



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**JOSÉ LUIS DA SILVA JUNIOR**

**ENTRADA INADVERTIDA EM CONDIÇÕES IMC DURANTE VOO VFR**

Palhoça

2021

**JOSÉ LUIS DA SILVA JUNIOR**

**ENTRADA INADVERTIDA EM CONDIÇÕES IMC DURANTE VOO VFR**

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

Orientador: Prof. Orlando Flávio Silva, Esp.

Palhoça

2021

**JOSÉ LUIS DA SILVA JUNIOR**

**ENTRADA INADVERTIDA EM CONDIÇÕES IMC DURANTE VOO VFR**

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

Palhoça, outubro de 2021

---

Orientador: Prof. Orlando Flávio Silva, Esp.

---

Prof. Joel Irineu Lonh, MSc.

Dedico este trabalho aos meus pais, por todo suporte que me foi dado nessa trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer minha família e amigos por todo incentivo e ajuda ao longo desses anos de faculdade. Meus agradecimentos também vão aos professores da Unisul por todos os ensinamentos e tempo que nos foi dedicado, especialmente ao coordenador do curso Paulo Roberto dos Santos e ao meu Professor Orientador Orlando Flávio Silva.

## **RESUMO**

O objetivo geral dessa pesquisa foi compreender os motivos que levam a ocorrência de acidentes por entrada inadvertida em condição IMC durante o voo visual. Caracterizasse como uma pesquisa explicativa e exploratória com procedimento bibliográfico e documental por meio de livros, artigos, regulamentos e leis. Ao finalizar a pesquisa conclui que são diversos motivos que levam os pilotos a entrarem em condições adversas durante o voo visual, de acordo com os estudos de caso feitos nessa pesquisa se destacaram a inobservância das regras do ar, a pressão autoimposta devido ao tipo de operação e o excesso de confiança.

Palavras-chave: Voo. VFR. IFR. Inadvertido. IMC.

## **ABSTRACT**

The general goal of this research was to understand the reasons that lead to accidents due to inadvertent entry in IMC conditions during the visual flight. Characterized as a explanatory and exploratory research with a bibliographic and documentary procedure by books, articles, regulations and laws. At the end of this research I concluded that there are several reasons that lead the pilots to entry in adverses conditions during the visual flight, according to the case studies that were made in this research, some of them stood out, the non-observance of air laws, the, self-imposed pressure due to the kind of operation and the exces of confidence.

Key words: Fligh. VFR. IFR. Inadvertent. IMC.

## LISTA DE SIGLAS

IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> – Regras de Voo por Instrumento
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> – Regras de Voo Visual
IMC	Condições meteorológicas de voo por instrumentos
VMC	Condições meteorológicas de voo visual
RAB	Registro de Aeronaves Brasileiro
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
REDMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> – Reporte meteorológico de aeródromo
TAF	<i>Terminal Aerodrome Forecast</i> - Previsão Terminal de Aeródromo
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i> - Administração Federal de Aviação
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
RBAC	Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil
SIGMET	Informação Meteorológica Significativa
AIRMET	<i>Airmen's Meteorological Information</i> – Informação meteorológica de aviadores
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
APP	<i>Approach Control</i> - Controle de aproximação
EGPWS	Sistema aprimorado de alerta de proximidade do solo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA .....	11
1.3 OBJETIVOS.....	11
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>11</b>
1.4 JUSTIFICATIVA .....	11
1.5 METODOLOGIA.....	12
<b>1.5.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa .....</b>	<b>12</b>
1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.2 REGULAMENTAÇÃO .....	15
2.3 PLANEJAMENTO METEOROLÓGICO .....	18
2.4 FORMAÇÃO DE UM PILOTO PRIVADO.....	19
2.5 HABILITAÇÃO DE VOO POR INSTRUMENTOS .....	20
2.6 ESTUDO DE CASO .....	21
<b>3 CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aviação Brasileira é muito grande, atualmente temos 22.410 aeronaves registradas, de acordo com os dados mais atualizados do Registro Aeronáutico Brasileiro, o RAB. Esse número é dividido entre diversas categorias, o transporte público regular e não regular somado representam um total de 1.954 aeronaves, deixando fora desse meio um total de 20.456 aeronaves que compõem a nossa aviação geral Brasileira. O objetivo dessa divisão é separar uma aviação totalmente controlada que é o transporte público de passageiros e do outro lado a aviação geral, que segue as mesmas Regras do Ar, porém não é submetida a mesma quantidade de certificações e fiscalizações que a dita aviação “comercial”.

Nessa aviação geral temos vários setores, como por exemplo a aviação executiva, de instrução, serviços aéreos especializados e a aviação desportiva, que normalmente incluiu aeronaves experimentais leves, que são usadas para lazer e uso privado do proprietário. Dito isso, podemos refletir sobre o uso dessas aeronaves, muitas delas realizam cotidianamente voos visuais, porém o sucesso desses voos depende da preparação feita pelo piloto, uma análise do tempo em rota e um julgamento rápido quando se deparar com uma condição IMC a frente.

Existem diversos relatórios finais apresentados pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, onde aeronaves entraram em condições IMC durante o voo visual, o resultado dessa ação, que hora pode ser considerada um erro, outrora pode ser uma violação é normalmente trágico, diferentes tipos de acidentes podem ocorrer após uma entrada inadvertida em condições IMC, como por exemplo a desorientação espacial, onde o piloto após perder as referências visuais, acaba confiando em seus outros dispositivos sensoriais, os quais ao longo desse trabalho veremos que não são confiáveis, também existe a possibilidade de colisão com obstáculos ou o solo, pois durante o voo visual temos parâmetros para manter as distâncias mínimas de elevações que representam perigo ao voo, já quando o piloto adentra indevidamente em condições IMC, ele não estará protegido por nenhum gabarito de segurança.

Atualmente temos muitas tecnologias disponíveis ao alcance dos pilotos para um bom planejamento meteorológico antes de um voo VFR, como por exemplo o site REDMET, onde temos acesso a diversas informações gratuitas, como SIGMET, AIRMET, imagens de satélite, METAR e TAF de todas as regiões do Brasil, porém o que vemos muitas vezes essa preparação meteorológica é menosprezada, corroborando para uma situação adversa durante o voo, que muitas vezes tem um final trágico.

## 1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Porque atualmente, com tanta tecnologia para análises meteorológicas, ainda temos acidentes por entrada inadvertida em condições IMC durante o voo visual?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Compreender os motivos que levam a ocorrência de acidentes por entrada inadvertida em condição IMC durante o voo visual.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

A) Analisar casos reais de acidentes que tiveram como fator principal a entrada inadvertida em condição IMC durante voo visual.

B) Compreender os motivos que levam pilotos a continuar um voo em condições adversas em detrimento da própria vida e dos passageiros.

C) Adquirir conhecimentos para contribuir com soluções para mitigar esse tipo de ocorrência.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Com o exponencial aumento da aviação nas últimas décadas, os níveis de segurança aumentam cada vez mais, porém existe uma discrepância entre a aviação comercial, aquela que faz o transporte público de passageiros e da aviação geral, onde na maioria das vezes o responsável pelo planejamento e execução do voo é o mesmo piloto, essa aviação geral tem índices de acidentes muito maiores, e vendo os históricos de acidentes através de relatórios e notícias recentes, identificou-se um problema, que é a falha na tomada da decisão de diversos pilotos, que decidem enfrentar condições meteorológicas adversas, enquanto deveriam se manter sob regras de voo visual.

O objetivo é expor aqui alguns casos que serviram como material de estudo, o qual foram subtraídas lições importantes, e identificados os fatores operacionais, pessoais e materiais que contribuíram para o resultado dos incidentes e relacioná-los, para assim poder mostrar o principal motivo que leva tal tipo de acidente a ocorrer.

O trabalho tem como objetivo alertar os integrantes do mundo da aviação geral dos perigos da entrada inadvertida em condição IMC durante o voo VFR, e mitigar a ocorrência de acidentes por esse motivo.

A ideia desse trabalho surgiu após a observação de diversas ocorrências de acidentes advindos da entrada em condições de voo IFR durante o voo visual em território Brasileiro, e além disso conversando com pilotos dos mais variados ramos, a maioria deles tem em sua carreira algum história relacionada a condições adversas de tempo que por sorte acabou bem, no entanto muitas vezes esses eventos não acabam bem, e são nesse eventos específicos que devemos nos ater, estudar e analisar, para evitar que eles sejam repetidos.

Esse trabalho é baseado em relatórios finais de acidentes fornecidos pelo CENIPA e por artigos da FAA, ANAC e outros trabalhos acadêmicos.

## 1.5 METODOLOGIA

### 1.5.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

A metodologia usada se caracteriza como pesquisa explicativa e exploratória, que visa através da exposição de conceitos, artigos e casos reais, identificar a origem de um problema enfrentado atualmente na aviação, que são os acidentes causados por entrada inadvertida em condições IMC durante o voo VFR.

Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente.

Pode-se dizer que o conhecimento científico está assentado nos resultados oferecidos pelos estudos explicativos (Gil, 2002).

## 1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Visando atingir a conclusão da pesquisa, esse trabalho está dividido entre 3 capítulos, o primeiro onde é introduzido o assunto e toda a problemática junto dos objetivos gerais e específicos, no segundo capítulo desenvolvemos todos os assuntos relacionados a problemática a fim de corroborar com as considerações finais que se encontram no terceiro capítulo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O homem diferentemente dos pássaros, não tem sua fisiologia sensorial preparada para o voo, ao longo dos séculos nos movimentamos por meios terrestres e aquáticos, porém o meio aéreo é muito recente, pouco mais de 100 anos.

De acordo com Rodrigues (2016) a orientação durante o voo é essencial na prevenção de acidentes: a capacidade de um piloto se manter orientado, saber interpretar os instrumentos de voo e conseguir corrigir a posição do avião ou interromper determinada manobra são de extrema importância.

A orientação espacial é a definição da nossa habilidade natural de manter a orientação do nosso corpo e postura em relação ao ambiente ao nosso redor, seja em descanso ou em movimento (Antunano, s.d, p. 1, tradução nossa).

O corpo humano tem a capacidade de se manter orientado andando sobre a terra, ou dirigindo um carro, ao fechar os olhos, não verá mais o caminho, porém ainda terá a capacidade de reconhecer a sua situação em relação ao ambiente externo, se está indo para frente ou fazendo uma curva para algum dos lados, porém no ar esse funcionamento não é o mesmo.

Nos primórdios da aviação os aviões eram frágeis, e não tinham nenhum instrumento, resumindo os voos ao período diurno e com um clima razoavelmente bom, pois o piloto necessitava de plena visão do horizonte para se orientar. Por mais que a aviação tenha evoluído, o corpo humano continua o mesmo, temos um sistema vestibular, esse é basicamente composto pelos órgãos do ouvido interno, junto com a nossa visão e a propriocepção dos nossos músculos, esse conjunto é responsável por nossa orientação espacial, porém como não é da natureza humana o voo, necessitamos muito da visão para nos mantermos orientados, logo quando esse fator sai da equação, uma desorientação espacial é eminente, por esse motivo as referências visuais eram e ainda são muito importantes quando estamos falando de voos sob regras VFR.

## 2.2 REGULAMENTAÇÃO

Desde o início da formação aeronáutica os pilotos aprendem sobre regulamento de tráfego aéreo, inicialmente as regras do voo visual que são estabelecidas pela ICA 100-12, no capítulo 5:

### 5 REGRAS DE VOO VISUAL

#### 5.1 CRITÉRIOS GERAIS

5.1.1 Exceto quando operando como voo VFR especial, os voos VFR deverão ser conduzidos de forma que as aeronaves voem em condições de visibilidade e distância das nuvens iguais ou superiores àquelas especificadas no quadro da tabela 1.

5.1.2 Não obstante o estabelecido em 5.1.1 anterior, os voos VFR somente serão realizados quando simultânea e continuamente puderem cumprir as seguintes condições:

- a) manter referência com o solo ou água, de modo que as formações meteorológicas abaixo do nível de voo não obstruam mais da metade da área de visão do piloto;
- b) voar abaixo do FL 150; e
- c) voar com velocidade estabelecida no quadro da tabela 1.

5.1.3 Exceto quando autorizado pelo órgão ATC para atender a voo VFR especial, voos VFR não poderão pousar, decolar, entrar na ATZ ou no circuito de tráfego de tal aeródromo se:

- a) o teto for inferior a 450 m (1500 pés); ou
- b) a visibilidade no solo for inferior a 5 km.

NOTA: O teto continuará sendo utilizado como parâmetro meteorológico para definir a operacionalidade de um aeródromo (se VFR ou IFR). (NR). (DECEA, 2018, P. 41)

**Tabela 1**

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
<b>Distância das Nuvens</b>	Livre de Nuvens	1500 m horizontalmente 300 m(1000 pés) verticalmente	1500 m horizontalmente 300m verticalmente	Livre de nuvens e avistando o solo
<b>Visibilidade</b>	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	
<b>Limite de Velocidade</b>	380 kt	250 kt IAS se voando abaixo do FL100		
		380 kt IAS se voando acima do FL100		

Fonte: ICA 100-12 (2016)

Logo, o piloto que se predispõe a voar sob regras visuais, deve se manter sob essas condições durante todo o voo, no contrário ele irá contra os procedimentos das regras do ar, que são de observância obrigatória.

Entender como funciona o voo IFR também é muito importante, então é interessante iniciar com a definição dele, que consiste no voo em que o piloto segue as regras de voo por instrumentos. Nos dias atuais esse tipo de voo pode ocorrer em condições IMC – *Instrument Meteorological Conditions*, em português Condições meteorológicas de voo por instrumentos, ou em condições VMC – *Visual meteorological conditions*, que seria o voo em condições meteorológicas visuais, entretanto o voo por instrumentos surgiu inicialmente devido a necessidade de voar em condições de baixa visibilidade que era um grande impeditivo para a realização de voos na época, de acordo com Klotzel, (2017) o primeiro voo sem referências visuais aconteceu em 1929, e foi feito por um tenente da Força Aérea Americana, James Doolittle, no Laboratório de Voo Total Guggenheim, no campo Mitchel, porém os instrumentos que foram usados nesse primeiro voo são precários se comparados com os usados nos dias atuais, o oficial tinha a sua disposição apenas um altímetro de Kollsman que tinha sido desenvolvido recentemente, um giro direcional Sperry e o essencial horizonte artificial, um dos instrumentos mais importantes para se manter a orientação espacial durante o voo em baixa visibilidade. Ele também usava equipamentos a radio para orientação de posição e comunicação por código Morse.

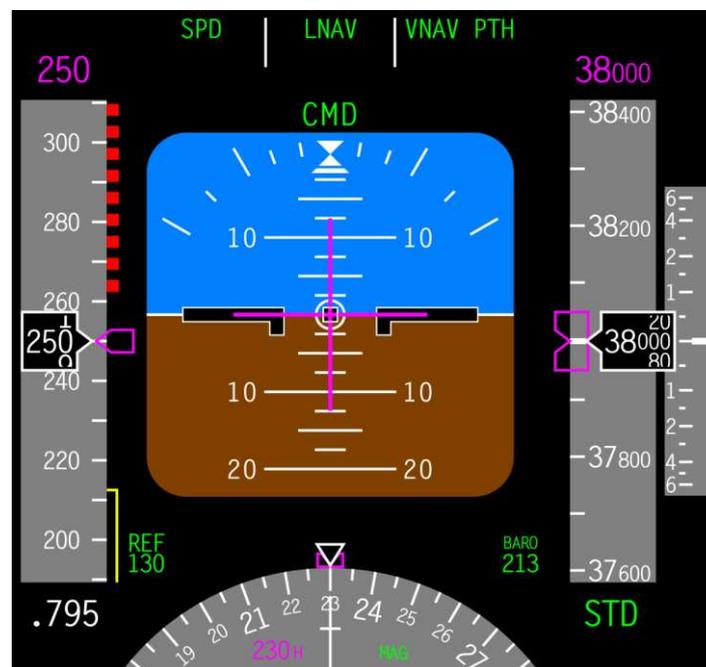
Fotografia 1 – Painel de instrumentos do primeiro voo sem referências visuais



Fonte: Aeromagazine (2017)

Atualmente o voo IFR está muito mais avançado, as informações básicas para a orientação espacial do piloto se encontram todas em apenas uma tela, conhecida como Primary Flight Display, ou em português, tela primária de voo, nela o piloto encontra os principais instrumentos requeridos para o voo IFR; o horizonte artificial, o velocímetro, o altímetro, o variômetro, indicador de curva de curva dentre outros, a imagem abaixo exemplifica um modelo genérico desse dispositivo, podendo variar conforme a aeronave.

Figura 1 – Primary Flight Display



Fonte: Flaps 2 Approach (2014)

Além desses equipamentos básicos para a orientação espacial do piloto, é de extrema importância o método de navegação a ser usado. Nos primórdios do voo por instrumentos, o método mais comum era *Non Directional Beacon*, nome que em português significa radiofarol não direcional, usualmente chamado no meio aeronáutico por NDB. Esse equipamento consiste em uma estação radiotransmissora em solo, que emite ondas eletromagnéticas em todas as direções, o avião deve ter um ADF - *Automatic Direction Finder*, traduzido para o português, identificador automático de direção, esse instrumento irá identificar o ângulo em que a aeronave se encontra em relação as ondas eletromagnéticas emitidas pela estação. A navegação por NDB pode ser feita até os dias de hoje, entretanto está cada vez mais em desuso.

Outro equipamento semelhante ao NDB, porém mais eficiente que é ainda muito usado nos dias de hoje é o VOR – *Very High Frequency Omnidirectional Range*, que consiste também

em uma estação em solo, que emite dois sinais, um não direcional e outro rotativo, dessa forma ele consegue proporcionar uma navegação muito mais precisa para aeronave que esta sintonizada na sua frequência. O VOR atualmente é usado em procedimentos de saída, chegada e aproximação em diversos aeródromos do mundo, ele também baliza aerovias, ligando cidades e países. Com o avanço da tecnologia surge o GNSS - *Global Navigation Satellite System*, nome adotado pela Organização da Aviação Civil Internacional para qualquer sistema de constelação de satélites que vise a determinação de posições na terra, o mais conhecido e usado hoje é o GPS – *Global Positioning System*, tal sistema não necessita de auxílios em solo, e a aviônica instalada na aeronave acaba sendo muito mais compacta e barata, o GNSS mostra diversas vantagens se comparado com os métodos de navegação mais antigos, o funcionamento é baseado na criação de *waypoints* através de coordenadas geográficas, que serão seguidos pela aeronave, se mantendo em uma aerovia ou procedimento em um aeródromo.

A comparação entre o voo VFR e o IFR é inevitável, cada um tem sua finalidade e recursos necessários, quando falamos de IFR, a aeronave irá necessitar de diversos equipamentos e certificações a mais se comparado com o que é necessário para o voo VFR, entretanto irá proporcionar voos mais seguros em condições de baixa visibilidade, mais precisão na navegação que está sendo realizada, sem a necessidade de referências visuais no solo para se manter em rota.

### 2.3 PLANEJAMENTO METEOROLÓGICO

O planejamento de um voo é o primeiro passo para uma operação segura, e com certeza a meteorologia é de vital importância para esse processo. Santos (2020) descreve que a ciência que um piloto em comando tem sobre as informações da rota a ser voada, é o que viabiliza a sua decisão de prosseguir ou não com um voo, ou seja, a partir do momento que um piloto está bem-preparado, sabendo da situação meteorológica dos aeroportos em sua rota, ele irá ter uma melhor consciência situacional e opções de tomada de decisão ao encontrar uma condição meteorológica marginal, que esteja se degradando rapidamente. Um planejamento ideal

Um bom planejamento é baseado em duas variáveis: tempo e informação. É necessário que se tenha ambos. A falta de tempo ou de informações confiáveis para a elaboração do seu planejamento expõe o piloto à situações de risco que seriam facilmente evitáveis sem essas limitações. Assim, nesta fase, além de itens normais de planejamento como desempenho, autonomia,

disponibilidade dos auxílios à navegação, disponibilidade dos equipamentos e sistemas da aeronave etc., o piloto deve:

- Consultar as condições meteorológicas do local de partida e destino;
- Buscar a previsão meteorológica da rota e do destino;
- Verificar o horário do pôr do sol no destino, previsão de vento e o tempo estimado em rota. Com base nessas informações e numa margem de segurança que garanta o pouso diurno, estabelecer o horário máximo para decolagem;
- Definir uma alternativa e buscar os mesmos dados de meteorologia, pôr do sol e estimada de pouso obtidos para o destino. Se for o caso, redefinir o horário máximo de decolagem; e
- Definir parâmetros concretos (por exemplo: altitude e velocidade) para retornar, seguir para a alternativa ou efetuar um pouso de precaução caso as condições meteorológicas se deteriore. Tais parâmetros devem ser claros, objetivos e monitoráveis durante todo o voo. (Alves, s.d, P. 7)

## 2.4 FORMAÇÃO DE UM PILOTO PRIVADO

De acordo com o RBAC 61, um piloto privado para concluir seu curso, tem que ter no mínimo 35 horas de voo, dentro dessas estão inclusas 3 horas de voo noturno, diversas horas de navegação, dentre outros requisitos, visando o aperfeiçoamento das técnicas de pilotagem e também no intuito de preparar o piloto para situações de emergência, porém não existe nenhuma preparação para o voo IFR, então em uma situação de IMC inadvertido, por mais que o piloto esteja em uma aeronave que tenha equipamentos básicos para manter a orientação espacial, ele não conseguirá devido à falta de treinamento prático para tal situação. Esse tipo de treinamento não serve para incentivar pilotos privados com habilitação para voo visual a entrarem em condições IMC, o objetivo em si é dar uma chance de sobrevivência a mais durante uma condição adversa. Podemos ver esse tipo de treinamento sendo ofertado em outras nações, como nos Estados Unidos, que de acordo com o seu Código de Regulamentações Federais, título 14, parte 61, um Piloto Privado em formação além de todos os requisitos de navegação e voo noturno que se assemelha com a regulamentação brasileira, ele irá receber 3 horas de instrução de voo por instrumentos, onde o piloto vai aprender todas as manobras básicas usando apenas as referências fornecidas pelos instrumentos e também irá aprender a recuperar o avião de situações adversas, uma instrução que com certeza, se aplicada de forma uniforme a todos os pilotos em formação, pode ajudar a salvar muitas vidas em um futuro próximo.

## 2.5 HABILITAÇÃO DE VOO POR INSTRUMENTOS

Com a licença de piloto privado em mãos, se o mínimo de horas já for suficiente, uma das opções disponíveis é realizar a habilitação de voo por instrumentos, o piloto irá realizar primeiramente a parte teórica e após a aprovação na banca da ANAC estará apto a realizar o curso prático, de acordo com o RBAC 61, o candidato a tal habilitação deve cumprir:

- (1) pré-requisito: ser titular de uma licença de piloto da categoria para a qual é requerida a habilitação de voo por instrumentos;
- (2) [reservado]; (Redação dada pela Resolução nº 547, de 19.03.2020)
- (3) ter completado, com aproveitamento, um curso teórico de voo por instrumentos aprovado pela ANAC, na categoria apropriada, segundo requisitos estabelecidos pelo RBHA 141 ou RBAC que venha a substituí-lo;
- (4) ter sido aprovado em exame teórico da ANAC para a habilitação de voo por instrumentos, referente à categoria a que pretenda obter a habilitação;
- (5) instrução de voo: ter recebido de um CIAC certificado pela ANAC, no mínimo, 15 (quinze) horas de instrução de voo em duplo comando em aeronave da categoria para qual é requerida a habilitação de voo por instrumento. A instrução de voo deve incluir, no mínimo, os seguintes aspectos: (Redação dada pela Resolução nº 514, de 25.04.2019)
  - (i) procedimentos anteriores ao voo, inclusive utilização do manual de voo ou documento equivalente e dos documentos pertinentes aos serviços de controle de tráfego aéreo para a preparação de um plano de voo em condições de voo por instrumentos;
  - (ii) inspeção de pré-voo, utilização de lista de verificações, táxi e verificações antes da decolagem;
  - (iii) procedimentos e manobras para operações em voo por instrumentos em condições normais, anormais e de emergência que compreendam, no mínimo:
    - (A) transição para voo por instrumentos na decolagem;
    - (B) saídas e aproximações por instrumentos padronizadas;
    - (C) procedimentos de voo por instrumentos em voo de navegação;
    - (D) procedimentos de espera;
    - (E) aproximações por instrumentos nos mínimos especificados;
    - (F) procedimento de aproximação perdida por instrumentos; e
    - (G) aterrissagem a partir de aproximações por instrumentos;
  - (iv) manobras em voo e características peculiares de voo; e
  - (v) quando aplicável, voo por instrumentos em operação monomotorada simulada em aeronaves multimotoradas;
- (6) experiência: ter, pelo menos, o seguinte tempo de voo como piloto:
  - (i) 50 (cinquenta) horas de voo como piloto em comando em voo de navegação, das quais, no mínimo, 10 (dez) horas tenham sido realizadas em aeronaves da categoria para a qual é requerida a habilitação de voo por instrumentos; e
  - (ii) 40 (quarenta) horas de voo por instrumentos, das quais um máximo de 20 (vinte) horas podem ser realizadas em dispositivo de treinamento para simulação de voo qualificado e aprovado pela ANAC e sob a supervisão de um instrutor de voo devidamente qualificado e habilitado; e
- (7) proficiência: deve ter demonstrado sua capacidade para executar os procedimentos e manobras especificadas no parágrafo (a)(5)(iii) desta seção com um grau de competência apropriado às prerrogativas que a habilitação de voo por instrumentos confere ao seu titular, e para: (Redação dada pela Resolução nº 378, de 18.03.2016)
  - (i) reconhecer e gerenciar ameaças e erros;
  - (ii) operar a aeronave dentro de suas limitações de emprego;
  - (iii) executar todas as manobras com suavidade e precisão;
  - (iv) revelar bom julgamento e aptidão de pilotagem;
  - (v) aplicar conhecimentos aeronáuticos; e

(vi) manter controle da aeronave durante todo o tempo do voo, de modo que não ocorram dúvidas quanto ao êxito de algum procedimento ou manobra. (ANAC, 2020, 61)

Concluído o curso prático e realizado o voo de cheque da ANAC, o aluno estará apto a realizar voos sob condições IFR, desde que em uma aeronave homologada para tal operação.

## 2.6 ESTUDO DE CASO

São diversos os acidentes na aviação geral que tiveram a entrada em condição IMC durante o voo visual e por consequência a desorientação espacial como fator contribuinte para o final trágico dos eventos.

Foram analisados três relatórios finais, que tiveram grande repercussão pública e alguns fatores em comum, as aeronaves em questão são:

O helicóptero PR-TUN:

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-TUN, modelo R44 II, ocorrido em 04DEZ2016, classificado como “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante o deslocamento entre Osasco, SP, e uma casa de eventos localizada no município de São Lourenço da Serra, SP, a aeronave colidiu contra o terreno.

A aeronave ficou destruída.

O piloto e os três passageiros faleceram no local.

Houve a designação de Representante Acreditado do National Transportation Safety Board (NTSB) - Estados Unidos, Estado de projeto da aeronave. (CENIPA, 2016, P. 3)

O evento em questão seria a chegada de uma noiva a um casamento, uma celebração inadiável uma vez que toda a estrutura já estava montada e os convidados e família já esperavam a chegada da noiva, esse fator não consta no relatório final, pois aparentemente não tem relação alguma com o acidente, mas é interessante se pensar nesse ponto, pois pode ter influenciado na tomada de decisão do piloto, que ingressou em uma condição de voo por instrumentos a qual ele não estava autorizado e também não tinha os equipamentos adequados para se manter em voo IFR.

O relatório final A-157 do CENIPA informou que não houve falha mecânica com a aeronave, e o acidente teve as condições meteorológicas e a desorientação como fatores contribuintes para resultar na perda do controle da aeronave, outros fatores também foram citados, como por exemplo a indisciplina de voo ao ingressar em condição IMC durante o voo visual. O julgamento de pilotagem pois o piloto escolheu por prosseguir com o voo em condições meteorológicas adversas sem estar em uma aeronave homologada para voo IFR ou

ter treinamento para tal tipo de voo. Planejamento de voo foi mais um fator que contribuiu, pois ficou evidente o desconhecimento das condições operacionais da rota, principalmente as condições meteorológicas, esses fatores dentre outros foram o que levaram o final trágico, vitimando 1 tripulante e 3 passageiros.

Nesse ocorrido ficaram evidentes diversos pontos já citados anteriormente, como a importância do planejamento meteorológico e o respeito as regras de voo para qual a operação foi programada.

#### O avião PT-KLO:

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-KLO, modelo PA-28-180, ocorrido em 27MAIO2019, classificado como “TURB - Encontro com turbulência em voo”.

Durante o voo em rota, sob condições meteorológicas adversas, houve desprendimento de componentes da aeronave em voo, seguindo-se da queda da aeronave.

O piloto e os passageiros sofreram lesões fatais. A aeronave ficou destruída.

Não houve a designação de Representante Acreditado.  
(Cenipa, 2019, P. 3)

O objetivo do voo era levar um cantor de sucesso nacional ao aniversário de sua namorada, o comandante do voo tinha pouca experiência e estava aparentemente acumulando horas para realização do curso de piloto comercial prático, ele também não tinha a habilitação para voo IFR, e a aeronave não era homologada para tal tipo de operação, porém tinha autorização para ser usada em instruções IFR sob capota, que consiste em um treinamento que visa expor o aluno a condições IMC, restringindo a sua visibilidade, porém mantendo o instrutor em condições visuais a todo momento. As informações meteorológicas não indicavam condições visuais na rota prevista para o voo, contando com nuvens baixas e precipitação moderada e forte.

Uma hora e vinte minutos depois da decolagem, a aeronave encontrou uma zona de turbulência e com formações meteorológicas, de acordo com a última comunicação com o *Approach Control* Aracaju, eles estavam efetuando desvios. De acordo com testemunhas oculares e um vídeo gravado por alguém em solo, é possível ver a aeronave saindo de uma nuvem já com a separação estrutural que causou a perda do controle e a queda da aeronave.

#### O relatório final entende que:

A falha estrutural experimentada pelo PT-KLO, ainda em voo, foi, possivelmente, induzida pelo piloto, em razão da falta de experiência de voo em condições meteorológicas adversas, associada à ultrapassagem dos limites estruturais do avião.

Nesse cenário, as correções de atitude, possivelmente bruscas, que impuseram a ultrapassagem da  $V_a$  e dos limites do fator de carga positivo (carga "G") podem estar relacionadas, também, aos efeitos de uma Desorientação Espacial sofrida pelo piloto. Efeitos esses agravados em um piloto sem experiência ou treinamento no voo IMC e sem a habilidade necessária para reconhecer uma possível ilusão.

Ao ingressar em área com instabilidade atmosférica e formações meteorológicas, o piloto deixou de observar a ICA 100-12/2016, Regras do Ar, que estabelecia os mínimos de visibilidade e de distância de nuvens em Condições Meteorológicas de Voo Visual (VMC).

Assim sendo, o voo IMC, conduzido por um piloto inexperiente e sem habilitação, em condições meteorológicas adversas, em uma região de turbulência, pode ter levado o piloto a empregar os comandos de forma brusca, impondo sobrecarga à estrutura da aeronave em condição de velocidade superior à  $V_a$ , conectado ou não a possível desorientação espacial. Tal condição levou à separação estrutural da aeronave, colisão entre as partes e consequente perda de controle. (Cenipa, 2019, P. 43)

O relatório final também constata a inobservância das regras do ar, devido a condução de um voo sob regras visuais em condições adversas, sem autorização do controle, sem uma aeronave homologada e um piloto em comando habilitado para a operação IFR.

E o avião PR-SOM:

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-SOM, modelo C90GT, ocorrido em 19JAN2017, classificado como "Perda de Controle em Voo".

Durante a segunda tentativa de aproximação para pouso no aeródromo de Paraty, RJ, a aeronave adentrou uma região sob condições meteorológicas de visibilidade restrita, que levaram o piloto a perder contato visual com as referências do terreno, acarretando a perda de controle e o impacto da aeronave contra a água.

A aeronave ficou destruída.

O piloto e os quatro passageiros faleceram.

Houve a designação de Representante Acreditado do National Transportation Safety Board (NTSB) - USA, Estado de projeto e fabricação da aeronave e do Transportation Safety Board (TSB) - Canadá, Estado de projeto e fabricação dos motores. (Cenipa, 2017, P. 3)

A operação naquele dia era o transporte de passageiros saindo do Aeródromo Campo de Marte para o Aeródromo de Paraty, o comandante responsável pelo voo era conhecido por sua experiência nessa região, com mais de 7.000 horas voadas ao longo dos seus 30 anos de carreira, ele já acumulava 2.924 horas de voo no equipamento em questão, o King Air C90. O relatório final do CENIPA informa que nos últimos 12 meses o piloto realizou essa mesma rota 33 vezes.

A rota planejada para esse voo contava com uma saída VFR, usando os corredores visuais e a transição em rota para IFR, durante a descida já era prevista novamente uma transição, agora para VFR novamente. O voo ocorreu como planejado, porém as condições na chegada em Paraty não eram visuais, entretanto cruzando 1.500 pés o piloto reportou que

estava ingressando na aproximação final da pista 28, mas na sequência ele cancelou a aproximação e informou: “Sierra Oscar Mike setor echo de Paraty, aguardando um pouquinho, até a chuva passar, melhorar a visibilidade. Mantém mil e trezentos pés, Sierra Oscar Mike”. Porém 2 minutos e 10 segundos após o recolhimento do trem de pouso na primeira aproximação o trem foi baixado novamente, o que indica que piloto desistiu de esperar condições melhores de tempo, e em seguida ele informa que estava “reingressando” na final. Nessa tentativa de aproximação às 15h44min26s (UTC), o gravador de voz de cabine registrou um forte som de impacto e interrompeu a gravação, segundos antes o EGPWS registrou que a aeronave estava apenas a 270 pés de altura.

O relatório analisou as possíveis motivações, que teriam levado o piloto a realizar uma aproximação com a meteorologia não favorável a operação VFR:

Considerando as características da aviação executiva e o perfil do piloto, é possível que, ao longo de sua trajetória profissional, ele tenha desenvolvido uma pressão autoimposta voltada ao cumprimento dos voos planejados, levando-o a aceitar condições abaixo dos limites mínimos requeridos para o tipo de operação.

A arremetida realizada após a primeira tentativa de aproximação e a verbalização de que iria aguardar a melhoria das condições meteorológicas indicaram que, inicialmente, o piloto havia identificado as condições que inviabilizavam a aproximação para o pouso.

A análise dos parâmetros de voz, fala e linguagem do piloto evidenciou que ele estava tenso naquele momento do voo. As variações observadas em seu estado emocional indicaram que, mesmo após sair da condição adversa gerada pela chuva e dirigir-se ao setor “E”, o piloto ainda se encontrava ansioso, tendo apresentado traços emocionais que variaram da apreensão até o temor.

As circunstâncias daquele voo, que havia atrasado e irritado o operador, bem como o perfil do piloto que evitava conflitos, podem ter elevado o seu nível de ansiedade. Tal cenário pode ter levado o piloto a buscar alternativas para concluir o voo, de modo a atender aos anseios do operador. (Cenipa, 2017, P. 62)

Novamente podemos observar a inobservância das regras do ar, ao adentrar inadvertidamente em condições IMC durando o voo visual, nesse caso podemos observar uma aeronave com equipamentos homologados para o voo IFR e um piloto altamente capacitado, porém o aeródromo onde a aproximação estava ocorrendo funciona unicamente sob regras de voo VFR.

### 3 CONCLUSÃO

O objetivo geral desse trabalho foi compreender os motivos que levam a ocorrência de acidentes por entrada inadvertida em condição IMC durante o voo visual. Nesse sentido foram abordados alguns pilares que sustentam um voo visual realizado com segurança, o primeiro deles é o funcionamento do nosso corpo, como identificamos as atitudes do avião, e isso é de extrema importância para o piloto que se dispõem a entrar em condições de voo por instrumento, ele precisa saber que ao perder as referenciais visuais externas, o único porto seguro são os instrumentos do avião, pois nossos sentidos não são mais de total confiança.

Em seguida falamos sobre a regulamentação, que estabelece condições mínimas para a realização segura de um voo visual, observando essas regras, dificilmente um piloto irá entrar em condições adversas durante a sua trajetória profissional. Porém existem fatores que levam aviadores a se desviar de tal regulamentação, o que talvez não resulte em um acidente na primeira ocorrência, entretanto ao banalizar uma operação sem parâmetros de segurança, que não segue as regras do ar, o piloto em questão irá cada vez mais se aproximar de situações adversas, podendo ter um final trágico a qualquer momento.

O terceiro tópico fala sobre o planejamento meteorológico, que ao longo desse trabalho se mostrou de extrema importância, tendo potencial para evitar muitos acidentes, desde que feito da forma correta.

No quarto ponto foi abordado a formação de um piloto privado no Brasil e nos Estados Unidos, é interessante ressaltar que a formação Brasileira não inclui nenhum tipo de treinamento básico, ou introdução aos fundamentos do voo por instrumentos, logo em uma condição adversa, mesmo que a aeronave tenha os instrumentos para o voo IFR, o piloto não irá saber como usá-los, ficando sem alternativa e confiando apenas em seus sentidos, o que pode levar a uma desorientação espacial, por outro lado a formação nos Estados Unidos inclui 3 horas de treinamento IFR durante o curso de PP, deixando uma alternativa ao piloto que no futuro venha passar por uma entrada inadvertida em condições IMC durante o voo VFR. Logo, fica como recomendação a ANAC a inclusão de treinamento básico IFR no programa de instrução do curso prático de piloto privado.

Por fim, chegamos ao estudo de caso, onde foram expostos 3 acidentes fatais que envolveram a entrada inadvertida em condições IMC durante o voo VFR. Podemos notar que os 3 casos tiveram algo em comum, as condições em que os voos aconteceram sugerem uma pressão autoimposta pelos próprios pilotos, o primeiro deles, o PR-TUN, transportava uma

noiva, um compromisso inadiável com diversos convidados a espera. No segundo caso, o PT-KLO, transportava um cantor de sucesso nacional que precisava chegar no destino devido a um aniversário. O terceiro caso o operador da aeronave estava como passageiro naquele dia, e o relatório indica que o atraso de um de seus convidados não o agradou, que ele se irritou com a situação, e isso talvez tenha aumentado o nível de ansiedade pelo cumprimento daquela operação, levando o piloto a tentar novamente uma aproximação em condições marginais, em detrimento da própria vida.

Vale ressaltar que o presente estudo não esgota as pesquisas sobre o tema, e é necessário que outros estudos sejam realizados a fim de alcançar um maior aprofundamento sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Nilton Cícero. Helicóptero Sob IMC – **Inadvertido ou Não, Voe Seguro**. - Curso de EFAI – Escola de Aviação Civil, Contagem.

ANTUNANO, Melchor J.. **Spatial Disorientation**. Oklahoma: Federal Aviation Administration, . 8 p.

BRASIL. ANAC (org.). **RBAC 61: LICENÇAS, HABILITAÇÕES E CERTIFICADOS PARA PILOTOS**. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-61/@@display-file/arquivo\\_norma/RBAC61EMD13.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-61/@@display-file/arquivo_norma/RBAC61EMD13.pdf). Acesso em: 25 ago. 2021

BRASIL. Rab. Agência Nacional de Aviação Civil (Anac). Aeronaves. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/aeronaves>. Acesso em: 01 ago. 2021.

BRASIL. Cenipa. Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica (org.). **RELATÓRIO FINAL A-157/CENIPA/2016**. Brasília: 2016. 55 p.

BRASIL. Cenipa. Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica (org.). **RELATÓRIO FINAL A-157/CENIPA/2016**. Brasília: 2019. 47 p.

BRASIL. Cenipa. Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica (org.). **RELATÓRIO FINAL A-013/CENIPA/2017**. Brasília: 2017. 68 p

BRASIL. Decea. Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica (org.). **ICA 100-12**. 2016. 77 p.

ENTRIES in Primary Flight Display. 2014. Disponível em: <http://www.flaps2approach.com/journal/tag/primary-flight-display>. Acesso em: 13 out. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas 2002.

KLOTZE, Ernesto. **O primeiro voo cego: a história do precursor das operações por instrumentos**. A história do precursor das operações por instrumentos. 2017. Disponível em: [https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-primeiro-voo-cego\\_3626.html](https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/o-primeiro-voo-cego_3626.html). Acesso em: 13 out. 2021.

RODRIGUES, Ana Martins. **Desorientação Espacial Vestibular na Aviação**. 2016. 59 f. Monografia (Graduação) - Curso de Medicina, Clínica Universitária de Otorrinolaringologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

SANTOS, João Gabriel Nones dos. **O PLANEJAMENTO METEOROLÓGICO E A SUA IMPORTÂNCIA PARA A SEGURANÇA OPERACIONAL NA OPERAÇÃO DE AERONAVES DA AVIAÇÃO GERAL**. 2020. 34 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2020.

SOBRE METEOROLOGIA. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>. Acesso em: 25 ago. 2021.

UNITED STATES. NATIONAL ARCHIVES AND RECORDS ADMINISTRATION'S. . **14 CFR § 61.109 - Aeronautical experience**. Disponível em: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/14/61.109>. Acesso em: 25 ago. 2021.