
Importância do conhecimento e treinamento da desorientação espacial na formação aeronáutica dos pilotos da aviação civil

Bruno Pugliesi Smirne Goi¹, Ederlei Alcântara², Willian Lyra Rocha³

1 Aeronauta pela ANAC e FAA. Cirurgião-dentista graduado pela Universidade de São Paulo (2010). Advanced Ground Instructor pela FAA. Pós-graduado em Safety na aviação pela Universidade Tuiuti do Paraná (2020). E-mail: brunogoi@hotmail.com

2 Aeronauta. Tecnólogo em Pilotagem Profissional de Aeronaves pela Universidade Tuiuti do Paraná (2011). Pós-graduado em Safety na aviação pela Universidade Tuiuti do Paraná (2020). E-mail: ederleialcantara@gmail.com

3 Professor Orientador. Farmacêutico-bioquímico, instrutor em Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (DQBRN) e em Evacuação Aeromédica, Instituto de Medicina Aeroespacial (IMAE). E-mail: willian.lyra@gmail.com

RESUMO: O presente artigo busca por meio de estudos históricos de acidentes aeronáuticos e pesquisas bibliográficas, conscientizar a comunidade aeronáutica da importância da abordagem do conhecimento relativo à desorientação espacial na formação de novos pilotos. Mesmo que de forma teórica, o objetivo é despertar no indivíduo a curiosidade por esse assunto que, apesar de anos de evolução e desenvolvimento tecnológico do meio aeronáutico, ainda hoje causa inúmeras fatalidades ao redor do mundo. Caracterizada pela perda de controle em voo por falta de referências visuais externas na operação aérea, a desorientação espacial pode muitas vezes ser evitada caso o treinamento para reconhecer os cenários mais propensos à sua concepção forem previamente estudados. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o fenômeno desorientação espacial e sua relação com a formação de novos profissionais, estudos de caso e de relatórios finais de acidentes envolvendo tal ciência. Assim, espera-se que este trabalho contribua e agregue conhecimento, para que tenhamos pilotos cada vez mais bem formados, de maneira segura e com a necessária conscientização da importância da prevenção de acidentes como ferramenta indispensável ao desenvolvimento da aviação.

Palavras Chave: 1. Desorientação Espacial. 2. Perda de Controle em Voo. 3. Treinamento Teórico. 4. CENIPA. 5. Aviação. 6. Gerenciamento de risco.

The importance of knowledge and training of space disorientation in aeronautical formation of civil aviation pilots

ABSTRACT: This article seeks, by means of historical studies of aeronautical accidents and bibliographic research, to make the aeronautical community aware of the importance of approaching knowledge related to spatial disorientation in the training of new pilots. Even if in a theoretical way, the objective is to arouse curiosity in this subject, which despite years of evolution and technological development in the aeronautical environment still today cause countless fatalities around the world. Characterized by the loss of control in flight due to the lack of external visual references in aerial operation, spatial disorientation can often be avoided if the training to recognize the scenarios most likely to be conceived is previously studied. For this purpose, a bibliographic review was carried out on the spatial disorientation phenomenon and its relationship with the training of new professionals, case studies and final reports of accidents involving such science. Thus, it is expected that this work contributes and adds knowledge, so that we have pilots who are increasingly better trained, safety prepared and with the necessary awareness of the importance of accident prevention as an indispensable tool for the development of aviation.

Key words: 1. Spatial Disorientation. 2. In flight control loss. 3. Theoretical Training. 4. CENIPA. 5. Aviation. 6. Risk Management.

Citação: Goi, BPSG, Alcântara, EA, Rocha, WLR. (2023) Importância do conhecimento e treinamento da desorientação espacial na formação aeronáutica dos pilotos da aviação civil. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N^o. 1, pp. 15-22.

1 INTRODUÇÃO

O primeiro voo de um aparelho, mais pesado que o ar que se tem registro, aconteceu em 23 de outubro de 1906 (MUSEU DO AMANHÃ, 2020). Porém os estudos para o desenvolvimento de equipamentos que possibilitassem que estas máquinas pudessem ser operadas em voo com baixa ou nenhuma visibilidade só vieram a ser feitos em 1920 (ABAG, 2020). E é a partir do momento em que o homem começa a operar aeronaves sem referências visuais externas que surgem os primeiros acidentes tendo como causa principal a desorientação espacial.

"A desorientação espacial e as ilusões sensoriais, que nos primórdios da aviação foram causa extremamente frequente de acidentes aeronáuticos, ainda hoje, após quase um século de evolução, desenvolvimento e aperfeiçoamento das aeronaves, continuam matando muitos daqueles que se aventuram a galgar os ares sem condições visuais, isto é, em "voos cegos" dentro de nuvens ou voos noturnos sem referências visuais externas". (FONSECA W. T., 2005).

Numa revisão da incidência de acidentes aeronáuticos ocorridos na Força Aérea Americana, a USAF, no período de 1954 a 1989 verificaram que, em média, 7,5% dos acidentes graves e 17,25% dos acidentes fatais se deram devido à desorientação espacial. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996)

Já a Americana *Federal Aviation Administration* (FAA) indica que mais de 90% dos casos envolvendo desorientação espacial na aviação civil, resultam em acidentes fatais. (FAA, 2020)

A desorientação espacial é caracterizada pela dificuldade ou incapacidade do piloto, quando em voo, em reconhecer a real posição da aeronave em relação à superfície terrestre, ocasionada em sua maioria pela falta de informações visuais externas à aeronave decorrentes de condições meteorológicas adversas. Nesta condição, o organismo tende a priorizar as informações provenientes de outros órgãos sensoriais, como o vestibular e o proprioceptivo, ambos propensos a ilusões e erros de interpretação, levando o indivíduo à perda do controle da aeronave, que na maioria dos casos resulta em acidentes fatais.

A instrução teórica das ciências que envolvem a pilotagem de aeronaves tem um papel fundamental na formação do profissional aviador, e tal conhecimento o acompanha ao longo de toda sua carreira na atividade aeronáutica, fornecendo ao piloto a capacidade de interpretação e tomada de decisões em todas as fases do voo, minimizando os riscos e aumentando a segurança nas operações aéreas. Porém, apesar de a capacitação para a pilotagem de aeronaves ser uma etapa repleta de manuais e regulações, alguns pontos no que tangem à prevenção de acidentes merecem uma atenção especial, e neste sentido o conhecimento sobre desorientação espacial se apresenta como um dos principais fatores. Contudo isso não consta na grade curricular dos cursos homologados para a formação de pilotos no Brasil. O presente artigo pretende explorar o tema, utilizando para tanto a revisão bibliográfica de estudos específicos e históricos de acidentes aeronáuticos envolvendo tal acontecimento, e como o treinamento e a abordagem do assunto na formação do piloto podem servir de barreira para que este fenômeno possa ser evitado.

A frequente ocorrência de acidentes relacionados à desorientação espacial chama a atenção para a falta de divulgação desse tipo de treinamento na comunidade aeronáutica, principalmente na base de formação do piloto da aviação civil, abrindo margem para essa discussão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EFICÁCIA DO TREINAMENTO APLICADO

Uma investigação do *National Transportation Safety Board* (NTSB) sobre o desempenho humano sugere que a solução mais útil para evitar a desorientação espacial é uma educação para os pilotos voltada para temas sobre a fisiologia e as causas psicológicas da mesma. (AERO MAGAZINE, 2020).

De acordo com a definição mais amplamente utilizada e aceita por um grande número de países:

“Desorientação espacial é um termo usado para descrever uma variedade de incidentes que ocorrem em voo, quando o piloto não consegue detectar corretamente a posição, movimento ou atitude de seu avião ou de si mesmo dentro do sistema de coordenadas fixas fornecidas pela superfície da Terra e pela gravidade. Além disso, os erros de percepção pelo piloto de sua posição, movimento ou atitude com respeito à sua aeronave, ou de sua própria aeronave em relação a outras aeronaves, podem também ser adotados dentro de uma definição mais ampla de desorientação espacial em voo.” (BENSON, 1988)

Segundo Cantón Romero, J. J., a desorientação espacial pode também ser classificada em três tipos:

- Tipo I (não reconhecida) - o piloto não reconhece que está desorientado. O Sistema Nervoso Central (SNC) não observa nenhum aspecto de desorientação e, por isso, não ativa nenhum sistema complementar para evitá-lo. O piloto desconhece o problema e continua pilotando, não percebe que há de fato um problema. A aeronave é levada ao chão e os resultados, com frequência, são fatais. Segundo o CENIPA, este tipo de desorientação é o responsável pela maioria dos acidentes.
- Tipo II (reconhecida) - é mais comum que o Tipo I. O SNC detecta que um tipo de desorientação está ocorrendo, então o piloto com treinamento correto torna-se ciente da existência de um problema e da discrepância entre a informação dada por seus sistemas sensoriais e a apresentada pelos instrumentos de bordo. Nesta fase, se o piloto tomar as atitudes corretas, o acidente poderá ser evitado e a situação será resolvida.
- Tipo III (incapacitante) - o SNC detecta que há desorientação, e o piloto experimenta a forma mais extrema dela. As informações fornecidas pelo sistema periférico são discordantes e o piloto é incapaz de resolver e recuperar o controle da situação. Essa situação pode levá-lo ao congelamento nos controles ou a efetuar comandos que agravam ainda mais a situação ao invés de recuperá-la, especialmente se houver fatores externos contribuintes como fadiga e elevada carga de trabalho. Esta situação leva a uma perda de controle da aeronave pelo piloto desorientado. (CANTÓN ROMERO, J. J., 2012)

Um estudo realizado pela universidade de Illinois (EUA) em 1954 utilizou 20 pilotos alunos, todos com experiência em regras de voo visual (VFR) e alguns com pouco ou nenhum treinamento sobre regras de voo por instrumento (IFR). Os alunos foram expostos a um teste realizado em simuladores de voo simulando condições de mau tempo e baixa visibilidade. O resultado foi que todos os pilotos, sem exceção, tiveram desorientação espacial e acabaram por perder totalmente o controle da aeronave.

O estudo mostrou que, independente da experiência de voo, uma vez o indivíduo exposto à desorientação espacial, a expectativa média de vida seria de 178 segundos, por não conseguirem manter o controle da aeronave. (AOPA, 2016)

Entretanto o objetivo do estudo não era identificar por quanto tempo eles conseguiriam manter o voo controlado em condições meteorológicas adversas, mas sim medir a eficácia de um programa de treinamento para ensinar pilotos como reagir em casos de entrada inadvertida em situações que possam levar à desorientação e principalmente como sair desta situação.

Batizado de "Experiência de giro 180 graus", o treinamento atingiu seu objetivo quando, dos 60 candidatos expostos às mesmas condições de voo que poderiam levar a desorientação, 59 saíram da condição com segurança, comprovando que o treinamento, quando bem aplicado, pode trazer benefícios incalculáveis para a comunidade aeronáutica. (AOPA, 2016)

Com base nestes dados, pode-se perceber que acidentes, que têm como principal fator contribuinte a desorientação espacial, quando ocorrem, em sua maioria, são fatais. Mas, quando há um treinamento prévio sobre seus efeitos, eles podem ser mitigados. Dessa forma, o presente artigo tem o objetivo de explorar a importância da introdução do assunto desorientação espacial durante o período de formação de pilotos da aviação civil brasileira, com foco no treinamento teórico, visto a sua não tão difícil aplicação.

Para que se possa pensar em medidas que auxiliem no aprendizado e consequentemente na prevenção de acidentes aeronáuticos, é importante compreender que o conhecimento sobre a desorientação espacial pode ter papel fundamental na segurança de voo.

Inicialmente se faz necessário conhecer como o processo normal de orientação funciona e como se relaciona com os seres humanos, principalmente os ligados com a atividade aeronáutica. A motivação deste trabalho é a promoção do conhecimento através da análise dos diversos aspectos relacionados aos acidentes aéreos envolvendo desorientação espacial, com o intuito de se identificar possíveis padrões e revelar cenários com maior frequência de ocorrência, com base na revisão de literatura, de documentos oficiais de órgãos reguladores e autoridades aeronáuticas, além da análise de relatórios finais de acidentes aeronáuticos.

Todavia não é pretensão deste trabalho elaborar qualquer manual ou técnica de prevenção de acidentes relacionados à desorientação espacial, mas sim expor o assunto e possíveis cenários envolvendo tal efeito, a fim de conscientizar a comunidade aeronáutica sobre a importância do aprendizado, seja na base da formação ou no decorrer da carreira profissional para que acidentes possam ser evitados.

3 METODOLOGIA

Em conformidade com o descrito em Gil (2009), este trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa descritiva quanto ao seu objetivo geral, em que se adotaram a pesquisa bibliográfica, aquela evoluída por meio de fontes bibliográficas, e a pesquisa documental, a qual é desenvolvida através de documentos (GIL, 2009).

Foram realizadas revisões bibliográfica e documental de produções científicas por intermédio de documentos nacionais e internacionais, publicações oficiais da ANAC, seus manuais e regulamentos para fundamentação do tema proposto "desorientação espacial", além da análise de relatórios finais e panoramas estatísticos da aviação civil Brasileira.

Foram utilizados os seguintes descritores para a efetivação desta pesquisa, por meio das mídias eletrônicas: "desorientação espacial", "*spatial desorientation*", "perda de controle em voo", "treinamento teórico de pilotos", "sumário estatístico da aviação de instrução" e "programas de instrução e manuais de instrução e procedimentos". Para isso, foram consultadas a biblioteca virtual do site da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), da *Federal Aviation Administration* (FAA), a biblioteca digital da Assessoria de Ensino e Pesquisa do Instituto de Medicina Aeroespacial (IMAE) e biblioteca digital do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Ministério da Defesa (CENIPA).

Outrossim, Merriam (1998 apud LEMOS, SANTINI e SILVEIRA, 2015) afirma que o estudo qualitativo básico se caracteriza por um método de pesquisa qualitativo. Contudo não é aprofundado nem investiga um fato específico como em um estudo de caso, haja vista que a pesquisa corrente faz uma análise de um assunto específico, desorientação espacial, e suas repercussões e consequências.

4 EQUILÍBRIO E ORIENTAÇÃO ESPACIAL

O homem, como espécie, possui três fontes principais pelas quais se pode manter o equilíbrio e orientação, os quais em situações normais são capazes de determinar com precisão um trajeto de movimentação. São eles o aparelho vestibular ou ouvido interno, o sistema visual e o sistema proprioceptivo.

- 1 Dentre os três recursos sensoriais de orientação mencionados, somente os olhos são confiáveis, fornecendo uma verdadeira imagem da posição do corpo no espaço e ao mesmo tempo são responsáveis por 80% das informações de orientação, desde de que recebam as informações adequadas. O aparelho vestibular por sua vez, relacionado ao ouvido interno canais semicirculares e órgãos otólitos, tem a função de fornecer as acelerações angulares, acelerações lineares e gravitacionais, representando 10% da orientação. Por fim, o sistema proprioceptivo fica a cargo da última parcela de 10% da orientação, por meio de receptores localizados na pele, músculos, tendões, ligamentos e articulações. Estes três sistemas sensoriais funcionam muito bem quando o indivíduo se encontra em terra, porém, quando em voo, a orientação

espacial pode apresentar problemas, já que o corpo pode ser afetado por uma variedade de acelerações que agem em combinações e padrões não familiares. (ASAS DO CONHECIMENTO; SERGIO KOCH, 2020)

- 2 O senso de orientação detém representativa importância fisiológica para as atividades diárias e sobrevivência do corpo humano no ambiente terrestre. Realizado de forma inconsciente, assim como respirar, o termo orientação corresponde a uma autoconsciência em relação ao ambiente e seus elementos ou, ainda, a um senso de localização geográfica.

Em voo, a orientação refere-se, mais especificamente, a uma consciência de atitude e posição espacial da aeronave em relação à referência externa fornecida pela superfície terrestre e gravidade. Diferente do que acontece em solo, o senso de orientação do piloto precisa manter-se consciente durante todo o voo. (STOTT 2013)

5 PANORAMA DA FORMAÇÃO TEÓRICA DO PILOTO NO BRASIL E NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

A categoria de voo pretendida influencia diretamente na graduação requerida e necessária para certificação do piloto, juntamente com os requisitos de qualificação, treinamento e experiência.

A ANAC estabelece, através do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC nº61), as normas e procedimentos relativos à concessão de licenças, habilitações e certificados para pilotos, os requisitos e padrões mínimos que devem ser cumpridos para a concessão e revalidação destes documentos e as prerrogativas e limitações relativas a cada licença, habilitação ou certificados. (ANAC, 2020)

A sequência do processo de formação básica de um piloto da aviação civil brasileira inicia-se com a obtenção da licença de piloto privado, seguida da licença de piloto comercial, caso o indivíduo pretenda exercer atividade remunerada na aviação.

De acordo com as considerações gerais do Manual Piloto Privado-Avião MCA-58-3-2004:

“A habilitação Piloto Privado-Avião (PP-A) constitui o primeiro degrau da carreira de piloto de avião e, mesmo com pouca experiência de voo, em algum momento esse piloto poderá estar conduzindo uma aeronave em espaço aéreo de tráfego intenso, como poderá também vir a operar em aeroportos de grande movimento.

Por isso mesmo, é de extrema importância que todos aqueles que estiverem direta ou indiretamente envolvidos com a instrução teórica e/ou prática do curso “Piloto Privado-Avião” considerem que a formação desse piloto deve ser a mais completa possível, razão pela qual os conhecimentos técnicos e operacionais devem ser transmitidos de forma doutrinária, principalmente aqueles relacionados com a segurança de voo e com a prevenção de acidentes aeronáuticos.

Por fim, é imprescindível não se perder de vista que a formação do piloto privado-avião deve ser tratada como uma preparação basilar para a ascensão aos demais níveis da carreira de piloto de avião, na medida em que o objetivo final, para a maior parte dos candidatos que buscam obter esta licença, é tornar-se profissional de carreira da indústria do transporte aéreo.” (MCA 58-3, 2004)

As especificações adotadas pela ANAC para a obtenção da licença de piloto privado, apesar de serem categóricas referentes à importância do conhecimento teórico na formação do piloto, dispensam o mesmo da obrigatoriedade da realização de curso homologado nesta primeira fase de aprendizagem, deixando a cargo do indivíduo a escolha de estudar por conta própria ou através de curso ministrado por instituições de ensino especializadas.

Tal temática abre margem para uma capacitação deficiente uma vez que, no primeiro caso, não se pode mensurar a qualidade do conteúdo estudado, o que pode impactar diretamente a segurança de voo. (ANAC, 2020)

A licença de piloto privado como habilitação básica na formação brasileira exigida pela ANAC, tanto na parte teórica como a parte prática, é focada no treinamento dos pilotos para voos realizados em condições meteorológicas visuais, quando o piloto utiliza referências na superfície terrestre, tais como estradas, lagos, rios, montanhas, cidades que o auxiliam na determinação de dois elementos básicos da navegação aérea que são a localização e a orientação. Dessa forma, não é necessário o uso de instrumentos de bordo para guiá-lo no deslocamento. Porém, para que estas referências sejam mantidas, as condições meteorológicas devem ser favoráveis ao voo visual, e este é um dos motivos os quais fazem com que a meteorologia aeronáutica tenha íntima relação com a orientação em voo.

Baseando-se em análises de relatórios finais de acidentes aeronáuticos disponibilizados pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), foi possível perceber que a maior causa envolvendo desorientação espacial estava relacionada com a baixa visibilidade e tiveram como principal característica e fator contribuinte a entrada inadvertida de voos visuais em condições meteorológicas adversas. Ou seja, voos sob regras de voo visual (VFR), quando o piloto consegue manter referências com o solo durante o voo, em áreas de Condições Meteorológicas de Instrumento (IMC), quando são exigidos dos pilotos conhecimentos das regras de voo por instrumento (IFR) (com auxílio de instrumentos e sem referências externas).

Esta operação mistura voo visual e voo por instrumento, que, sem um prévio planejamento da meteorologia, podem trazer consequências catastróficas. Cometido muitas vezes por pilotos com pouca ou nenhuma experiência neste tipo de operação, a aviação geral é a mais suscetível a este tipo de situação.

De acordo com o *Risk Management Handbook* da (FAA), o prosseguimento do voo VFR em condições meteorológicas de instrumento geralmente leva à desorientação espacial ou colisão com solo/obstáculos. É ainda mais perigoso se o piloto não estiver habilitado com as licenças apropriadas para voo IFR. Acidentes relacionados ao clima, particularmente aqueles associados ao voo VFR em condições meteorológicas de instrumento, continuam sendo uma ameaça à segurança da aviação geral. 80% dos acidentes VFR-IMC resultaram em fatalidade. (FAA, 2009)

Apesar de o conhecimento sobre desorientação espacial ser um assunto de extrema importância para a segurança de voo, a grade curricular, tanto do curso de piloto privado como de piloto comercial aplicadas no Brasil, não dá a devida atenção para divulgação deste conhecimento.

Até o início da execução deste artigo, os manuais de cursos disponibilizados pela ANAC para formação do profissional aviador eram os mesmos utilizados desde 1990. Porém, no dia 15 de junho de 2020, a ANAC aprovou pela portaria nº 1.529 SPO a IS Nº 141-007 (Revisão A) e disponibilizou gratuitamente de forma *online* em seu *website* um novo manual intitulado de "Programa de Instrução e Manual de Instruções e Procedimentos" completo e atualizado. Neste novo material, já é possível encontrar alguns tópicos mencionando tal assunto, reforçando a importância sobre a disseminação deste conhecimento.

A Instrução Suplementar (IS) menciona que o curso deve abranger todos os elementos previstos no RBAC nº 61 referentes ao treinamento para licença de piloto privado.

A Unidade 1 da IS, Reconhecimento e Gerenciamento de Ameaças e Erros, comenta especificamente sobre a importância de um piloto privado se familiarizar com ameaças, como por exemplo, a degradação de condições meteorológicas durante o voo e perda de controle (desorientação espacial).

O item 7.1, Programa de Instrução de Piloto Privado, a Instrução Suplementar diz:

“Como qualquer curso prático aprovado pela ANAC que aplica tão somente os requisitos mínimos de matrícula estabelecidos nesta IS, o curso prático de piloto privado não pode partir do princípio que o aluno, ao ingressar, já concluiu um curso teórico com aproveitamento. Mesmo que isso tenha ocorrido, não é possível garantir que o aluno se lembra de uma porção significativa do conteúdo do curso teórico. Assim, as atividades do curso prático devem ser desenvolvidas de acordo com essa condição, ou o Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC) deve especificar um requisito de matrícula mais restritivo para a participação no curso e desenvolvê-lo de acordo.” (IS No 141-007, 2020)

No item 7.6.5, referente ao treinamento de solo para instrutores de voo IFR, o assunto também se apresenta claramente dentro dos conteúdos requeridos para o treinamento dessa forma:

“Desorientação espacial. Características e limitações do sistema vestibular. Ilusões associadas à perda das referências externas. Ilusões visuais associadas ao voo noturno. Entrada não intencional em IMC.” (IS No 141-007, 2020)

Estas modificações só reforçam como os materiais disponibilizados anteriormente necessitavam de uma atualização e como a divulgação destes materiais de forma gratuita podem repercutir em uma melhora no treinamento de novos aviadores.

Frederico Alberto Marcondes Felipe, Brigadeiro do ar, Ex-Chefe do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), acrescenta:

"A educação permeia o sucesso de qualquer atividade empreendida pelo ser humano. Nas tarefas mais complexas, mais espetaculares, mais artísticas, mais surpreendentes, sempre se pode encontrar em sua gênese a importante participação do processo de aprendizagem, fornecendo o necessário ao seu desenvolvimento. Neste sentido a atividade aérea também está intimamente relacionada ao ensino. A formação de novos pilotos, proporcionada pelas entidades da aviação de instrução, constitui-se um importante insumo para o desenvolvimento seguro da aviação brasileira" (CENIPA, 2020).

Por outro lado, existe um programa de estudos Americano disponibilizado pela FAA denominado *syllabus*, uma espécie de programa de ensino com todas as disciplinas. Este programa pontua todos os detalhes específicos de cada certificado e licenças que um piloto almeja, seus respectivos requerimentos de conhecimentos e níveis de aplicação, proporciona um conjunto de padrões de fonte única para o exame de conhecimento teórico e para o teste prático do aluno piloto. Sua última atualização, disponível oficialmente para a licença de piloto privado, foi o *Private Pilot - Airplane Airman Certification Standards (FAA-S-ACS-6B) (Change 1)*, em junho de 2018 e que de fato se tornou efetivo em 28 de junho de 2019. (FAA, 2018)

Em seu capítulo sobre Fatores Humanos, o qual tem por objetivo determinar que o candidato apresente conhecimentos satisfatórios sobre gerenciamento de riscos e habilidades associadas à saúde pessoal, fisiologia do voo, fatores aeromédicos e

humanos, no que se refere à segurança do voo, é dito que o requerente deve demonstrar conhecimento e entendimento de desorientação espacial. O requerente deverá também demonstrar realizando manobras básicas de instrumentos em voo reto e nivelado, em subidas e descidas, com velocidade constante, durante curvas para direções específicas e durante recuperações de atitudes anormais de voo. Seu objetivo é determinar que o candidato exiba conhecimentos satisfatórios, gerenciamento de riscos e habilidades associadas ao voo utilizando-se apenas a referência de instrumentos. O candidato também deve demonstrar a capacidade de identificar, avaliar e mitigar riscos, incluindo perigos durante um voo por instrumentos devido ao insucesso de manter condições de voo VFR, desorientação espacial, perda de controle em voo, entre outros.

Com isso, fica claro que, embora um candidato almeje uma licença sem a inclusão de voo por instrumentos, necessita entender a teoria e fornecer explicações no momento de um voo de avaliação e/ou até mesmo, em uma prova prática, exibir conhecimentos sobre desorientação espacial para caso esta situação aconteça inadvertidamente.

6 RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Em 2016, a ANAC, em parceria com o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáutico (SIPAER), realizou a publicação de uma Carta de Segurança Operacional. Baseada em vários textos de importantes organizações internacionais, nos quais, em um de seus tópicos foi abordado o assunto relacionado a perda de controle em voo, expôs-se a importância de um bom planejamento de voo e o conhecimento teórico das causas que podem levar o piloto a desorientação espacial.

Porém, além de apontar as possíveis causas para esta condição, o mais importante conteúdo mencionado foram as possíveis medidas para recuperação do controle da aeronave.

O texto apresenta orientações para o gerenciamento de risco relacionados a fatores meteorológicos e medidas práticas para manter o controle da aeronave por um período limitado de tempo, quando o piloto, inadvertidamente, entra em condições meteorológicas que podem fazê-lo perder o controle da aeronave.

Dessa forma, o piloto, imediatamente reconhecendo que está prestes a se desorientar, pode, mediante a observação dos instrumentos básicos a bordo da aeronave, realizar uma curva de 180° coordenada e retornar para a condição anterior de voo visual e nivelado. (ANAC, 2016)

7 CUSTO BENEFÍCIO DO TREINAMENTO TEÓRICO

O custo benefício da implementação da instrução teórica é muito baixo e extremamente efetivo. Em 1997 (BRAITHWAITE MG, 1997), Braithwaite publicou trabalhos sobre demonstrações de desorientação espacial em voo para pilotos britânicos de helicóptero, sua relação custo-benefício e aceitação dos pilotos.

Braithwaite também liderou outro estudo (BRAITHWAITE MG, HUDGENS JJ, ESTRADA A, ALVAREZ EA, 1998) em 1998, no qual pilotos de helicópteros do Exército dos EUA foram expostos ao programa de treinamento de voo britânico.

Mais recentemente, Ercoline criou o “*SD Countermeasures Research Program: Summary Report*” (Laboratório de pesquisas da Força Aérea, relatório não publicado, dezembro de 2005), que capturou todos os esforços de prevenção de desorientação espacial nos cinco anos anteriores. Ele concluiu que a eficácia do treinamento resultou na economia de doze aeronaves, a imensurável vida de vinte tripulantes membros e quase US\$ 500 milhões de dólares americanos.

No âmbito da aviação civil, segundo a *Federal Aviation Administration* (FAA), os dados de acidentes entre 2008 e 2013 mostram que quase 200 acidentes foram associados à desorientação espacial, sendo que mais de 70% deles foram fatais.

Com o número de forças aéreas no mundo e a magnitude da atividade comercial e da aviação geral, é fácil chegar a uma estimativa de que a desorientação espacial gaste bilhões de dólares em recursos todos os anos. (GILLINGHAM, K.K, 1992)

Dessa maneira, existem evidências suficientes para comprovar a eficácia dos programas de treinamento de desorientação espacial e sua economia gerada ao longo do tempo, principalmente de vidas humanas, mas também de recursos financeiros.

O baixo custo e as facilidades da implementação teórica, quando comparados ao uso de simuladores, *Flight Simulation Training Devices* (FSTD) e/ou a própria instrução prática de voo, devem sempre ser considerados para que se possa mitigar grande parte desses dados estatísticos exclusivamente através do ensino teórico. O acesso à teoria, à informação e cultura aeronáutica é por vezes gratuito e pode ser realizado por meio de livros digitais e conteúdos de vídeos, como por exemplo os disponibilizados pelo site da FAA. (FAA, 2020)

8 CONCLUSÃO

Após a análise do conteúdo exposto neste artigo, ficou evidente que, apesar de todo o avanço tecnológico disponível no setor aeronáutico, acidentes envolvendo desorientação espacial continuam acontecendo, vitimando pessoas e destruindo recursos materiais. Neste contexto, o que pôde ser percebido é que a falta de treinamento ou até mesmo o desconhecimento do assunto foram de alguma forma fatores contribuintes para o desfecho de acontecimentos catastróficos envolvendo a desorientação espacial.

Baseado no estudo aplicado e apresentado no artigo, a exposição do assunto desorientação espacial na base da formação dos pilotos, através de treinamento em simuladores ou mesmo que de forma teórica, busca conscientizar a comunidade aeronáutica sobre a importância deste conhecimento. A teoria se mostrou eficaz, funcionando como uma barreira mitigadora dos riscos que envolvem esta situação, trazendo resultados positivos no que se refere a segurança de voo.

O uso de dados estatísticos consolidados para auxiliar os programas de treinamento permitem maior robustez no ensino e aumentam a capacidade de tomada de decisão em situações críticas, resultando em maior capacidade de entendimento e consciência situacional, melhorando a eficiência, eficácia e segurança das operações, nunca deixando de lado a consciência de que o ser humano é um elo frágil no sistema complexo da aviação merecedor de especial atenção.

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador Willian Lyra Rocha, que não poupou esforços para que o trabalho atingisse sua forma final. Aos Coordenadores da pós-graduação em *Safety* da Universidade Tuiuti do Paraná, Mauricio Lorenzini e Margareth Hasse, por incentivarem e acreditarem em seus alunos. Aos familiares por todo o apoio durante essa jornada. Ficam aqui nossos sinceros agradecimentos.

REFERÊNCIAS

- ABAG (2020) - **DESORIENTAÇÃO ESPACIAL** - Disponível em: <http://abag.org.br/assets/seg_voo-desorientacao-espacial.pdf> Acesso em: 12 jul. 2020.
- AERO MAGAZINE (2020) – **Você já se perguntou se é seguro voar *single-pilot*?** – Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/e-seguro-voar-single-pilot_5106.html> Acesso em: 24 mar. 2020.
- ANAC (2020) - **ANAC altera RBAC nº 61 (Licenças, Habilitações e Certificações de pilotos)** - Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/noticias/2016/anac-altera-rbac-no-61-licencas-habilitacoes-e-certificacoes-de-pilotos>> Acesso em: 28 abr. 2020.
- ANAC (2016) – **Carta de Segurança Operacional** - Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/carta/edicao-5>> Acesso em: 18 jun. 2020.
- AOPA (2016) - **P&E: PROFICIENCY - THE LOST LESSONS OF '178 SECONDS TO LIVE'** - Disponível em: <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2016/march/pilot/pe_proficiency> Acesso em: 22 jun. 2020.
- ASAS DO CONHECIMENTO; SERGIO KOCH (2020) – **Desorientação Espacial** - Disponível em: <<https://sites.google.com/site/invacivil/temas-ja-discutidos/desorientacao>> Acesso em: 28 abr. 2020.
- BENSON (1988) - **Spatial Disorientation in Flight: Current Problems** - Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a094913.pdf>> Acesso em: 24 mar. 2020.
- BRAITHWAITE MG. (1997) - **The British Army Air corps in-flight spatial disorientation demonstration sortie.** Aviat Space Environ Med 1997; 68: 342 – 5.
- BRAITHWAITE MG, HUDGENS JJ, ESTRADA A, ALVAREZ EA. (1998) - **An evaluation of the British Army spatial disorientation sortie in U.S. Army aviation.** Aviat Space Environ Med 1998; 69: 727 – 32.
- CANTÓN ROMERO, J. J. (2012) - **Desorientación espacial** - Disponível em: <<http://www.hispaviacion.es/desorientacion-espacial/>> Acesso em: 12 abr. 2020.
- CENIPA (2020) – **Sumário Estatístico da Aviação de Instrução** – Disponível em: <<https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas>> Acesso em: 19 mai. 2020.
- FAA (2020) - **Pilot Proficiency Training** - Disponível em: <https://www.faa.gov/news/safety_briefing/2019/media/SE_Topic_19-03.pdf> Acesso em: 22 abr. 2020.
- FAA (2018) - **Private Pilot – Airplane Airman Certification Standards** - Disponível em: <https://www.faa.gov/training_testing/testing/acs/media/private_airplane_acs_change_1.pdf> Acesso em: 15 jun. 2020.
- FAA (2009) - **Risk Management Handbook (FAA-H-8083-2)** - Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/faa-h-8083-2.pdf> Acesso em: 12 jun. 2020.
- FAA (2020) - **Spatial Disorientation and Aerospace Medicine Reference Collection** - Disponível em: <https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/aam/cami/library/online_libraries/aerospace_medicine/sd/videos/> Acesso em: 10 jun. 2020.
- FONSECA W. T. (2005) - Livro Medicina Aeroespacial capítulo X – Ilusões Visuais (citação da letra a deste item) e no capítulo XI – Desorientação Espacial (citação da letra b deste item).
- GIL, A. C. (2009) - **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GILLINGHAM, K.K. (1992) - **THE SPATIAL DISORIENTATION PROBLEM IN THE UNITED STATES AIR FORCE** - Disponível em: <http://www.jvr-web.org/Download/Volume_02/Number_4/v02_n4_a4.pdf> Acesso em: 10 jun. 2020.

- GILLINGHAM; PREVIC (1996) - *Spatial Disorientation in Aviation: Historical Background, Concepts and Terminology* - Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=oYP7m9m2RocC&pg=PR15&lpg=PR15&dq=Gillingham+e+Previc&source=bl&ots=HIjHXU_8_i&sig=ACfU3U0gzzOIDpkUt-L4SFieFkMLkIK8eA&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwiZ5-d1e7pAhWoG7kGHShqDAMQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=Gillingham%20e%20Previc> Acesso em: 22 abr. 2020.
- IS No 141-007 (2020) – **Programas de Instrução e Manuais de Instrução e Procedimentos** - Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2020/24s1/is_141_007_para_publicacao_revisada_pdf.pdf> Acesso em: 12 jun. 2020.
- LEMONS, L. C.; SANTINI, R. B.; SILVEIRA, N. S. P. (1998, 2015) - **A feminização da área contábil: um estudo qualitativo básico**. Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade. v. 9, n. 1, art. 4, p. 64-83, 2015.
- MCA 58-3 (2004) - **MANUAL DO CURSO PILOTO PRIVADO - AVIÃO** - Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2020/24s1/is_141_007_para_publicacao_revisada_pdf.pdf> Acesso em: 02 jun. 2020.
- MUSEU DO AMANHÃ (2020) - **Conheça todas as 22 maravilhas voadoras criadas por Santos Dumont** - Disponível em: <<https://museudoamanha.org.br/pt-br/conheca-22-maquinas-voadoras-santos-dumont>> Acesso em: 10 jun. 2020.
- STOTT, J. R. R. *Orientation and disorientation in aviation. Extreme Physiology & Medicine*, Londres, Janeiro. 2013. ISSN: 2046-7648.