira concreta, promovendo sua independência, dando a ela um lugar no mundo dos adultos também. Outro ponto importante é a criação do Material Dourado, exemplo de recurso utilizado por Montessori para fazer com que as crianças aprendessem de maneira mais simples e real a aritmética. Destaca-se que Maria Montessori propunha ainda classes agrupadas, pois as salas deviam exemplificar o que acontecia em casa, a família é também uma classe agrupada, com pessoas de idades variadas convivendo diariamente. Para exemplificar o que foi encontrado na pesquisa bibliográfica, realizou-se uma pesquisa de campo em uma escola que utiliza o Método Montessori, o que fez com que ficasse evidente a teoria desenvolvida e a prática em sala de aula.

Palavras-chave: Método; Montessori; Escola; Criança.

Abstract: The present study aims to report Maria Montessori's contribution to the teaching and learning process. It is noteworthy that Maria Montessori was a physician who dedicated herself to education, and her initial studies involved children with special needs. She created a teaching method that was also influenced by other thinkers of the time; however, Montessori was the creator of this method, which is primarily concerned with the peculiarities of childhood. In the classroom, she proposes that, in addition to planning entirely focused on what the child is capable of, small furniture should be used, such as small chairs, tables, low doors, and light sockets at the child's height, all to allow the child to experience learning in a concrete way, promoting their independence and giving them a place in the adult world as well. Another important point is the creation of the Golden Material, an example of a resource used by Montessori to help children learn arithmetic in a simpler and more real way. It is also worth noting that Maria Montessori proposed mixed-age classrooms, as the classrooms should exemplify what happens at home—the family is also a mixed-age group, with people of varying ages living together daily. To illustrate what was found in the bibliographic research, a field study was conducted at a school that uses the Montessori Method, which made it evident how the developed theory is put into practice in the classroom.

Keywords: Method; Montessori; School; Child

Introdução

Ao visitar escolas tradicionais nota-se que os alunos são condicionados a esperar ordens para serem cumpridas. Todos precisam fazer o mesmo exercício e obter a aprovação do professor, assim podendo prosseguir para as próximas atividades. Materiais como livros, tintas, tesouras, brinquedos entre outros, geralmente, ficam guardados a poder do professor, para que se use somente quando for permitido.

¹ Graduação em Pedagogia (Facita); Especialização em Neuropsicopedagogia e Desenvolvimento Humano - Faculdade Facuminas; Curso de Comissário de Voo - Aces High Top de Aviação Civil; Docente da Faculdade de Tecnologia em Aviação Civil / EJ – Itápolis/SP. Contato - tanpinheiro@icloud.com.

Ao verificar as situações descritas anteriormente, pensa-se que, em um primeiro momento, parece ser o correto - o professor cuidar de tudo para poder trazer um ambiente organizado, propício para os estudos. Todavia, após uma série de estudos, é possível perceber que essas atitudes geram maior dependência dos alunos e em alguns casos insatisfação e dificuldades na aprendizagem.

O método Montessori traz um novo olhar para a educação, principalmente para as crianças da Educação Infantil, modalidade que atende crianças de 0 a 5 anos. Importante salientar que as ideias trazidas por Maria Montessori na primeira década do século XX colocam a criança no centro dos processos de ensino e aprendizagem, esse método é interacionista e parte da Escola Nova, baseado em uma construção de conhecimento onde a criança aprende aquilo que deseja com prazer.

Acrescenta-se que o método pode também ser explorado fora da escola, como por exemplo: oferecer para uma criança desde seus primeiros meses de vida ambientes que ela possa tocar, sentir e olhar tudo o que estiver ao seu alcance, quanto mais estímulos forem oferecidos maiores serão as conexões nervosas feitas, conseqüentemente todas as aprendizagens futuras se tornarão mais fáceis. Formando crianças autônomas, independentes, responsáveis e com autocontrole de suas ações.

Nesse método uma das principais características são os ambientes com objetos à altura da criança à disposição com facilidade, isso vai estimular a criatividade, instigar a curiosidade para aprendizagens futuras.

O objetivo deste estudo é justamente descrever e explicar como o Método Montessori pode formar crianças para uma vida em sociedade com maior autonomia e responsabilidades sobre as suas escolhas. É válido dizer que a maior influência dentro de uma escola é exercida pelo professor e o mesmo deve ser o mediador, estando preparado e trazendo para dentro de seu contexto escolar práticas para treinar a autonomia de cada aluno.

Destaca-se que este trabalho inicialmente foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, focando autores como Montessori (1965), Lillard (2017), Rohrs (2010), Libâneo (1994) e por meio de uma pesquisa de campo.

Essa pesquisa divide-se em três seções sendo a primeira necessária para descrever quem foi Maria Montessori e a importância de suas ideias para a educação; a segunda busca esclarecer aspectos que se referem ao método utilizado por Maria Montessori e a contribuição para a

educação infantil e, por fim, a última seção aborda aspectos relevantes ao papel do professor e da família dentro das ideias de Maria Montessori.

1 Maria Montessori e a importância de suas ideias para a educação

Segundo Lillard (2017), Maria Tecla Artemisia Montessori nasceu no município de Chiravalle, na província de Ancona, na Itália, no dia 31 de agosto de 1870. Quando possuía 3 anos, seus pais mudaram-se com destino a Roma por finalidade dela adquirir uma disciplina melhor. Filha de pais extremamente religiosos e conservadores que a estimularam a ser professora por ser uma carreira específica, admitida para mulheres naquele período. Porém, Montessori era uma mulher adiante de sua época e encontrava-se decidida a não consentir com qualquer papel feminino habitual.

Em 1896, ela se tornou a primeira mulher a se formar em medicina e integrou-se na equipe da clínica psiquiátrica da universidade, como segmento de seus deveres ali, assistia as crianças internadas nos sanatórios gerais em Roma. Ela logo confirmou que aquelas crianças com deficiências intelectuais conseguiriam privilegiar-se de uma educação especial, momento em que percebeu que era preciso mudar o tratamento dado àquelas crianças, visto que era desumano.

No ano de 1898, foi nomeada codiretora da Escola Ortofrenética de Roma, esta atendia crianças com deficiências intelectuais. Lá conheceu Giuseppe Ferruccio Maria Montesano (1868-1961) com quem tivera um envolvimento amoroso que resultou no nascimento de seu único filho, Mário. Foi autorizada a desenvolver atividades com as crianças para que pudesse compreendê-las, analisando o desenvolvimento de cada uma, o gosto pelas crianças com dificuldades fez com que a médica buscasse por mais conhecimentos na área, foi para Londres e Paris aprender sobre o trabalho de dois precursores nesse campo: Jean Marc Gaspard Itard (1774-1838) e Edouard Séguin (1812-1880).

Obtive sucesso em ensinar várias crianças com deficiência intelectual dos hospícios a ler e a escrever tão bem que pude levá-las a uma escola pública para prestar um exame junto com crianças normais. E eles foram aprovados no exame [...]. Enquanto todos estavam admirando o progresso de meus pacientes, eu estava procurando as razões que podiam manter as crianças felizes e saudáveis das escolas comuns em um nível tão baixo que elas pudessem ser alcançadas em testes de inteligência por meus infelizes alunos! (Lillard, 2017, p. 2).

Importante dizer que Jean Itard foi destaque por auxiliar uma criança de oito anos com dificuldades, conhecida na época da Revolução Francesa (1789-1799) como o “Selvagem de Aveyron.” Em seguida, Montessori buscou também conhecer os ensinamentos de Edouard Séguin, médico e professor que durante dez anos fez experiências pedagógicas com crianças internadas em hospitais. Ela determinou esses dois anos como a sua “verdadeira faculdade” em educação. Essa certeza levou Montessori a destinar suas energias ao campo da educação por toda a sua vida.

De forma a se preparar para seu novo papel como educadora, a Dra. Montessori voltou à Universidade de Roma para estudar filosofia, psicologia e antropologia. Ela fez um estudo mais profundo de Itard e Séguin, traduzindo os textos desses autores para italiano e copiando-o a mão. “Escolhi fazer isto à mão”, escreveu ela, “para poder ter tempo de pensar o sentido de cada palavra e expressar, verdadeiramente, o espírito do auto”. Durante essa época, também fez um estudo especial das doenças nervosas infantis e publicou os resultados de suas pesquisas em periódicos técnicos. Além disso, participava da equipe da faculdade de treinamento para Mulheres em Roma (uma das duas faculdades para mulheres da Itália da época), atendia em clínicas e hospitais em Roma e também em seu consultório particular. (Lillard, 2017, p. 2).

Em um congresso na cidade de Turim, Itália, no ano de 1898, Montessori defendeu a tese de que a causa principal dos atrasos apresentados pela criança com distúrbios de comportamento de aprendizagem era o seu ambiente ausente de estímulos entendia que essas crianças precisavam muito mais de um método pedagógico do que de medicina.

O período da primeira infância oferece a ocasião única de estimular um desenvolvimento real. Montessori considerava a educação social como um elemento importante dessa primeira fase, visto que a autodeterminação deve receber sua orientação de outrem para que o indivíduo possa atingir saberes sociais.

Em 1907, ela foi convidada para liderar uma creche dentro de um projeto habitacional na região da comunidade de San Lorenzo, Itália. Montessori adotou a ideia, presumindo essa sua chance para inicializar trabalhos e pesquisas com crianças sem deficiências intelectuais. Ficou com a missão de zelar de sessenta crianças de três a sete anos, durante o tempo em que seus pais iletrados encontravam-se trabalhando.

Assim surge a Casa Bambini (Lar das Crianças), na casa, havia mobílias cujas pernas Montessori mandava cortar para adequar ao tamanho das crianças, não tendo muitos recursos para obter materiais suficientes para todas as crianças, utilizou os que tinha, como mangueira, vassoura,

balança, trouxe para a sala tudo o que as crianças gostavam de brincar, essas brincadeiras é que iam refinando toda a motricidade criança, retirou portas dos armários, assim as crianças decidiam como e o que usariam.

Ela não construiu o local para testes científicos, pois causariam enorme tensão para as crianças e não mostrariam seus verdadeiros comportamentos. Montessori buscou instituir um local o mais espontâneo possível, ela observou que um lugar espontâneo para a criança seria o mesmo no qual o conjunto se harmonizasse à idade e ao progresso, no qual os prováveis obstáculos ao avanço na aprendizagem fossem removidos de modo a oferecer à criança as maneiras de praticar suas capacidades em desenvolvimento. As crianças apresentaram um nível de concentração elevado nas atividades, ainda mais admirável era o fato das crianças não só estarem calmas e relaxadas, mas realizadas e felizes depois de seus esforços centralizados.

Um fenômeno admirável no comportamento das crianças aconteceu quase que por acidente. A educadora habituava distribuir as ferramentas de ensino para as crianças, mas, certo dia, ela se esqueceu de fechar o armário em que os materiais eram guardados. Quando entrou na sala de aula percebeu que as crianças já estavam fazendo as atividades. Montessori considerou o imprevisto como um sinal de que as crianças neste momento conheciam o uso das ferramentas e queriam selecionar as que mais se identificavam. Ela aconselhou a educadora a deixar que executassem isso e confeccionou prateleiras na altura das crianças para que os materiais estivessem mais disponíveis. Montessori observou que elas deixavam frequentemente alguns dos objetos sem usar e os guardou, levando em conta que os escolhidos deviam simbolizar alguma necessidade ou importância e que os outros só fariam confusão.

As crianças apresentaram forte interesse em reproduzir o silêncio de um bebê trazido para a sala de aula certo dia. Com esses parâmetros Montessori criou um “exercício do silêncio”, que se baseava em dominar quaisquer ações e ouvir os sons do lugar. O caso dessas crianças pequenas apresentarem um intenso senso de honestidade individual também se mostrou visível. Um dia, sentiram-se tão animadas ao praticarem algo como assoar o nariz que se aplaudiram! Por último, as crianças iniciaram a manifestar um autocontrole recém-desenvolvido.

Montessori diz “Isso nunca poderia ter acontecido se alguém, como um professor que ensinasse com palavras, evocasse a energia delas a partir do exterior”. Houve um desenvolvimento de maior importância direta acadêmica. Montessori não pretendia expor crianças tão pequenas a nenhuma atividade que envolvesse

escrita e leitura, mas as mães analfabetas começaram a implorar que fizesse isso. Ela finalmente deu algumas letras feitas de lixa às crianças de 4 e 5 anos para que as manipulassem e seguissem seu contorno com os dedos. As crianças se entusiasmaram com as letras e andavam marchando pela sala com elas, como se fossem estandartes. Algumas crianças começaram a conectar os sons com as letras e a tentar formar palavras. Logo, elas haviam aprendido a escrever e sem que ninguém as ensinassem. (Lillard, 2017, p.6).

Outros acontecimentos surpreendentes aconteceram, as crianças apresentavam-se desinteressadas às recompensas ou às punições relacionadas a seu trabalho. Ao estudar todos esses progressos nas crianças, Montessori percebeu que tinha detectado fatos significativos e até o momento inexplorados em relação às atitudes infantis. Para conceituar esses avanços como verdades globais, necessitava estudá-los e ser apta de reproduzi-los.

O material didático tinha igualmente a função de ajudar a criança a “crescer na paz” a fim de que adquirisse um senso elevado na responsabilidade. Esse material que constituía um dos elementos do “ambiente preparado” da casa das crianças, era metodicamente concebido e padronizado, de maneira que a criança que tinha escolhido livremente se ocupar de um dos objetivos propostos se encontrasse localizada em uma situação previamente determinada e se fosse conduzida, sem saber, a encarar o seu desígnio intelectual [...] (Röhrs, 2010, p.21).

Com esse pensamento uma segunda escola foi inaugurada em San Lorenzo no mesmo ano, a de número três foi inaugurada em Milão e a de número quatro em Roma, em 1908, a última escola inaugurada era reservada para filhos de pais poderosos. Em 1909, toda a Suíça adotou para uso os métodos Montessori em seus orfanatos e lares para crianças.

Nas escolas criadas por Montessori, via-se uma desigualdade significativa e constante nas crianças mais ricas e das que faziam parte de famílias mais humildes. As crianças menos favorecidas em geral, reagiam rapidamente aos materiais que lhes eram disponibilizados. As crianças que tinham pais presentes, habilidosos que zelavam por elas e que dispunham de muitos brinquedos elaborados geralmente ficavam alguns dias até muitas semanas, para utilizar com atenção as ferramentas oferecidas em sala de aula.

Inicialmente a sequência de repetição, concentração e contentamento das crianças começava. Ela levava ao progresso do condicionamento interno, autoconfiança e escolha por um trabalho significativo.

A tarefa da educação se divide entre a mestra e o ambiente. A antiga mestra “ensinante” foi substituída por um conjunto muito mais complexo; quer dizer

coexistem com a mestra e muitos objetos (os meios de desenvolvimento) que contribuem para a educação da criança. A profunda diferença que existe entre nosso método e as chamadas “lições de coisas” dos métodos antigos reside em que os objetos não são uma ajuda para a mestra que há de explicar suas lições, ou seja, não são “meios didáticos”. São, em contrapartida, uma ajuda para a criança que os escolhe, que se apropria deles, os utiliza e se exercita segundo suas próprias tendências e necessidades e conforme os impulsos que o objeto desperta. Desta feita, os objetivos se convertem em “agentes estimulantes de sua própria atividade”. Os objetos, não o ensina da mestra, são o principal; e, como quem os utiliza é a criança, é este o ente ativo, não a mestra. (Montessori, 1965, p. 176) .

Montessori chamou de “normalização” esse desenvolvimento que acontecia na criança. Realmente parecia-lhe que essa era a condição normal da criança, pois evoluiu naturalmente quando o lugar proporcionou os meios primordiais. É válido dizer que Montessori preocupava-se em descrever a diferença entre o educar as crianças e o estudar as crianças. A educadora considerava a educação dos sentidos a base necessária para o desenvolvimento biológico do sujeito, sobre o qual se construiria sua adaptação social.

Sua própria vida e a evolução de suas ideias foram governamentais por encontros, inspirados e experiências de renascimento: seus encontros com pessoas cujas preocupações lhe eram próximas foram frequentemente mais determinantes do que a adesão a teorias estabelecidas. Sua grande produtividade se explica em última análise, pela ação do princípio “harmônico” na sua vida e no seu pensamento. Ela quis exercer sobre mundo certa influência combinando harmoniosamente a teoria e a prática; procurou na prática a confirmação de suas teorias e elaborou sua prática em conformidade com os princípios científicos, atingindo assim a perfeição: essa razão do sucesso reconhecido das concepções educativas de Maria Montessori. (Röhrs, 2010, p. 31)

Os relatos sobre a dedicação de Montessori se espalharam depressa. Visitantes de todos os lugares do mundo iam visitar as escolas que ensinavam o método Montessori para comprovar pessoalmente as histórias daquelas “crianças admiráveis” Montessori iniciou uma jornada de viagens pelo mundo, fundando escolas e centros de treinamento de educadores, oferecendo palestras e escrevendo relatos.

Ela fez sua primeira viagem aos Estados Unidos para uma breve turnê de conferências em 1912. Montessori teve um acolhimento entusiasmado, até com uma recepção na Casa Branca.

[...] ela realizou o “milagre da criança nova”, cuja “infância” exaltada, influída por sua vez favoravelmente sobre os pais. A “criança verdadeira” era a prova viva do permanente processo de criação, de renascimento e de renovação; qualquer

um que tivesse o desejo e o poder de refletir seriamente sobre a questão descobriria a sua dimensão profundamente religiosa. Maria Montessori foi uma das figuras autênticas da Educação Nova enquanto movimento Internacional. De fato, a reforma que recomendava não se limitava a uma simples substituição mecânica dos métodos antigos por novos, supostamente melhores. Nenhum termo dá mais conta do processo que interessava fundamentalmente que reformatio, no seu sentido original de reorganização e renovação da vida. (Röhrs, 2010, p. 15).

No ano de 1912 começou a lecionar em Nova Iorque e Los Angeles, apresentou no *Panamá Pacific International Exposition* uma sala montessoriana, com paredes de vidro, onde as crianças e a professora trabalhavam com muita tranquilidade, essa sala ganhou duas medalhas de ouro.

Em seu primeiro Congresso na Dinamarca, Montessori e seu filho Mário, fundam a Associação Montessori Internacional, com o objetivo de vistoriar as atividades de escolas e sociedades por todo o mundo, supervisionar o treinamento de professores. Alguns nomes famosos estavam entre os patrocinadores desta associação, Sigmund Freud (1856-1939), Jean Piaget (1896-1980) e outros. O pensamento sobre educação de Maria Montessori é um reflexo da concepção positivista do conhecimento que predominava na época em que viveu.

As quatro áreas da educação Montessori que haviam estado mais fora de alinhamento com as teorias do início do século XX envolviam sua ênfase de no desenvolvimento intelectual ou cognitivo, o treinamento sensorial, os períodos sensíveis do crescimento infantil e o interesse espontâneo da criança por aprender. O desenvolvimento cognitivo sempre foi uma preocupação básica dos educadores, mas as descobertas de Freud sobre o desenvolvimento emocional e sexual do ser humano e sua influência sobre o comportamento no decorrer da vida tiveram um surpreendente impacto sobre a cena educacional norte-americana. (Lillard, 2017, p.16)

Montessori faleceu no país da Holanda, em 1952, de hemorragia cerebral, com oitenta e um anos, ganhando muitos títulos com remuneração e honras em seus últimos anos de vida por seu trabalho realizado em torno do mundo.

Somente cinco anos após sua morte iniciou um renascimento norte-americano dos ensinamentos montessorianos, executados primeiramente pela obstinada determinação e vontade de Nancy McCormick Rambusch (1927-1994), uma mulher mãe e jovem norte-americana, que conheceu e se interessou pelas obras de Montessori no decorrer de suas viagens pela Europa. Após obter o curso de treinamento de professores montessorianos e a certificação da *Association Montessori Internationale*, ela inaugurou uma classe para dar aulas em Nova Iorque.

Essa sala de aula com o tempo se transformou em uma escola, a Whitby School de Greenwich, em Connecticut, EUA. Ela palestrou amplamente para professores e pais de crianças norte-americanos e de vez em quando teve uma melhor recepção da sociedade. Uma grande quantidade de escolas Montessorianas estavam em funcionamento nos Estados Unidos.

Duas causas principais representam ser os motivos. A primeira mostra que os Estados Unidos era um país desiludido com o assunto educação. Por dez anos as opiniões, ideias e as experiências de Dewey teoricamente foram uma grande inspiração nas salas de aula.

Montessori acreditava que a criança deveria ter determinadas condições em seu ambiente ou não se desenvolveria normalmente; e, mais tarde, quando ocorrem os períodos de comportamento disruptivos, é porque a criança está tentando nos dizer que alguma necessidade importante não está sendo satisfeita. A reação da criança muitas vezes é violenta porque ela está, literalmente, lutando pela vida. Ela percebeu que esse tipo de comportamento desaparecia quando a criança começava a se concentrar em seu trabalho e, assim, desenvolvia autoconfiança e autoaceitação por meio da descoberta de si mesma e de suas capacidades. (Lillard, 2017, p. 18)

A segunda causa que induziu a entrada ao método Montessori em 1950 foi o avanço que acontecia na organização conceitual na época da cultura norte-americana, principalmente no que se refere à estudos da psicologia e da educação. No decorrer das décadas de 1940 e 1950, ações pós-darwinianas, a repercussão freudiana, as convicções consideradas de estímulo, do desempenho do encéfalo e da maturação e desenvolvimento da criança, estavam acontecendo progressivamente compreendidos e reconstruídos.

Esse pensamento novo foi provocado, em ampla medida, por recentes e dramáticas descobertas por psicólogos e fisiologistas. O principal para as pesquisas é que as investigações começaram a provar todas as teorias e as técnicas de Montessori que tinham sido tão discordadas com as concepções educacionais e psicológicas previamente aceitas. A própria Montessori sentiu que seria através de estudos científicos que as necessidades recentemente observadas da criança, seriam aprovadas.

A cultura e o método Montessori estão ligados aos mais novos estudos psicológicos e educacionais. O valor das circunstâncias ambientais introdutórias na evolução mental da criança, a função da compreensão sensorial, o encorajamento íntimo da criança, as fases frágeis no seu

avanço e o papel do progresso cognitivo no desenvolvimento das suas competências sociais e inovadoras, isso tudo foi reconhecido.

Com o intuito de exemplificar a autoconstrução infantil, Montessori complementou que ela tem que dispor interiormente antes do nascimento, um paradigma para o avanço psíquico. Ela menciona essa individualidade psíquica natural da criança no ventre. Essa partícula não contém a figura de um adulto em miniatura, mas uma estratégia certa para o seu avanço. De maneira semelhante, o desenvolvimento psíquico da criança é conduzido por um modelo predeterminado, não claro no momento do nascimento.

Montessori presumia que esse modo psíquico só era descoberto pelo acompanhamento da evolução. Duas circunstâncias são fundamentais desenvolvimento aconteça. O primeiro é que a criança está ligada por completa com o seu meio, tanto com os objetos quanto com as pessoas que ali se encontram. Somente através dessa correlação ela chega a um entendimento de si e dos limites encontrados em seu universo e, desta maneira alcança uma assimilação de sua originalidade.

Segundo, a criança necessita de autonomia. Se adquire a resposta para a sua própria originalidade e é guiada pelas leis individuais do desenvolvimento, ela alcança os meios de capacidades únicas e muito delicadas que só há um meio de serem expressas por meio da liberdade.

Os períodos sensíveis descrevem o padrão que a criança o padrão que a criança segue para conhecer seu ambiente. O fenômeno de mente absorvente explica a qualidade especial e o processo pelo qual a criança alcança esse conhecimento. Como a mente da criança ainda não está formada, ela precisa aprender de um modo diferente do modo do adulto. O adulto tem um conhecimento do seu ambiente sobre o qual construir, mas a criança deve começar do zero. É a mente absorvente que realiza essa tarefa aparentemente impossível. Ela permite uma absorção inconsciente do ambiente por meio de um estado mental pré-consciente especial. Por meio desse processo, a criança incorpora o conhecimento diretamente em sua vida psíquica. (Lillard, 2017, p.32).

Mesmo que a criança disponha de um modelo psíquico predeterminado a fim de nortear seu empenho no sentido à maturidade e uma vontade vital de conquistá-la. Diferentemente de outros seres do planeta Terra, a criança precisa aprimorar as suas capacidades de enfrentar a vida. Ela possui “sensibilidades criativas” que a ajudam nesses momentos difíceis. Essas sensibilidades instruem a criança a escolher no espaço confuso, o que é apropriado e essencial para o seu desenvolvimento.

O entusiasmo interno excepcional e a felicidade que a criança expressa durante esses momentos vêm de sua forte vontade de estabelecer uma relação com o seu mundo. Carrega um amor a seu espaço que a motiva para essa ação. Esse amor não é uma ação afetiva, mas uma vontade intelectual e espiritual.

Se a criança for bloqueada de continuar o entusiasmo de qualquer fase delicada, a chance de um avanço natural estará prejudicada para sempre. Ela perde a sentimentalidade especial e o interesse por essa área, com um resultado maçante em relação ao seu amadurecimento psíquico e sua maturação. Por isso, as possibilidades para o aprimoramento em suas fases delicadas não têm que ser colocadas ao acaso, precisa ser auxiliada por um adulto.

Montessori afirmou que “a educação da mesma forma deve se iniciar tão cedo quanto o nascimento da criança”. (Lillard, 2017, p.27). Ela acreditava que o amadurecimento psíquico da criança não ocorre acidentalmente, mas por preparação. Montessori identificou dois desses benefícios internos em relação ao avanço da criança. Esses benefícios que ela deu o nome de: períodos sensíveis e a mente absorvente, foram um marco para o método.

A criança manifesta sua necessidade de ordem de três maneiras: ela demonstra uma alegria positiva ao ver as coisas em seu lugar de costume; ela muitas vezes, tem crises de birra quando as coisas não estão onde deveriam; e quando pode fazer isso, ela insiste em colocar as coisas de volta em seu lugar. Um segundo período sensível aparece como desejo de explorar o ambiente com a língua e as mãos. Por meio do paladar e do tato, a criança absorve as qualidades dos objetos em seu ambiente e busca agir sobre eles. Igualmente importante é que por meio dessa atividade sensorial e motora que as estruturas neurológicas são desenvolvidas para a linguagem. Montessori concluiu, portanto, que a língua, usada pelo homem para falar, e as mãos, empregadas no trabalho, estão mais intimamente conectadas com sua inteligência do que qualquer outra parte do corpo. (Lillard,2017, p.30).

2 Métodos Montessorianos na Educação Infantil

Entende-se o Método Montessori como a perspectiva educacional desenvolvida por Maria Montessori e seus colaboradores a partir da observação do comportamento de crianças em ambientes estruturados e não estruturados. Seu objetivo é ajudar o desenvolvimento da vida da criança, de forma integral e profunda.

Montessori acreditava “em inovação na sala de aula, e toda a sua abordagem educacional tinha o espírito da experimentação constante com base na observação da criança.” (Lillard,2017 p.45). Dois componentes são principais no método Montessori, o ambiente que inclui materiais e

exercícios, é nesse ambiente que a criança desenvolve suas habilidades de autocontrole, revelando sua personalidade e seus crescimentos, portanto é ideal que o ambiente não tenham obstáculos que impeçam seu crescimento, quem vai preparar esse ambiente é o segundo elemento – o professor.

Esse profissional precisa ser perceptível a cada fase da criança para entender suas necessidades, ele deve ser participativo e acompanhar o desenvolvimento da criança. Para desenvolver esse papel importante ele não deverá ser uma pessoa rígida, pois assim não será capaz de preparar um ambiente vivo para seus alunos, sua sala de aula será um ambiente sem progresso.

Simplificando, o ambiente deve ser vivo, dirigido por uma inteligência mais elevada, organizada por um adulto que esteja preparado para sua missão. É nisso que nossa concepção difere tanto daquela do mundo em que o adulto abandona a criança a si mesma [...]. Isso significa que não basta colocar a criança entre objetos em proporção com seu tamanho e força; o adulto que irá ajudá-la deve ter aprendido a fazer isso. (Lillard, 2017 p.46).

Em uma sala montessoriana há seis componentes básicos:

- Liberdade: em um ambiente que a criança se sente livre, ela irá se revelar para o seu educador ao qual tem o dever de auxiliá-la em seu desenvolvimento psíquico;

- Estrutura e Ordem: o educador deve ajudar a criança a realizar seus desejos e alcançar seus objetivos, sempre com cautela e respeitar suas vontades, sua impor a sua vontade sobre a da criança;

- Realidade e Natureza: a criança deve entender os limites da natureza e da realidade, para que assim possa se livrar de suas fantasias e ilusões, pois só assim ela passará a se sentir segura e desenvolver sua autodisciplina e aprender a explorar e ser observador, em uma sala que se utiliza o método de Maria Montessori, existe apenas uma peça de cada material, pois como no mundo real não podemos utilizar-se de um único material ao mesmo tempo que o outro, por não ter outra alternativa a criança aprende a esperar até que o outro tenha terminado de usar;

- Beleza e Atmosfera: para um bom aprendizado da sala deve ser ampla, relaxante, um ambiente confortável e climatizado, deve ser um lugar atrativo para as crianças, uma exibição planejada com cores brilhantes e vibrantes,

- Materiais Montessori: os equipamentos Montessori são muito conhecidos, porém pouco estudados, o uso deles não tem o objetivo que a criança aprenda por meio do uso correto, mas sim que auxiliem na sua autoconstrução e o seu desenvolvimento psíquico, dando estímulos que

prendem a atenção auxiliando no seu processo de concentração. O educador deve observar a criança e identificar qual material é o mais adequado para determinado momento que essa criança está passando, tanto o material quanto o estímulo devem ser variados para suprir a necessidade interna da criança, como é necessário essa combinação de material com a necessidade da criança não deve haver uma rotina na apresentação de material, a professora deve ser flexível na alteração ou na exclusão de um material ao qual a criança não necessita mais;

- Desenvolvimento de uma vida em comunidade: essa abordagem tem como objetivo desenvolver a responsabilidade e o cuidado com o ambiente em que se vive, em uma escola montessoriana o espaço é desenvolvido exclusivamente para as crianças, tudo está a seu alcance para aprenderem suas obrigações diárias. São elas que organizam seus materiais em prateleiras, higienizam sua mesa, cuidam das plantas da sala, na maior parte do tempo as crianças trabalham de forma individual podendo se socializar entre elas e trocarem experiências, sempre sobre supervisão de um adulto o qual pode interferir caso o direito do outro for violado. Em uma sala montessoriana, as crianças possuem uma diferença de idade de aproximadamente 3 anos, no final do ano os mais velhos saem para que possam entrar os mais novos, os alunos que têm uma idade mediana entre os mais velhos e mais novos permanecem na mesma sala, portanto o mesmo aluno pode permanecer na mesma sala por aproximadamente 3 anos.

Lillard (2017, p.49) explica que para Montessori “a criança, deixada livre para exercitar suas atividades, deve encontrar em seu ambiente algo organizado, em relação direta com a organização interna, que está se desenvolvendo dentro de si conforme as leis naturais.” Ainda segundo a autora “o mais essencial para o desenvolvimento da criança é a concentração [...]. Ela deve descobrir como se concentrar e para isso precisa de coisas em que se concentrar.” (Lillard, 2017 p.54).

O foco central da educação Montessoriana é a criatividade, a independência, a disciplina interior e a autoconfiança. Existem também áreas em que esse método pode contribuir para a cultura do indivíduo, como por exemplo, em relação ao trabalho, Montessori não se refere ao trabalho como algo mecânico, mas sim como toda atividade física ou mental, que tenha um significado e promova crescimento para um indivíduo.

Vamos liberar a criança do trabalho? Essa tentativa seria como desenraizar uma planta ou tirar um peixe da água”. Não levamos a sério o instinto da criança pequena para o trabalho em nossa cultura. Em vez disso, nós a incentivamos a brincar o dia inteiro. Mesmo que uma criança pequena vá para a pré-escola,

supõe-se que não estará diferentemente motivada para o desenvolvimento intelectual e que será guiada para tal sem que esteja ciente do que está acontecendo. (Lillard,2017 p.126).

A vida em família também é uma abordagem do método, ela é a unidade natural da criança para criação e proteção, é principalmente a mãe que desenvolve esse papel desde o nascimento. Montessori também aborda a inclusão dos pais na sala de aula, eles recebem orientação de como desempenhar seu papel em casa.

A ênfase de Montessori na infância tem como objetivo atingir a vida adulta, a sociedade de hoje vive uma realidade alucinada, vive em um ritmo de produção e realização a qualquer custo, trabalhar de forma desesperadamente. A criança por natureza tem como lei natural, se ajusta ao ritmo natural, isso traz benefícios aos adultos, pois conseguem resgatar uma parte disso que já perderam.

Embora tenha muitos livros sobre o estudo Montessori, não há nenhum manual que explique os detalhes de como proceder com esse método de ensino, os professores devem estudar as técnicas e procedimentos e reproduzi-las de sua maneira dentro das normas do método, cada professor deveria escrever o seu plano de aula, evitando um ensino rígido, tendo uma compreensão individual da educação Montessori.

Para o desenvolvimento das atividades em sala de aula, os materiais sugeridos por Montessori (1965) são, dentre outros: Tábua de Séguin; Torre Rosa; Encaixes Sólidos; Letras de Lixa; Material Dourado; Material de Vida Prática; Caixa de Fusos; Barras Vermelhas e Azuis; Caixa de Numeração e Blocos Lógicos. O material sensorial é construído por uma série de objetos agrupados, segundo uma determinada qualidade dos corpos, tais como “[...] cor, forma, dimensão, som, grau de aspereza, peso, temperatura; assim como os sininhos que dão os tons musicais” (Montessori, 1965, p. 103).

Ao escrever seu plano de aula o professor deve pensar em sua abordagem pessoal e com o material, especialmente com crianças que na maioria das vezes estão tendo seu primeiro contato com a escola, é esperado que as crianças descubram suas próprias respostas e não se apropriem dos pensamentos dos adultos.

A abordagem da educação de Montessori deve ser sempre indireta, a criança de educação infantil é inserida em uma sala de aula com letras na parede, alfabeto móvel, diversos jogos

educativos, com o apoio da professora em pouco tempo a criança está escrevendo, mesmo que de início seja apenas junção de sílabas.

Lillard (2017, p.111) expõe a ideia de Montessori: “estamos aqui para oferecer a vida, que veio ao mundo por si só, os meios necessários para seu desenvolvimento e, depois de fazer isso, devemos aguardar esse desenvolvimento com respeito.”

A abordagem indireta começa desde os primeiros dias de vida da criança, é importante que o ambiente da criança seja vivo, com sons humanos, sons de natureza, uma vida normal vivendo em sociedade, o bebê não deve crescer isolado, e sim participando de tudo que sua família faz. A criança deve ser ouvida com paciência, a infância é o período da mente absorvente, em que falar com ela é de extrema importância, falar o nome dos objetos que a rodeiam, é uma fase em que ela aprende as coisas de forma natural. Quando um pouco maior, ela deve ver as pessoas fazendo leitura, pois mesmo que não saiba ler, ela desenvolverá de forma natural outra forma de comunicação.

Montessori acreditava nos poderes da criança, ela poderia ensinar a si mesma, por isso não existia um método para ensinar a leitura e nem um momento certo para isso, por isso crianças e professores de escolas Montessorianas geralmente não se lembram desse período de aprender e ensinar a ler, isso acontece de forma natural. Montessori via a criança mais ativa do que receptiva, a criança tinha que ser livre para sua autoexpressão e comunicação.

Para a criança aprender a escrever ela deve saber a usar os instrumentos de escrita, desenvolver leveza de toque, ter noção de espaço, conhecer a forma e movimento que deve ser feito, traçar esse movimento, conhecer letras e sons, precisa ter desenvolvido um vocabulário com conceitos, saber que os objetos têm nome, deve entender a posição e a função das palavras, tudo isso ela aprenderá no decorrer da educação infantil. A preparação na sala de aula começa com exercícios de vida prática, por meio desses exercícios a criança aprende a desenvolver o controle do movimento e a coordenação motora-ocular

O vocabulário é enriquecido em uma sala de aula montessoriana de diversas formas únicas. Nomes exatos são usados para todos os objetos no ambiente, não muitos! Todos os tipos de jogos são jogados, além do emprego do vocabulário durante o uso natural do material (‘Você pode me trazer a bandeira da Austrália, o triângulo sólido e a placa de cor?’). Existem também muitos jogos de correspondência de cartões com imagens que enriquecem o vocabulário: cartões musicos, artistas, quadros, ferramentas, móveis, alimentos; cartões mostrando

estilos históricos de roupas, casas, transportes, classificações de animais, répteis, vegetais, formas geométricas etc. (Lillard, 2017 p.115).

Para que o professor possa dar início as atividades diretamente ligadas a linguagem escrita, a criança precisa ter desenvolvido as quatro fases: Exercícios de vida prática; materiais sensoriais; desenvolvimento da linguagem e do motor. O professor oferece a criança oportunidade de explorar sons diferentes do que ela teria encontrado em seu ambiente, essa oportunidade tem como objetivo fazer com que a criança entenda que existem sons mais específicos.

Lillard (2017, p. 116) acrescenta que “a professora pode fazer o som “mmmm” e depois pronunciar palavras com esse som (p. ex., mãe, mês, algum) e convidar a criança a pensar em algumas palavras também.”

O primeiro contato das crianças com as letras é com um material chamado letras de lixa, são letras moldadas em lixa e coladas em uma placa lisa, medem aproximadamente 15 cm de altura, vogais e consoantes são diferenciadas por cores, vogais vermelhas e consoantes azuis, algum tempo depois as crianças começam a distinguir somente pelo som e as cores passam a ser indiferentes, para Montessori o nome da letra não serve de nada para uma criança de 3 anos, o que importa para o aprendizado deles é o som da letra, o fato das letra serem colocadas em tabuas lisas, é para a criança saber o formato e espaço da letra, quando parar de sentir áspero é porque já ultrapassou o espaço do formato da letra, nesse método as letras são escritas de forma cursiva porque o movimento das mãos para essa escrita pode fluir melhor, ao contrário dos movimentos necessários para a letra bastão.

A professora primeiro traça a letra m com os dedos indicador e médio da mão dominante, pronunciando simultaneamente o som “mmm”. Esse é um movimento muito lento e deliberado. Se isso for uma ação puramente mecânica, a criança pode se interessar ou não. A professora deve tentar, portanto, recapturar parte da sua própria sensação por essas chaves da linguagem a fim de que a criança possa reconhecer seu potencial (Lillard, 2017, p.117).

Quando a criança passa o dedo indicador no formato da letra, ela constrói uma memória muscular da forma da letra que futuramente ela irá escrever. Para que a criança passe os dedos com leveza, a professora pode propor que ela passe de olhos fechados, ou que brinque de fazer cócegas nas mesmas, porém essa atividade com as letras de lixa, já não resulta em um bom estudo para crianças maiores de 4 anos, pois nessa idade a criança já passou pelo seu período sensível.

Depois que a criança já memorizou o formato e o som de pelo menos 8 letras, lhes é apresentado o alfabeto móvel, ele é formado por uma caixa com divisórios, nela há letras de papelão, as vogais e as consoantes ainda são separadas por cores, esse material tem como objetivo fazer com que a criança reúna sons com símbolos, ele não é feito para estimular a leitura e escrita, apenas para uma produção mecânica das palavras e das frases.

Lillard (2017, p.117) explica que “a professora diz uma palavra fonética com três letras, como “mar”, escolhendo cada letra conforme faz o som e colocando-as juntas da esquerda para a direita em um tapetinho.”

Quando a criança começar de forma espontânea compor histórias com o alfabeto móvel, começará usar palavras ao qual ela não conhece seus fonemas, a professora lhe oferece ajuda para escrever a palavra, mas nesse momento não ensina as dificuldades da ortografia, e nem fazer uma correção de escrita, o objetivo é incentivar a criança a expressar os seus pensamentos.

Após o uso do alfabeto móvel, a criança passa a usar os encaixes metálicos, são armações metálicas vermelha e azul, em formato de formas geométricas, e as crianças a usam para criarem desenhos originais com o objetivo de desenvolver o controle muscular, como ela já domina as letras, com essa atividade estará preparando sua musculatura para compor suas palavras e frases.

Quando a criança percebe as palavras que montou com o alfabeto móvel, ela apresenta-lhe um jogo chamado a caixa de reconhecimento fonético, esse jogo é uma caixa que dentro contém objetos fonéticos de 3 letras (mar, céu, pão).

A professora escreve a palavra “mar” em um pedaço de papel e diz: “pode me dar o que eu quero?” [...] A etiqueta e o objeto são então combinados, pronunciando-se cada etiqueta com a ação de combinação. Depois que todas as etiquetas forem feitas, a criança pode usar o jogo sozinha, pois, quanto mais conhecimento se põe à disposição da criança, mais ela é estimulada a explorar a linguagem. (Lillard, 2017 p.121).

Um dos materiais importantes também criados por Montessori foi o Material Dourado, inicialmente conhecido como o “Material das Contas Douradas”, por ter sido confeccionado com objetos circulares dourados presos em um arame.

O Material Dourado pode auxiliar em muitas situações matemáticas. Freitas (2004, p. 59) ressalta que:

O Material Dourado Montessori foi criado com o intuito de destinar-se a atividades que auxiliassem o ensino e a aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e dos métodos para efetuar as operações fundamentais (ou seja, os algoritmos). [...] hoje esse material pode ser utilizado para o estudo de frações, conceituação e cálculo de áreas e volumes, trabalho com números decimais, raiz quadrada e outras atividades criativas.

Com o material didático, o professor utiliza situações concretas e materiais que os alunos podem manipular em sala de aula. O material dourado é constituído por peças de formatos variados: I) cubinhos de 1 cm x 1 cm x 1 cm; II) de barras, onde cada barra é composta de dez cubinhos, III) de placas, onde cada placa é composta por dez barrinhas, ou seja, cem cubinhos, e IV) cubos, sendo que cada cubo é composto por dez placas, ou seja, cem barras, ou ainda, mil cubinhos, conforme

As ideias de Montessori contribuíram com crianças do mundo todo, principalmente no que diz respeito a autonomia delas para o processo de aprendizagem.

3 A Escola Montessoriana: um olhar para a prática

Com o intuito de aprofundar o estudo realizado neste trabalho, buscou-se a realização de uma pesquisa de campo, assim foi realizada uma visita a uma escola que utiliza o método desenvolvido por Maria Montessori e foi feita também uma entrevista com a coordenadora pedagógica para que pudesse ser evidenciada a forma de trabalho dos professores na instituição. Importante dizer que todos os nomes citados são de caráter fictícios por uma questão de ética.

O colégio visitado localiza-se em uma cidade no interior do estado de São Paulo, localizado na zona sul da cidade, uma área nobre para atender o público-alvo formado por pessoas de classe média alta. A escola conta com um espaço bem amplo, está dividida em três prédios que se destinam a cada etapa da educação.

Ao adentrar pode-se verificar que há três parques de diversões, sendo um deles com os brinquedos todos de madeira seguindo a filosofia Montessori, piscina semiolímpica destinada às aulas de natação, uma cozinha equipada para as aulas de gastronomia, sala de instrumentos para as aulas de músicas, duas quadras poliesportivas cobertas, um campo de futebol, um aviário com diversas espécies de aves, uma praça para descontração dos alunos, uma biblioteca de vidro, restaurante para pais, alunos e funcionários, uma enfermaria com duas profissionais da área da

saúde, três cantinas aos alunos sendo que uma delas conta com uma nutricionista que trabalha em período integral.

Destaca-se que a escola em questão foi fundada por freiras, por isso conta com três capelas em seu interior e com imagens religiosas espalhadas pela escola. O Colégio faz parte da União Romana da Ordem Santa Úrsula (UROSU), instituição internacional fundada em 1535 por Ângela Mérici (1474-1540), em Brescia, na Itália. Hoje, mantido pelas Irmãs Ursulinas, está presente em 38 países e pauta seus ensinamentos no lema “servir”, orientando seus alunos a viverem a serviço do bem, da justiça e da paz.

A história da instituição nasceu com o desejo de D. Alberto José Gonçalves (1859-1945), então bispo diocesano em ter um colégio católico na cidade, para atender as irmãs Ursulinas já reconhecidas pela tradição educacional internacionalmente. No dia 14 de fevereiro de 1912, nascia o então colégio ocupando um pequeno chalé nesta mesma cidade do interior. A escola teve prédio próprio inaugurado e ampliado na década de 1990, período em que já atendia muitos alunos. Atualmente, a escola possui 1900 alunos. A escola está na cidade há 110 anos e ocupa o mesmo prédio há 27 anos.

Ao contrário de muitos filósofos da educação, Montessori desenvolveu um método educacional para implementar sua filosofia. A esse respeito, sua genialidade é uma razão importante para o impacto duradouro e difundido de seu trabalho. Deve-se ter em mente, porém, que Montessori queria que seu método fosse considerado um sistema aberto e não algo fixo. Ela acreditava em inovação na sala de aula, e toda a sua abordagem educacional tinha o espírito da experimentação constante com base na observação da criança. (Lillard, 2017 p.46).

A pesquisa focou a educação infantil, sendo as salas de aulas todas agrupadas ou seriadas. As salas de aula agrupadas possuem crianças de 1 a 2 ou de 3 a 5 anos, o objetivo dessas salas é estimular que os mais velhos transfiram para os mais novos os conhecimentos. As salas seriadas possuem alunos de uma mesma faixa etária de idade que dividem o mesmo espaço escolar.

Ambas as salas apresentam tapetes individuais para delimitar o espaço de trabalho de cada aluno, os móveis são confeccionados na marcenaria da escola, todos são desenvolvidos em uma altura em que os alunos tenham fácil acesso a todos os objetos para estimular a sua autonomia. Os materiais utilizados em sala de aula seguem um perfil realista para trazer o aluno mais próximo do concreto, exemplo ao ensinar a letra “P” para os alunos, a educadora apresenta uma foto com

características reais de um pato e faz uma visita com os alunos até o aviário da escola para concretizar o ensino.

Em relação à rotina dos alunos, a coordenadora pedagógica explica que a escola oferece os seguintes horários para os alunos das 7h00 às 12h00, das 13h00 às 17h30min e também disponibiliza turmas de período integral das 7h00 às 17h30.

A escola oferece as salas de berçário, sendo elas quatro no período da manhã, três no período da tarde e uma em período integral, cinco salas agrupadas com alunos de três a seis anos, três no período da manhã e duas no período da tarde.

Os alunos são recepcionados na sala de aula, onde iniciam o seu trabalho pessoal por três horas, trabalhando com as seguintes disciplinas: matemática, linguagens cósmicas que são história e geografia e a disciplina de artes. Após esse período, os alunos saem para as oficinas das demais disciplinas como inglês, robótica, musicalização, recreação, natação, religião e nutrição, que são distribuídas pelos dias da semana.

Os alunos das salas de educação infantil não têm um horário específico para lanche dentro da rotina, quando a criança sente fome e já terminou alguns de seus trabalhos pessoais ela informa ao professor ou assistentes da sala para que ela possa se alimentar, esse momento pode acontecer ali na sala de aula ou no refeitório sem nenhum problema.

Entende-se que a perspectiva educacional constituída por Montessori se sustenta na “Pedagogia Científica”, fundada na educação sensorial.

O ideal de escola nessa pedagogia reside em propiciar e garantir as manifestações espontâneas e da personalidade da criança, de permitir e aflorar do livre desenvolvimento da atividade no ser humano em sua infância. A nova escola montessoriana, portanto, é bastante díspar da proposta implementada na Itália durante o regime fascista. [...] Montessori propõe algo de novo para sua época, mas que se mantém inovador ainda hoje que constitui o método ativo para a preparação racional dos indivíduos às sensações e percepções. É a educação baseada no desenvolvimento dos sentidos, que guarda importante valor pedagógico e científico, já que o desenvolvimento dos sentidos precede o das atividades superiores intelectuais, segundo seus créditos (Angotti, 2007, p. 105).

No horário da saída os alunos aguardam serem chamados dentro da sala. Essa chamada funciona com um sistema interno de som em cada sala ou por rádios comunicadores.

Em uma sala de aula como essa, a educação real das crianças pode começar, pois elas atingiram a autodisciplina e, assim, alcançaram a liberdade para seu próprio desenvolvimento. Esse é o objetivo visado por toda a filosofia e método montessoriano e no qual Montessori encontrou muita esperança para a humanidade. (Lillard, 2017, p. 81)

Foi verificada ainda na escola que por ser um método que respeita muito a criança, o professor entende o que ela precisa dentro dos períodos sensíveis dela, por exemplo, há escadas dentro da sala para a criança poder subir e descer, o professor dispõe de materiais concretos muito próximos do real que auxiliarão a criança a realizar a sua vontade, o instinto que ela precisa naquele momento.

Outro ponto que merece destaque é a alfabetização, ela pode acontecer por meio das brincadeiras desde o berçário, quando a criança fala, canta, aprende a segurar uma mamadeira. Destaca-se que a criança precisa ter essa independência e coordenação para escolher a letra ou a atividade que vai trabalhar posteriormente.

Nas salas agrupadas são oferecidas atividades que trabalham na vida prática. Estimulando a coordenação, a concentração, utilizando louças, xícaras, copos de vidro e jarras, os alunos tem disponível agulhas, linhas para pregar botões, tranque na e varal na altura deles para que possam lavar e pendurar roupas que eles sujam e eles mesmo lavam.

Lembrando também que nessas salas agrupadas os alunos utilizam tapetes para delimitar o seu espaço nas atividades.

Gradualmente, são apresentados alguns dos exercícios da vida prática e, por fim, pouco a pouco, os materiais didáticos. Um período de ordem aparente se segue, mas no início. Nesse ponto, a professora deve supervisionar as crianças e também iniciar lições individuais mostrando o uso preciso dos materiais, como descrito antes na lição fundamental, mas deve estar atenta e continuar observando as atividades das outras crianças também. É agora que as crianças começam, uma a uma, mostrar os fenômenos de repetição e concentração que indicam o começo da autodisciplina. (Lillard, 2017 p. 80)

O colégio aceita bebês a partir dos quatro meses de idade, até jovens que fazem cursinho pré-vestibular. Todas as etapas fazem o uso da filosofia Montessori, mas o forte que se aplica o método é até o segundo ano do Ensino Fundamental. Na educação Infantil os pais têm a opção de colocar o filho em uma classe seriada que se divide por idade ou em uma sala agrupada com crianças de 3 a 5 anos estudando juntas.

Não devemos considerar a criança e o adulto meramente como fases sucessivas na vida individual, devemos, em vez disso, considerá-los duas formas diferentes da vida humana, que ocorrem ao mesmo tempo e exercem uma influência recíproca uma sobre a outra. (Lillard, 2017, p.25)

A escola possui uma freira que é a Diretora geral e atua em todas as etapas do colégio. Há ainda duas coordenadoras pedagógicas, uma psicopedagoga que também trabalha com a parte da coordenação. Em cada sala de aula até o segundo ano do ensino fundamental trabalham um professor e duas assistentes. A escola apresenta bastante preocupação com a sua equipe de trabalho.

De acordo com Libâneo (1994), o processo de ensino, ao mesmo tempo em que realiza as tarefas da instrução de crianças e jovens, também é um processo educacional.

Ressalta-se que no desempenho de sua profissão, o professor deve ter em mente a formação da personalidade dos alunos, não apenas no aspecto intelectual, como também nos aspectos morais, afetivos e físicos. Como resultado do trabalho escolar, os alunos vão formando o senso de observação, a capacidade de exame objetivo e crítico de fatos e fenômenos da natureza e das relações sociais, habilidades de expressão verbal e escrita. A unidade instrução-educação se reflete, assim, na formação de atitudes e convicções frente à realidade, no transcorrer do processo de ensino.

De acordo com Libâneo (1994), o processo de ensino deve estimular o desejo e o gosto pelo estudo, mostrando assim a importância do conhecimento para a vida e o trabalho, o que se evidencia na escola alvo dessa seção.

Um professor que aspira ter uma boa didática necessita aprender a cada dia como lidar com a subjetividade do aluno, sua linguagem, suas percepções e sua prática de ensino. Sem essas condições o professor será incapaz de elaborar problemas, desafios, perguntas relacionadas com os conteúdos, pois essas são as condições para que haja uma aprendizagem significativa. No entanto, para que o professor atinja efetivamente seus objetivos, é preciso que ele saiba realizar vários processos didáticos coordenados entre si, tais como o planejamento, a direção do ensino da aprendizagem e da avaliação.

No entanto, é preciso que haja tempo e uma preparação cuidadosa para que uma sala de aula inicial montessoriana atinja o funcionamento ótimo da sala de aula descrita, e pais e professores ficarão desanimados se esperarem que uma sala de aula com 20 ou 30 crianças já surja pronta de imediato. O tempo e a experiência

são necessários antes que as crianças possam desenvolver a disciplina interior necessária para usar de modo efetivo a liberdade de uma sala de aula Montessori. Em uma sala de aula já em funcionamento, em que dois terços das crianças tiveram essa oportunidade no ano interior, o terço mais novo que entra na sala de aula pela primeira vez desenvolve rapidamente essa disciplina por meio da imitação das crianças mais velhas e da atenção especial recebida da professora, especialmente quando entram algumas crianças por vez. Quando a sala de aula está começando, ainda não existe nenhuma comunidade estabelecida de criança, e a professora é a única a “mostrar o caminho da disciplina. (Lillard, 2017, p.79).

Durante a visita, a coordenadora pedagógica esclareceu que a escola busca por professores que tenham vontade de aprender, sejam formados em pedagogia, com vontade de crescer e abrir novos horizontes. A própria coordenadora explica que “o colégio não é um lugar para quem diz que gosta de ensinar, pois, o protagonista da escola é o aluno.”

Evidenciou ainda que a entrevista com o futuro professor da escola é feita por fases, primeiramente há uma conversa para que a coordenadora possa conhecer o candidato e depois uma entrevista escrita, porque hoje em dia encontra-se muita dificuldade com fala e escrita nos profissionais.

A professora deve trazer não só a capacidade, mas o desejo de observar os fenômenos naturais. Em nosso sistema, ela deve se tornar uma influência passiva, muito mais do que ativa, e sua passividade deve ser composta por curiosidade científica ansiosa e respeito absoluto pelo fenômeno que deseja observar. A professora deve entender e sentir sua posição de observadora: a atividade deve se situar no fenômeno. (Lillard, 2017 p.72)

A coordenadora informa também que se buscam pessoas que não falem alto, nem tenham o hábito de gritar em sala de aula e que tenham calma e muita paciência.

A professora Montessori serve como um exemplo no ambiente, inspirando assim o próprio desenvolvimento da criança. Essa é uma razão importante para que busque a flexibilidade, a cordialidade e o amor à vida. Além da compreensão e do respeito pelo “eu”. Ela deve ser tão fisicamente atraente quanto possível, pois dessa forma atrai a atenção e o respeito das crianças. A professora também deve ser atraente, arrumada e limpa, calma e digna, [pois sua] aparência é o primeiro passo para conquistar a confiança e o respeito da criança. [...] Então, o cuidado consigo mesma deve fazer parte do ambiente quem que a criança vive; a professora é a parte mais vital do mundo infantil. (Lillard, 2017, p.75)

Destaca-se que o professor precisa de treinamento para trabalhar com o Método Montessoriano, assim sempre no final do ano a coordenadora que tem formação internacional no método Montessori, junto com outros estudiosos do método, fazem uma programação para passar um treinamento para novos professores e assistentes e uma reciclagem para os que já atuam no colégio.

Pede-se também para que os novos ingressantes estudem o método, façam pesquisas e entendam como se atua em um ensino montessoriano. Segundo Libâneo (1994, p. 71), o trabalho docente também chamado de atividade pedagógica tem como objetivos primordiais:

Assegurar aos alunos o domínio mais seguro e duradouro possível dos conhecimentos científicos; Criar as condições e os meios para que os alunos desenvolvam capacidades e habilidades intelectuais de modo que dominem métodos de estudo e de trabalho intelectual visando a sua autonomia no processo de aprendizagem e independência de pensamento.

Assim, constatou-se que o Método Montessoriano é eficaz no processo de ensino-aprendizagem, mas é preciso que as escolas que o adotam assim como os professores que trabalham com ele estejam em constante formação e adequação.

Considerações finais

Esta pesquisa se propôs, como objetivo geral, mostrar como o Método Montessori pode auxiliar na educação de crianças tornando-as mais independentes e seguras.

Por priorizar a primeira infância defendendo e favorecendo o toque e o movimento como ferramentas principais para o aprendizado, Maria Montessori considerou que essa fase é a primordial para se educar. Possuindo assim um espaço adequado com materiais que atenda a particularidade de todos sem discriminação, com o incentivo correto, focando no desenvolvimento intelectual, motor da criança como um todo.

Pensadores como Piaget, Freire e a própria Montessori destacaram-se por propor algumas mudanças que foram de encontro com o pensamento educacional, destacando a evolução das crianças, suas habilidades e ainda as formas como é possível obter êxito nos processos de ensino e aprendizagem.

Destaca-se que Montessori procurou simplificar o trabalho docente, ela propôs uma forma de organização do trabalho didático em que seria possível a individualização do ensino, passando

segurança para as crianças e conseqüentemente elas poderiam adquirir autonomia sobre os estudos. Conduzindo assim a criança como um ser apto para se desenvolver com o mínimo de auxílio possível, Montessori considera as capacidades e concilia suas fragilidades, como apenas um obstáculo a ser quebrado.

Conclui-se, então, que as aulas não podem ser dadas, devem acontecer de maneira que a aprendizagem seja significativa, com o educando sendo protagonista desse acontecimento, sem um formato já pré-estabelecido pelo professor.

As atividades em sala de aula, nesse sentido, devem ser feitas de forma cooperativa, os estudantes trabalhando em grupo com a mediação provocativa do professor, assim tanto o professor como o estudante assumem a postura de pesquisadores. A empatia com o professor facilitará o processo de interação entre estudantes e professores, favorecendo o processo de motivação para a ação e busca por novas aprendizagens. Para isso é importante pensar em um professor pesquisador, curioso, investigador, criativo, inovador e acreditar num espaço de democracia para a autonomia.

Referências

- ANGOTTI, Maristela. Maria Montessori: uma mulher que ousou viver transgressões. In: FORMOSINHO; KISHIMOTO; PINAZZA (orgs). **Pedagogia (s) da Infância**: dialogando com o passado, construindo o futuro. Porto Alegre: Artmed, 2007. p. 95-113.
- FREITAS, R. C. O. **Um ambiente para operações virtuais com o material dourado**. 2004. 190 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004. Disponível em: <http://ronyfreitas.tripod.com/producao/Dissertacao.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2025.
- LIBÂNIO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.
- LILLARD, Paula Polk. **Método Montessori**: Uma introdução para pais e professores. 1ª Ed. São Paulo: Manole Editora.
- MONTESSORI, Maria. **Pedagogia Científica**: a descoberta da criança. Trad. de Aury Azélio Brunetti. São Paulo: Flamboyant, 1965.
- RÖHRS, H. **Maria Montessori**. Organização e tradução de Danilo Di Manno de Almeida e Maria Leila Alves. Recife, PE: Editora Massangana, 2010. (Coleção Educadores).