

**BRUNO MITSUMORI DOS REIS
MARCELO DE ABREU DE LUCAS
MARCELO AUGUSTO PEREIRA
PEDRO ALVARES BRESSAN
GUSTAVO MIGLIARI**

**PANORAMA DE ACIDENTES AÉREOS E SUAS PRINCIPAIS
CAUSAS: *CFIT* E *LOC-I***

Trabalho de Conclusão Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do título de Bacharel em Aviação Civil da Universidade Anhembi Morumbi, sob a orientação do Prof. Dr. Edson Cabral.

Aprovado em

Prof. Dr. Edson Cabral

Prof. Convidado

PANORAMA DE ACIDENTES AÉREOS E SUAS PRINCIPAIS CAUSAS: *CFIT* E *LOC-I*¹

Bruno Mitsumori dos Reis²
Marcelo de Abreu de Lucas³
Marcelo Augusto Pereira⁴
Pedro Alvares Bressan⁵
Gustavo Migliari⁶
Edson Cabral⁷

RESUMO

Desde os primórdios da aviação a colisão com o solo em voo controlado e a perda de controle em voo tem se consagrado como as classificações mais preocupantes quando considerando números de acidentes ocorridos e fatalidades causadas. A partir deste fato, instituições, organizações e autoridades aeronáuticas renomadas no mundo incentivaram e por vezes desenvolveram estudos que visavam fornecer a indústria insumos para a implementação de equipamentos e desenvolvimento de programas de treinamento, sempre com o objetivo principal do incremento da segurança de voo. Tratar-se-á neste trabalho de duas das três áreas classificadas pela *International Civil Aviation Organization (ICAO)* como acidentes de alto risco envolvido e das principais iniciativas desenvolvidas ao longo da história visando diminuir índices de acidentes de *Controlled Flight Into Terrain (CFIT)* e *Loss of Control In-Flight (LOC-I)*, sendo que este último ganhou espaço na década de 1990 quando do advento de equipamentos que alteraram completamente o cenário dos gráficos de índices de acidentes, nos quais a perda de controle passou a assumir a classificação de acidente que mais gera perdas à aviação. Além disso, serão apresentados gráficos atualizados que provenham uma visão geral do impacto desses acidentes na atualidade, reforçando a recomendação do uso da tecnologia de maneira adequada e fornecimento de treinamentos específicos como forma de mitigação dos riscos. Foram feitos levantamentos teóricos a partir de relatórios técnicos produzidos pelas autoridades e organizações da aviação mais conceituados no mundo, além de regulamentos da aviação civil de âmbito nacional. Para a apresentação de índices de acidentes, foram elaborados gráficos baseados em dados de investigação de acidentes. A partir deste estudo visa-se fornecer material de pesquisa em língua nativa brasileira, de forma a contribuir principalmente para a segurança no cenário da aviação nacional.

Palavras-chave: *CFIT*; *LOC-I*; Prevenção de acidentes.

¹ Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Aviação Civil da Universidade Anhembi Morumbi

² Graduando em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi. E-mail: bruno_reis_5@hotmail.com

³ Graduando em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi. E-mail: marcelo.lucas33@gmail.com

⁴ Graduando em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi. E-mail: marcelo.boner@hotmail.com

⁵ Graduando em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi. E-mail: pedro.abressan@me.com

⁶ Graduando em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi. E-mail: gustavomigliari621@gmail.com

⁷ Doutor em Geografia Física, 2002. E-mail: ecabral@anhembimorumbi.edu.br

ABSTRACT

Since the beginning of aviation, controlled flight into terrain and loss of control in-flight had been the biggest concern accident classifications when considering the number of occurred accidents and fatalities. Because of this, institutions, organizations and civil authorities of aviation encouraged and developed studies aiming supplying materials to the industry for the implementation of equipments and the development of specific training programs, with the main objective of incrementing flight safety. In this document will discuss two of the three areas classified by International Civil Aviation Organization (ICAO) as high risk related and the main initiatives built over the history, both addressing reductions on Controlled Flight Into Terrain (CFIT) and Loss of Control In-Flight (LOC-I) accidents. About this last classification, it became important mainly in the 90s when equipments were invented and changed completely the accident index graphs, as so the loss of control assumed the rating of responsible for the hull losses in aviation. Moreover, it will be presented updated graphs showing a general vision of the impact of these accidents nowadays, reinforcing the recommendation on the use of technology appropriately and providing a specific training program as a form of risk mitigation. Theoretical surveys were made from technical reports produced by the most prestigious authorities and aviation organizations in the world, as well as Brazilian regulations of civil aviation. For the accident rates, graphics were developed based on accident investigation data. This study seeks to provide research material in the native Brazilian language, contributing for the flight security in the national aviation scenario.

Key-words: CFIT; LOC-I; Accident prevention.

INTRODUÇÃO

Sendo a aviação um dos modais de transporte mais utilizados nos dias atuais, a necessidade de se promover a segurança para os passageiros e toda a comunidade aeronáutica é vital.

Desde os primeiros voos realizados pelo homem até os dias atuais os índices de acidentes sofreram uma grande redução a partir da identificação dos perigos e gerenciamento e mitigação dos riscos. Para que essa análise se tornasse viável, foram necessários muitos anos de aprendizado com os acidentes e incidentes. Dois dos temas mais importantes que passaram a ser considerados foram o *Controlled Flight Into Terrain* (voo controlado em direção ao terreno), ou *CFIT*, e *Loss of Control, in-flight* (perda de controle em voo), ou *LOC-I*, os quais serão abordados nesta pesquisa.

Nota-se que no passado, acidentes semelhantes eram muito mais comuns se comparado com os dias atuais. Isso porque os prestadores de serviços de aviação civil aprenderam com os erros e concluíram que é de extrema importância utilizar uma abordagem preditiva e constante para que haja um incremento da segurança operacional.

A partir desse fato, organizações como a *Flight Safety Foundation (FSF)*, produziram relatórios para conscientização de pilotos e empresas da área visando à redução de acidentes em fase de aproximação e pouso como, por exemplo, o *Approach and Landing Accident Reduction (ALAR)*, além de documentos oficiais por parte de autoridades aeronáuticas reconhecidas mundialmente tratando especificamente de *CFIT*, além do *LOC-I*.

Como mencionado, ambos os tipos de acidentes são resultado de inúmeros fatores ou erros e este seria um tema extremamente abrangente para ser abordado em um Trabalho de Conclusão de Curso. Sendo assim, o foco da pesquisa será a diferenciação fundamental e clara entre *CFIT* e *LOC-I*, além de formas de se evitar esses acidentes. Para que isso se concretizasse, o método de pesquisa se baseou em revisão de literatura, de documentos oficiais de órgãos governamentais, autoridades aeronáuticas como a *Federal Aviation Administration (FAA)* e organizações para a segurança da aviação, podendo ser aqui citada a *FSF*. Além disso, a análise de dados de índices mundiais e nacionais atualizados de acidentes aeronáuticos foi fundamental, os quais, no âmbito brasileiro, foram publicados pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), por meio do Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira (FCA 58-1/2015) e pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), por meio do Relatório Anual de Segurança Operacional (RASO) e Relatório Mensal de Segurança Operacional (RMSO).

Espera-se que este estudo sirva como meio de informação, conscientização e estudo para toda a sociedade aeronáutica, principalmente a brasileira, contribuindo para o aprimoramento das técnicas e conhecimentos individuais, além do treinamento básico de pilotos, contribuindo assim para o incremento na segurança das operações aéreas.

No primeiro capítulo será abordado o *CFIT* e toda a sua evolução ao longo da história, até, devido a avanços tecnológicos, ser superado pelo *LOC-I* como o tipo de acidente responsável pelo grande número de mortes na aviação, que por sua vez será tratado no capítulo 2. No capítulo 3 serão apresentados gráficos que mostram o panorama geral e atual de ambos os tipos de acidente, enfatizando marcos históricos relacionados à redução do número destes, além de apresentar ocorrências que trouxeram grande aprendizado à indústria.

1 PANORAMA HISTÓRICO DO *CFIT*

1.1 CENÁRIO DA AVIAÇÃO NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XX

Antes do surgimento do termo *CFIT*, o panorama da aviação mundial era de um grande número de acidentes, nos quais aeronaves em perfeitas condições de voo colidiam com o terreno, fato notado principalmente em operações realizadas com aeronaves militares. Devido a isso, houve a necessidade da criação de um termo que fosse capaz de sintetizar tais eventos.

Para analisar o fato pelo viés da aviação militar, anteriormente à Segunda Guerra Mundial, foi criado um comitê a fim de estudar as ocorrências, liderado pelo General Brian A. Arnold, então na Força Aérea Americana. Comprovou-se obviamente que a causa primária dos acidentes militares era a colisão com o solo.

Posteriormente, Wiener começou a estudar acidentes de *CFIT*, motivado pela ocorrência de dois casos de consequências semelhantes num mesmo dia, no ano de 1959: um *Lockheed Electra* da *American Airlines* e um *Boeing 707* da *PAA (Pan American Airlines)*. Inicialmente, começou investigando aeronaves em fase de aproximação, que se chocavam com o solo a uma distância aproximada de 1 a 2 quilômetros antes da pista em fase de aproximação para um aeroporto.

Outras importantes ocorrências da aviação comercial que contribuíram para o aprofundamento dos estudos e impactaram a confiança dos usuários foram o *Eastern 401* (1973), *Delta 723* (1973), *TWA 514* (1974) e *Eastern 212* (1975). Além disso, estas ocorrências geraram críticas por parte da *FAA*, órgão governamental e autoridade aeronáutica civil norte americana. A partir de então, iniciou-se um processo de mudanças na regulamentação referente à padronização das operações aéreas.

Graças a esse quadro, em 1974, houve a ascensão, por meio de fontes oficiais, de um novo termo, representado pela sigla em língua inglesa, *CFIT (Controlled Flight Into Terrain)*, o qual não foi estritamente definido na época, mas transmitia a noção de um acidente causado por uma falha no sistema homem-máquina, especialmente no processamento de informações entre os seus componentes.

1.2 PIONEIRISMO NO ESTUDO DO TERMO *CFIT*

Segundo Earl L. Wiener (1977), considerado a mais antiga referência documentada no estudo do assunto, *CFIT* é uma causa de acidente na qual uma aeronave, sob o controle da tripulação, voa em direção ao terreno ou água, sem consciência anterior por parte dela para impedir o desastre, sendo que os pontos envolvidos em um acidente deste tipo considerados na época foram os seguintes:

Quadro 1: Fatores envolvidos em um acidente de *CFIT*

Comunicação entre pilotos e controladores	Houve uma degradação na relação entre pilotos e controladores, uma vez que ambos se utilizavam de uma abordagem individualista para enxergar suas funções. Além disso, a diferença salarial entre os cargos causavam sentimento de desmotivação e inferioridade por parte dos controladores
Aproximações com redução de ruído	Embora não existam relatos concretos da relação entre este fator e os acidentes de colisão com o solo em voo controlado, subentendo-se que ao chegar em altitude acima da ideal em rampas de aproximação, na qual é necessária uma rápida descida da aeronave para interceptar a rampa ideal, caracteriza-se como uma aproximação não estabilizada. Além disso, escolha de pista em favorecimento da redução de ruído acarretava muitas vezes em perda de auxílios de precisão ao pouso ou com vento desfavorável (chamado de “vento de cauda” ou “través” pelos profissionais da área)
Carga de trabalho no <i>Cockpit</i>	Devido à tecnologia empregada nas aeronaves ser diferente, estas se tornaram extremamente automatizadas e independentes de intervenções humanas para voar. Logo, os pilotos passaram a ser submissos à máquina, deixando de tomar atitudes em situações nas quais, pelo julgamento humano, eram requeridas. Graças a essa complacência, o único fator que prezava pela segurança do voo passou a ser exclusivamente a máquina
Coordenação da tripulação	A falta de coordenação entre a tripulação na divisão de tarefas, devido à divergência de opiniões e ausência de procedimentos padrão. Também se presenciava um conflito de hierarquia, no qual muitas vezes atitudes inseguras tomadas pelo comandante não eram questionadas, muitas vezes culminando em acidente. Futuramente esse fator passou a ser tratado pelo <i>CRM (Corporate Resource Management)</i>
Dispositivos de Alerta de <i>Cockpit</i>	Levando em conta a existência de alertas para conscientização de situações adversas, havia negligência por parte da tripulação na interpretação desses estímulos, muitas vezes sendo ignorados, de forma que situações com elevado potencial de risco culminavam em acidente
Dispositivos de Aviso de Radar	Foi proposta a implantação de um novo sistema de cobertura radar, de forma que qualquer aeronave que se encontre abaixo da altitude mínima de segurança do setor seja detectada. Assim, os controladores de voo passariam a prezar pela manutenção da altitude e ter responsabilidade na segurança do voo
Ilusões Visuais	Além da estrutura dos aeroportos ser precária, os auxílios por instrumento para pouso na época eram pouco precisos, sendo necessário que os pilotos em fase final de aproximação se utilizassem demasiadamente de referências visuais externas ao <i>cockpit</i> . Dessa forma, ficava-se sujeito às condições do ambiente, que tornava o risco de ilusões visuais muito maior. Futuramente, esse problema seria solucionado por aproximações por instrumentos <i>ILS</i> categoria III, a qual possibilitava que fossem usados somente dados do <i>cockpit</i> durante toda a fase de

	aproximação, além de investimentos em pistas menos equipadas
Confusão de terminologia e cartas	As cartas de navegação forneciam, por vezes, informações que geravam margem para ambiguidade. Esse problema afetava inclusive a interpretação por parte dos mais capacitados profissionais da época e compreendia uma falha na regulamentação da época

Fonte: Wiener (1977).

É de extrema importância mencionar que Wiener realizou seu estudo com foco nos fatores humanos e afirma que seu objetivo nunca foi atribuir culpa a um único fator. Segundo ele, um *CFIT* não é resultado de um único agente, mas sim produto de um sistema integrado. Uma vez dado o primeiro passo e iniciadas as pesquisas relacionadas ao novo termo, posteriormente foram desenvolvidos outros estudos que passaram a considerar demais pontos relacionados, que não foram apontados na pesquisa de Wiener. Devido a isso, os motivos até aqui enumerados foram os mais importantes de acordo com o cenário da aviação na época em que se iniciaram os primeiros estudos sobre este novo e tão recorrente tipo de acidente. Com o passar dos anos, com a mudança no quadro do setor, com a melhora nos índices de segurança e principalmente pelo avanço tecnológico, foi necessária uma mudança na abordagem pela ótica dos fatores contribuintes. Foi então que se passou a considerar a desorientação espacial, que é a incapacidade de se orientar corretamente em relação à superfície da terra, como o mais importante precedente de um acidente de *CFIT*.

Ainda vale lembrar que estão sendo aqui analisados todos os fatores que podem levar a um *CFIT*, independentemente do quão raro é para que algum deles ocorra. Para que se torne mais fácil evitar o *CFIT*, devem-se conhecer todos estes fatores para melhorar a consciência situacional dos pilotos e a percepção para quando próximos de alguma das situações mencionadas. Apesar disso, nota-se razoável semelhança entre os novos fatores considerados em estudos futuros como contribuintes para o *CFIT*, ressaltando-se que estes novos fatores passaram a ser os mais adequados considerando-se o momento da aviação na época em que foram desenvolvidos cada um dos estudos aqui considerados.

1.3 EVOLUÇÃO NOS ESTUDOS

Nos anos 90, mais especificamente em 1993, a partir de uma iniciativa da FSF juntamente com a *International Civil Aviation Organization* (Organização da Aviação Civil Internacional), ou *ICAO*, e *International Air Transport Association* (Associação Internacional do Transporte Aéreo), ou *IATA*, iniciou-se um Programa de Redução de *CFIT*. Foi montada

uma equipe para estudar o assunto com o objetivo de reduzir o número de acidentes, a qual recebeu o nome de *CFIT Task Force* (Força tarefa de *CFIT*, em português). Foram formados cinco times para estudar as causas e os fatores que influenciavam um acidente de *CFIT* e produzir recomendações para reduzir tais acidentes. Os times eram integrados por representantes das organizações que eram, na época, considerados *experts* do setor, como fabricantes de aeronaves, organizações de treinamento da aviação, fabricantes de equipamentos, linhas aéreas, associações de pilotos e agências reguladoras governamentais. Como exemplo, podem ser citadas algumas das organizações mais conhecidas envolvidas neste grupo, como a *Airbus Industries*, *The Boeing Company*, *Gulfstream Aerospace*, *McDonnell Douglas*, *Lockheed Martin*, *American Airlines*, *British Airways*, *Delta Air Lines*, *Japan Air Lines*, *United Air Lines*, *VARIG Brazilian Airlines*, *Federal Aviation Administration*, *National Transport Safety Board (NTSB)*, *Civil Aviation Authority (CAA)*, *Jeppesen-Sanderson*, *Honeywell*, entre outras.

A força tarefa reconheceu a importância em reduzir o número de acidentes, baseado nos índices de fatalidades do período que provavam que *CFIT* era a principal razão para o grande número de feridos e mortes, e que eventos deste tipo mereciam um tratamento especial por parte da companhia como um todo, incluindo a tripulação e seus gestores.

O grupo alertou que um grande número de incidentes deste tipo era causado por fatores sistêmicos, nos quais a tripulação era vista como elo final na cadeia de eventos, ou seja, muitas vezes os acidentes eram causados pelos próprios processos organizacionais das companhias e estes, quando não notados a tempo, refletiam nas operações de voo e muitas vezes culminavam em acidente. Para tanto, foi recomendado que houvesse comprometimento da alta gestão da empresa em promover a segurança nas operações, a partir do estabelecimento de uma cultura organizacional que prezasse pela segurança, uma vez que esta afeta a todos da organização. Posteriormente este tópico passou a ser estudado a fundo pelo Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO).

Recomendações para os problemas e falhas foram publicados em um dos produtos do *Task Force*, que recebeu o título de *CFIT Education and Training Aid*. Este é considerado até os dias de hoje um dos mais importantes e completos documentos produzidos sobre o assunto. Datado de 1994, foi produzido para operadores de aeronaves e incluía dois volumes e um vídeo, sendo que seu principal objetivo era contribuir para a prevenção dos acidentes, por meio do desenvolvimento pela gestão da empresa de um treinamento viável e efetivo especificamente para *CFIT*.

A maneira para atingir o objetivo da redução de acidentes, seria por meio do aumento do conhecimento dos profissionais envolvidos no sistema sobre os riscos de *CFIT* e melhorando a tomada de decisão dessas pessoas. Para isso, o treinamento proposto recomenda um exemplo de programa de treinamento de forma a estimular os operadores a formular os seus próprios, fornecendo material educacional específico e apropriado para estudo do tema, além de estimular a adoção de políticas, procedimentos e equipamentos aviônicos apropriados para a criação de uma estratégia própria de como se evitar acidentes do tipo.

Programas de treinamento específicos já estavam sendo implementados em certas áreas do mundo, onde foram notadas reduções nos índices de acidentes. Nesses treinamentos havia a cooperação entre as equipes de solo (assim são chamados os profissionais que trabalham em cargos administrativos, de despacho operacional e gestão nas empresas, sendo que ainda fixos em uma sala fechada, estão diretamente relacionados às operações aéreas) e tripulação de voo, da mesma forma que foi proposto pela Força Tarefa. O objetivo do auxílio de treinamento por eles proposto foi servir como base para atualização dos programas já existentes como este citado anteriormente, ou ainda orientar na criação de novos programas nas companhias que ainda não possuíam um programa desenvolvido.

O custo esperado para a implementação do treinamento recomendado pela *FSF* era mínimo, sendo somente o suficiente para prover treinamento acadêmico e em simulador, compondo assim um treinamento efetivo aos profissionais. Assim facilita-se a maximização do público alvo e a adoção das recomendações por eles. Para isso, a alta direção da empresa deveria motivar-se à aplicação do treinamento proposto com o simples objetivo de incremento da segurança operacional. Além disso, uma vez atingido um maior nível de segurança nas operações, o retorno financeiro para os gastos de implementação seriam na forma de economia com os gastos em possíveis acidentes.

De acordo com a filosofia do *SGSO*, os “*decision-makers*” (“tomadores de decisão”), como a alta direção de uma empresa, líderes políticos, agências reguladoras, autoridades de controle de tráfego aéreo, organizações internacionais de aviação, agências nacionais de investigação, associações de pilotos, fabricantes de aeronaves, *Lessors* (arrendadores de aeronaves), seguradoras de aeronaves e instituições financeiras tem importante papel na promoção da segurança operacional do sistema. Por isso, este *Training Aid* da *FSF* tem seu foco no endosso por parte dos *decision makers*, além da tripulação, uma vez que os manuais dos operadores são implementados sob consentimento deles. Assim, são eles os responsáveis pela implementação e destinação de verba para a manutenção da segurança, que se faz importante, uma vez que a aviação compreende uma atividade com alto

risco envolvido e sabendo-se que ele sempre existirá, a única alternativa eficiente e viável, que não prejudique as operações, é a identificação dos perigos e o gerenciamento do risco.

Alguns fatores que podem levar ao *CFIT*, às vezes permanecem ocultos por muito tempo antes que sejam evidenciados durante a investigação de um acidente. São as chamadas “condições latentes”. Portanto, é indispensável aprender com os erros, utilizando uma abordagem reativa, além das abordagens preventivas e preditivas para a promoção de uma operação segura.

Outro produto do *CFIT Task Force*, também publicado em 1994, foi o *CFIT Checklist*. Foi criado pela *FSF*, juntamente com a *FAA*, igualmente com o objetivo global da redução dos acidentes de *CFIT* e com a intenção de criar uma ferramenta para avaliar riscos das operações de voo, aumentando assim a consciência do piloto sobre o risco de *CFIT*.

A lista de verificação contém três partes que cobrem características de determinada operação. Cada um dos itens de cada parte terá uma pontuação diferente, que no final será somada para determinar a pontuação final de risco. Na parte 1 são avaliados os riscos presentes para o voo ou individualmente para cada trecho, e resultará em um valor negativo. Na parte 2, a cultura da companhia, as padronizações de voo, perigos envolvendo a consciência situacional, com o treinamento e com os equipamentos da aeronave são avaliados e o número resultante será positivo. Na parte 3 é possível ter um resultado final em um valor único positivo ou negativo. Se este compreender um valor negativo, significará que existem riscos significativos na operação e deverá ser reconsiderada a segunda parte do *checklist* para avaliação de fatores inseguros que devem ser melhorados. Resultando em um valor positivo a operação é segura e poderá ser conduzida normalmente.

Posteriormente, foi criado em 1996, também pela *FSF* o *Approach and Landing Accident Reduction Task Force (ALAR)* como um novo estágio nos estudos do Programa de Redução de *CFIT*. Foram coletados e analisados dados importantes sobre acidentes nas fases de aproximação e pouso, dos quais foram mais significativos os números relacionados a acidentes de *CFIT*. Essa nova Força Tarefa desenvolveu conclusões e recomendações que melhorariam a segurança nestas fases do voo, nas seguintes áreas: controle de tráfego aéreo, facilidades (equipamentos) dos aeroportos, equipamentos embarcados na aeronave e sua operação e treinamento.

O quadro de acidentes após os estudos realizados pelo *CFIT Task Force* e principalmente após o surgimento do *Enhanced Ground Proximity Warning System (EGPWS)* ou *Terrain Avoidance Warning System (TAWS)*, nos anos 1990, foi de redução nos acidentes desse tipo. À medida que este teve seu número reduzido, deixou de ser o maior responsável

pelo número de mortes na aviação, tendo o *LOC-I* assumido esta classificação. Este tipo de acidente até então considerado nos índices de acidentes, porém não estudado com o objetivo da prevenção, se manteve em número muito elevado. Assim, assume a antiga posição do *CFIT* nos gráficos de índices de acidentes e passa a ser o tipo de acidente que mais causa mortes na aviação.

Nota-se, pela análise do gráfico 1, que durante o período apresentado de 1994 a 2003, o número de acidentes ocorridos no mundo e classificados como *LOC-I* se mostrou mais expressivo quando comparados a outros tipos de acidente, incluindo o *CFIT*, o qual ocupou a segunda posição neste *ranking* de acidentes. Vale ressaltar que houve um total de 105 acidentes, que levaram a um número de 7492 fatalidades durante o período, sendo que somente no ano de 2003 estas somaram 483 perdas a bordo de aeronaves.

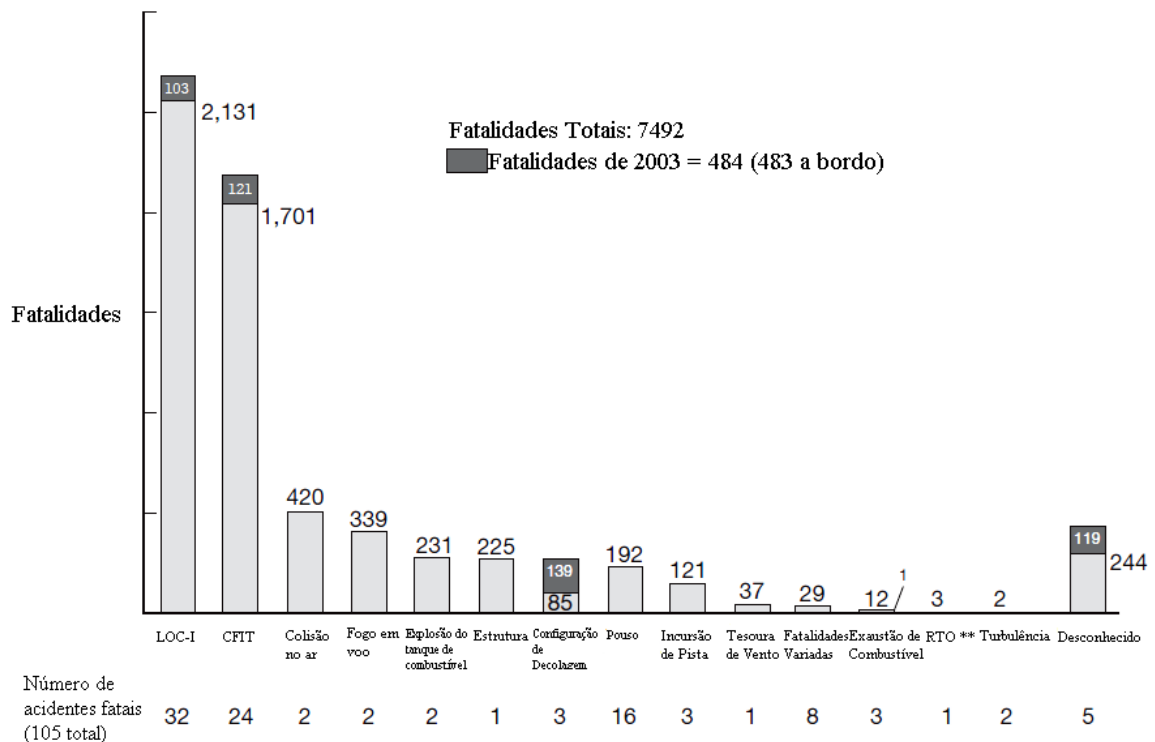


Gráfico 1: Fatalidades registradas na frota de jatos comerciais no mundo entre 1994 a 2003, classificadas por tipo de evento.

Fonte: Airbus; Boeing; FSF (2007).

1.4 ESTADO DA ARTE

Até os anos de 1990, o *CFIT* assumia o lugar de tipo de acidente que mais causava mortes no mundo. Verifica-se que nos anos entre 1988 a 1994 houve uma média de 18 acidentes deste tipo por ano no mundo, considerando voos de operadores comerciais de longa distância, regionais e táxis aéreos (FSF, 1996). Isso porque este tipo de acidente não tem margem para um “quase acidente”, mas normalmente tem consequências fatais.

Um *CFIT* é, bem como qualquer outro acidente, causado por uma cadeia de eventos, e não por um fator isolado. Assim atuam qualquer um dos fatores aqui mencionados como mais comuns na ocorrência do *CFIT*, de forma que a somatória dos mais diversos fatores, chamados contribuintes, levará ao acidente.

O fator meteorologia está estritamente relacionado ao voo sob *Visual Flight Rules* (*VFR*) que encontra condições *Instrument Meteorological Conditions* (*IMC*). Associando-se essa situação aos erros mais comuns cometidos pelos pilotos, pode-se chegar a um resultado indesejado para o voo. O piloto não proficiente em voo por instrumentos e responsável pela condução segura do voo se depara com uma situação de perda de condições sob *VFR*, para a qual não está preparado, adentrando em uma situação que ameaça a sua segurança. Para exemplificar a influência desse fator, em um período de oito anos, compreendido entre 1964 e 1972 o *NTSB* analisou 2026 acidentes, no qual 4714 pessoas morreram. Os acidentes relacionados à meteorologia representavam mais de 1 em cada 3 acidentes da aviação geral (*CRAIG* 1992).

Uma vez que o *CFIT* é, por definição, necessariamente precedido por uma desorientação espacial, é importante ressaltar os fatores que a causa: na maioria das vezes, resulta da complacência ou atenção canalizada por parte dos pilotos. Define-se complacência como a aceitação de situações que não deveriam ser aceitas por estarem fora do esperado, mas que são aceitas pelo fato de ser a ação mais cômoda a ser executada, enquanto a canalização é definida como o desvio da atenção dos pilotos para uma única tarefa da operação, deixando de lado o gerenciamento do voo como um todo.

Em qualquer operação que envolva o fator humano, deve-se considerar que o erro é algo que pode ocorrer em qualquer tipo de operação e com qualquer tipo de profissional, como controladores e pilotos. Sabendo que a melhor forma de mitigação dos erros e prevenção de acidentes é o treinamento, é importante estar em constante aprendizado e atualização, de forma proativa, ou seja, buscando o conhecimento em todos os momentos da vida do profissional relacionado à atividade aérea. Dessa forma, aprende-se com os erros cometidos no passado, de forma que não sejam repetidos. Vale citar aqui uma máxima comum na aviação e que representa esta recomendação: “Quanto mais se aprende, mais se vive”.

Fatores que contribuem para a consciência situacional dos pilotos devem receber destaque importante no processo de prevenção do *CFIT*. O mais importante relacionado ao fator humano é o *CRM*. Deve-se aproveitar ao máximo a *performance* de toda a tripulação, de forma que o trabalho seja sempre desenvolvido em sintonia e harmonia, e a troca de

informações entre seus membros seja constante, ou seja, é fundamental seguir o princípio de que toda e qualquer informação é bem vinda e sempre útil ao progresso do voo. Assim, maximiza-se a efetividade da tripulação e incrementa-se a segurança da operação por meio da utilização de todos os recursos disponíveis.

Além disso, um planejamento bem efetuado do voo também contribui para a consciência situacional. Estudar a localidade de destino e a rota, bem como os procedimentos a serem realizados é fundamental, de forma que os pilotos saberão o que esperar e como agir em situações indesejadas do voo.

É de fundamental importância mencionar a fadiga. Com esta capacidade reduzida, a atenção aos pequenos detalhes fica comprometida de forma que a *performance* da tripulação é afetada. Assim, torna-se fácil a perda da consciência situacional por parte dos pilotos e a margem para adentrar em situações críticas aumenta.

O fato que marcou a influência da tecnologia em um acidente de *CFIT* ocorrido em 1972 nos *Everglades* de *Miami* foi o *Eastern 401*. A partir deste acidente ficou claro que a simples implantação da automação nas aeronaves não era suficiente, a menos que fosse proporcionado um bom treinamento sobre como trabalhar em conjunto com a tecnologia. No caso do *Eastern 401*, é clara a falta de conhecimento em como lidar com os avisos emitidos pelo *GPWS*, que comprovadamente foram ignorados pelos pilotos. Que o emprego da tecnologia em voo é um fator de segurança é fato. No caso do *GPWS*, atua no aumento da consciência situacional por meio da emissão de avisos de proximidade com o solo.

Apesar de ter surgido por volta do ano de 1967, somente em 1978 foram introduzidas recomendações de se equipar aeronaves de transporte comercial com o *GPWS*, na Parte I do Anexo 6 da Convenção de *Chicago*. Esta medida foi seguida de uma queda representativa no número de acidentes, mas não suficiente para sua eliminação completa. Graças a isso, um passo a frente foi dado na década de 90, quando da criação de sua segunda geração: o *EGPWS* (*Enhanced Ground Proximity Warning System*), ou *TAWS* (*Terrain Avoidance Warning System*), como foi chamado nos Estados Unidos. Além disso, padrões recomendados pela *ICAO* fizeram com que futuramente diversas autoridades aeronáuticas do mundo tornassem obrigatória a implantação desses equipamentos. Este fato, apresentado na *Third Meeting of the Asia Pacific Regional Aviation Safety Team (APRAST/3)*, ocorrida no período entre 7 e 10 de maio de 2013, contribuiu para uma expressiva redução dos acidentes do tipo *CFIT*, até que em 1996 não foi registrado nenhum acidente deste tipo em aeronaves equipadas com o *TAWS*. A partir de então este tipo de acidente foi cedendo lugar para o *LOC-I*, o qual assumiu a

posição de acidente que mais causa mortes, superando o *CFIT*, que assumiu a segunda posição.

Atualmente o *CFIT* é classificado como um acidente de alto risco pela *ICAO*, considerando-se os dados históricos e ocupa a segunda posição na lista de acidentes que mais causa número de mortes na aviação, enquanto o *LOC-I* se encontra em primeiro lugar. Por isso, iniciativas de redução de *CFIT* por meio da implantação do *GPWS* e *TAWS* ainda são realizadas pelas autoridades aeronáuticas de diversos países.

No Brasil, de acordo com a legislação vigente da ANAC, a obrigatoriedade de instalação do equipamento de classe B¹ atinge todas as aeronaves a turbina com capacidade para seis passageiros ou mais, no caso de aeronaves da Aviação Geral, regida pelo RBHA91 (ANAC, 2011). Para o Transporte Aéreo Regular, regulamentado pelo RBAC121, a obrigatoriedade de equipamentos de classe A² se estende para todas as aeronaves, independente do número de assentos (ANAC, 2014). Já no Táxi Aéreo, subordinado ao RBAC135, é necessária a instalação de equipamento classe B nas aeronaves a turbina com configuração para 6 a 9 assentos, enquanto que para aeronaves com capacidade acima de 10 assentos é necessário o equipamento de classe A (ANAC, 2014).



Figura 1: Cartaz de conscientização ao *CFIT* publicado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).

Fonte: CENIPA [2000]

¹ Equipamentos de classe B: dispositivos *EGPWS-TAWS* que provenham, no mínimo, alertas para situações de: redução na separação requerida da aeronave com o terreno, impacto iminente com o terreno, descida prematura, razões de descida excessivas, razão de subida negativa ou perda de altitude após a decolagem, descida da aeronave para 500 pés acima do terreno ou elevação da pista mais próxima durante um procedimento de não precisão, sendo que este tipo não requer *display* para apresentação do terreno ao redor da aeronave (FAA, 2000).

² Equipamentos de classe A: dispositivos *EGPWS-TAWS* que provenham, no mínimo, os mesmos alertas emitidos pelo equipamento de classe B, acrescentando-se os relacionados à situações de: excessiva proximidade com o terreno, voo em direção ao solo quando fora de configuração para pouso, desvio excessivo abaixo do *glideslope* do *ILS*, além de possuir *display* que apresente o terreno ao redor da aeronave ou altura de obstáculos em relação à aeronave (FAA, 2000).

Percebe-se, portanto, que todo o trabalho de prevenção e desenvolvimento de novas tecnologias é voltado para o aumento da consciência situacional, uma vez que necessariamente um acidente de *CFIT* deve ser consequência deste fator.

2. A INSERÇÃO DO LOC-I NO CENÁRIO DA AVIAÇÃO

2.1 PERDA DE CONTROLE EM VOO EM UMA VISÃO HISTÓRICA

Historicamente assemelhando-se somente ao *CFIT* quando levada em consideração sua magnitude e número de ocorrências, acidentes relacionados à *Loss of Control In-flight (LOC-I)* são os responsáveis pelo maior número de mortes na aviação na atualidade. Entretanto, enquanto o avanço tecnológico se mostrou útil à redução dos casos de *CFIT*, para o *LOC-I* não se evidencia nenhum avanço deste tipo com a finalidade de prevenção. O acidente mais recente relacionado a este fator e que pode ser aqui exemplificado para provar este argumento é o AF447, da *Air France*.

O *Commercial Aviation Safety Team (CAST)* se mostrou, na década de 1990, como uma das pioneiros nos estudos dos acidentes *LOC*. Tendo o primeiro passo para a sua constituição sido dado em 1996, quando o então vice-presidente da *Boeing*, em conjunto com membros da *Air Transport Association* e *Air Line Pilots Association* decidiram uma agenda comum para tratar da segurança de voo, foi inicialmente chamada de “*Industry Safety Strategy Team*”. Com a junção desta organização com a *FAA*, em 1997, formou-se o *CAST*, o qual conta com a característica de juntar Governo e Indústria estadunidenses em uma colaboração única para a segurança de voo. A filosofia comum e que contribuiu para a formação deste time, era a de que a melhora da segurança só seria atingida quando um grande número de pessoas trabalhasse em conjunto, fato comprovado com números e índices de redução dos acidentes ao longo dos anos.

Ainda em 1997 o *CAST* classificou os acidentes de perda de controle como uma das três maiores áreas de preocupação na segurança da aviação comercial e iniciou um programa, em conjunto com as diversas empresas da aviação, a fim de definir suas causas e visando reduzir o grande número de acidentes na época.

De acordo com o definido em 2000 pelo *CAST*, em conjunto com o *Joint Safety Analysis Team (JSAT)*, que futuramente veio a formar a *European Aviation Safety Agency (EASA)*, a perda de controle em voo compreende um desvio significativo e não intencional, desviando-se assim do voo controlado e, portanto do envelope padrão ou atitudes normais de

voo, incluindo eventos no solo. A palavra “significativo”, presente na definição representa que o resultado necessariamente será de acidente ou incidente. Além disso, a definição exclui explosões catastróficas, *CFIT*, colisões em pista, perda completa de empuxo que não envolva perda de controle e qualquer outro cenário de acidente em que a tripulação manteve o controle de todo o voo. A definição inclui perda de controle devido ao *design* da aeronave, mau funcionamento de seus sistemas, *performance* humana, entre outras causas.

Na década de 2000, graças à recomendação do Departamento dos Transportes americano (*U.S. Department of Transportation*) e da *FAA*, além de considerar relatórios do *NTSB* de perda de controle em altitudes elevadas, foi montado um grupo de trabalho integrado por representantes de linhas aéreas americanas ou estrangeiras como a *American Airlines* e a *British Airways*, fabricantes de aeronaves tais como *Airbus*, *Boeing* e *Bombardier*, agências reguladoras, a exemplo do *NTSB*, empresas da aviação e de seu segmento educacional, podendo-se citar a *FSF*. Este grupo foi o responsável pelo desenvolvimento de um estudo que visasse facilitar o entendimento do *LOC*, auxiliando na identificação das causas e fornecendo propostas para a prevenção da perda de controle em voo, o qual foi chamado de *Airplane Upset Recovery Training Aid (URTA)*.

Sua primeira versão, composta de um documento escrito e um vídeo, foi publicada no ano de 2004, porém o documento tinha como foco aeronaves de configuração para 100 ou mais assentos, apesar de que a informação nele contida seria aplicável a qualquer aeronave propulsada por um motor a jato. Por causa disso, em 2008 foi publicada uma segunda edição, abrangendo as diferentes classes de aeronaves. Ambas as versões seguiam o princípio defendido pelo *NTSB* de que os pilotos deveriam ter consciência da *performance* e limitações dos aviões e dos efeitos da aerodinâmica em elevadas altitudes e visavam servir de subsídio para a implementação de treinamento específico para a recuperação de atitudes anormais, em conjunto com os respectivos programas presentes nas empresas aéreas.

De acordo com o conceito de *LOC*, é necessário um desvio do envelope, denominado *Upset*, ou seja, um desvio das atitudes normais de voo para que seja assim classificado. De acordo com o *URTA*, qualquer parâmetro de voo não intencional que esteja de acordo com os seguintes, configura a definição de um típico *Upset*, podendo levar a *LOC*:

- Ângulo de ataque (*pitch*) superior a 25 graus quando cabrado (+25)
- Ângulo de ataque superior a 10 graus quando picado (-10);
- Inclinação das asas (*bank*) com ângulo superior a 45 graus;

- Quando, mesmo que dentro dos parâmetros acima, voar em velocidades inapropriadas para a fase do voo.

Deve-se saber que valores de *pitch* e *bank* podem variar de acordo com o manual da aeronave e que os valores predefinidos podem não ser aplicáveis a todas as condições de voo. Dessa forma, em elevadas altitudes, por exemplo, um ângulo menor que 25 graus cabrado, bem como inclinações menores que 45 graus, podem configurar um desvio de envelope, ou seja, um *upset* que leva a uma possível perda de controle. Além disso, manobras de recuperação devem ser aplicadas o mais rápido possível quando do reconhecimento do desenvolvimento de uma situação de *upset*.

2.2 CAUSAS DE UPSET EM AVIÕES

Segundo a *Boeing* (2008), em uma análise das estatísticas da indústria nota-se a ocorrência de 22 situações de perda de controle em voo que resultaram em acidente entre 1998 e 2007, resultando assim em 2051 fatalidades. Além disso, pode-se afirmar que houve um grande número de incidentes nos quais aeronaves se encontravam em situações de *upset*.

Apesar de toda a evolução notada no campo da tecnologia e no projeto dos aviões, além da maior rigorosidade nos métodos de certificação, acidentes de *LOC* continuam a ocorrer. Como apresentado no *URTA*, as causas que podem levar a uma perda de controle em voo são as mais variadas, sendo que algumas situações são mais facilmente prevenidas do que outras, podendo ser classificados em: *upsets* induzidos pelo meio ambiente, induzidos por anormalidades de sistema, induzidos pelo piloto ou uma combinação de causas. Vale ressaltar aqui a importância de treinamento que capacite os pilotos a evitar, e eventualmente recuperar, voos em situações que levem a uma condição anormal de voo.

2.2.1 UPSETS INDUZIDOS PELO MEIO-AMBIENTE

Uma vez que a grande maioria dos desvios de envelope de voo é causada por fatores ambientais, a melhor forma de lidar com estas situações é recorrer ao treinamento. Além disso, como forma de prevenção deve-se monitorar as condições do ambiente a fim de evitar situações de alto risco.

Segundo o *Turbulence Education and Training Aid (DEPARTMENT OF TRANSPORTATION; FAA; AIR TRANSPORT ASSOCIATION OF AMERICA; BOEING; NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICES, 1997)* a turbulência, quando extrema,

pode levar a um *upset* e/ou causar algum dano estrutural. Incidentes envolvendo turbulência podem levar a um grande desvio de velocidade, altitude ou atitude, de forma que a aeronave estará momentaneamente incontrolável. A turbulência, quando severa ou extrema pode estar associada à *Clear Air Turbulence (CAT)*, ondas de montanha, *windshear*, trovoadas, *microbursts* e esteira de turbulência.

Quadro 2: Fatores meteorológicos relacionados à turbulência e ligados à ocorrência de *upsets*.

<i>Clear Air Turbulence (CAT)</i>	É a turbulência que ocorre em níveis elevados (acima de 15.000ft) e que não se apresenta associada a nuvens cumuliformes ou trovoadas. Se faz presente nas vizinhanças de elevações montanhosas ou correntes de jato, graças à diferença na velocidade do vento dentro e fora da corrente. Além disso, é praticamente impossível de ser prevista uma vez que não apresenta dimensões definidas de área em que se apresenta e duração.
Onda de Montanha	As montanhas são as maiores obstruções naturais ao vento que flui na atmosfera, uma vez que interrompem o fluxo de ar que é mecanicamente forçado a contorná-las. Seus indicativos são as nuvens rotoras ou lenticulares, sendo que acima, dentro das nuvens ou abaixo delas pode-se encontrar turbulência de leve a extrema.
<i>Windshear</i>	Representam grande risco ao voo, uma vez que ocorrem em baixas altitudes, afetando assim suas fases mais críticas de pouso e decolagem. Podem resultar de diversas condições topográficas e meteorológicas como inversões de temperatura, brisas marítimas, sistemas frontais, ventos fortes de superfície, trovoadas e pancadas de chuva. Pode ser definida como variações de intensidade e/ou direção do vento que podem afetar a aerodinâmica da aeronave.
Trovoadas	Podem ser divididas em trovoadas de massas de ar ou frontais. As do primeiro tipo se apresentam aleatoriamente em ar instável e se desenvolvem em áreas isoladas de calor na superfície da terra que aquecem o ar em contato, gerando um movimento convectivo e conseqüentemente o desenvolvimento de nuvens cumuliformes. Quando as correntes ascendentes perdem intensidade, ocorre a precipitação, acompanhada de um grande número de correntes descendentes causando rajadas turbulentas. Já as trovoadas frontais são associadas aos sistemas frontais, ventos convergentes, áreas de baixa pressão associadas às frentes e se formam também em linhas de instabilidade. Causam chuva forte, com possibilidade de granizo, rajadas com ventos fortes e até tornados. A diferença clara presente entre os dois tipos é que na trovoadas frontal nota-se grande variação horizontal na velocidade e direção dos ventos ao longo das diferentes altitudes dentro da tempestade, além do fato de suas correntes descendentes serem mais fortes e produzirem grandes variações de velocidade dos ventos na superfície.
<i>Microbursts</i>	Apresentam correntes descendentes mais concentradas e mais fortes podendo originar o <i>windshear</i> . Podem ocorrer em qualquer lugar onde houver condição de tempo com correntes convectivas. Quando a corrente descendente atinge o solo, se espalha horizontalmente formando um ou mais vórtices. Ao entrar em um <i>microburst</i> não se notam variações de velocidade, entretanto, serão notadas ao encontrar os ventos divergentes

	(que fluem para fora do vórtice) ou quando saindo do <i>microburst</i> . Neste fenômeno deve-se reconhecer que as técnicas para recuperação do voo podem não ser bem sucedidas.
--	---

Fonte: *Airbus; Boeing; FSF* (2007).

Outro fenômeno relacionado à turbulência e que merece destaque por ser a principal causa dos *upsets* induzidos pelo ambiente é a esteira de turbulência (*wake turbulence*, em inglês). Este fenômeno significativo é induzido pelo voo das aeronaves graças ao princípio da sustentação, que causa um diferencial de pressão nas asas, de forma que nas suas extremidades o ar tende a escoar ao redor das pontas, no sentido do intradorso para o extradorso, em busca das pressões menores. Assim, graças a este movimento rotativo, formam-se vórtices nas pontas das asas que se apresentarão em sentidos opostos e se estenderão ao longo da trajetória percorrida pelo avião. Sua intensidade se dará proporcionalmente ao peso da aeronave e inversamente proporcional à sua envergadura e velocidade. Os vórtices rotativos terão a tendência de descer em direção ao solo, sendo assim voar acima da trajetória da aeronave antecedente a melhor forma de evitá-los.

Sua principal característica é a rotação, de forma que ao encontrar este fenômeno notar-se-á uma rolagem das asas, bem como mudança de atitude de voo, que poderão ser excessivamente intensas a ponto de exceder a capacidade de rolagem e arfagem da aeronave afetada, a qual não conseguirá exercer força aerodinâmica suficiente a se opor à esta rotação. Assim, evitar a esteira de turbulência é a chave para evitar a maioria dos problemas de *upset*.

Deve-se citar também como um indutor de desvio de envelope dentro de causas naturais a formação de gelo ao longo da estrutura do avião. Este, quando depositado nas asas, provoca mudança do perfil aerodinâmico do aerofólio, bem como provoca uma degradação na *performance* do avião: mesmo uma pequena contaminação da estrutura por gelo provoca um grande aumento do arrasto e grande degradação da sustentação. Além disso, provoca uma mudança das características de controlabilidade e estabilidade da aeronave. Para isso, deve-se manter as superfícies limpas e livres de gelo, utilizando-se sistemas de degelo e anti-gelo.

2.2.2 UPSETS INDUZIDOS POR ANORMALIDADES DO SISTEMA

Apesar de toda a evolução notada no *design* das aeronaves, confiança nos equipamentos e treinamento de tripulação, do rigoroso processo de homologação e do constante monitoramento de integridade de estruturas e equipamentos buscando por falhas, estas últimas ainda ocorrem e podem levar a um voo em condições inadvertidas. Por isso,

deve-se conhecer e desempenhar as ações corretas necessárias a cada situação, seguindo-se a filosofia de que a maioria das falhas é sobrevivível. Os *upsets* causados por anormalidades de sistemas podem ser classificados em falhas de instrumentos de voo, dos sistemas autônomos de voo, de controles, entre outros.

Quadro 3: Falhas de sistemas relacionadas às condições de *upset*.

Instrumentos de voo	A partir do momento que se passou a voar confiando fielmente em indicações de instrumentos, estes devem fornecer informações confiáveis. Para isso foram necessárias melhoras constantes de qualidade, <i>design</i> , redundâncias e clareza das informações fornecidas. Entretanto, por menores que sejam as chances de falhas, elas ainda podem ocorrer. É nesta situação que deve se inserir o fator humano, ou seja, na ocorrência de falhas ou divergências de dados entre sistemas os pilotos devem ser capazes de manter controle da situação e analisar o impacto do problema a fim de escolher o procedimento alternativo correto.
Sistemas de voo automático	Dentre esses sistemas estão o piloto automático, o <i>auto-throttle</i> e todo e qualquer sistema envolvido com gerenciamento de voo e orientação. São sistemas extremamente precisos e reúnem informações dos mais variados sistemas da aeronave. Por causa disso os pilotos passaram a ter um grau de confiabilidade elevado nesses instrumentos, de forma que o excesso de automação leva a complacência, mascarando casos de mau funcionamento, tornando a identificação da fonte do problema uma tarefa complexa. Nestes casos a recomendação é justamente reduzir o nível de automação, ou seja, tomar para si o controle do avião. Dessa forma o piloto estará em contato mais próximo com a falha, o que por vezes ajudará na busca pela anomalia.
Controles de voo	Apesar de raros, falhas de controles de voo são normalmente explicadas no manual de operação do avião, sendo que os pilotos devem estar treinados para saber reconhecer e lidar com essas situações. Um bom treinamento assegurado à tripulação minimiza as chances de uma condição indesejada de voo devida à uma ação errônea ou desnecessária por parte dos pilotos ao receber avisos de falhas da aeronave.

Fonte: Airbus; Boeing; FSF (2007).

2.2.3 UPSETS INDUZIDOS PELO PILOTO

Os desvios de envelope relacionados ao fator humano estão relacionados à capacidade de reconhecimento e interpretação de estímulos sensoriais externos da aeronave e do ambiente. Essa capacidade é individual e subjetiva, além de ser grandemente depreciada quando os pilotos não conseguem manter contato visual com o horizonte. Os desvios relacionados a este fator geralmente se relacionam com o cheque-cruzado de instrumentos, ajustes de atitude e potência, desatenção, distrações das tarefas primárias de *cockpit*, desorientação espacial, *pilot incapacitation*, mau uso da automação e técnicas para evitar e recuperar oscilações induzidas pelos pilotos.

Quadro 4: Fatores humanos relacionados à *upsets*.

<i>Cross-check</i> de instrumentos	Desvios pequenos dos padrões de voo podem ser atribuídos a um cheque cruzado deficiente dos instrumentos. Este fator pode ser considerado subjetivo, uma vez que depende do desempenho individual de cada piloto quanto à velocidade de interpretação dos dados apresentados nos instrumentos, bem como sua experiência em voo por instrumentos. É recomendado a ambos os pilotos monitorar os parâmetros, especialmente em momentos de alta carga de trabalho. Um bom monitoramento aumenta a consciência situacional e garante que sejam evitados os desvios.
Ajuste de atitude e potência	Uma vez que os comandos executados pelos pilotos são baseados no entendimento da resposta que será dada pela aeronave, em algumas situações de não familiarização com a aeronave podem ser comandados ajustes incorretos de ângulo de ataque, inclinação das asas e potência. Da mesma forma, solicitações impulsivas, não planejadas e excessivas ao avião farão com que suas reações se tornem desconhecidas, aumentando as possibilidades de <i>upset</i> .
Desatenção	Mostra-se estritamente ligada ao <i>cross-check</i> , de forma que a partir de desvios pequenos por monitoramento deficiente de parâmetros esta situação pode evoluir para desvios maiores.
Distração das tarefas primárias do cockpit	Graças a desvios de atenção do monitoramento dos parâmetros essenciais de voo, os pilotos por muitas vezes não notam alterações de perfil, não tendo chance de recuperar o voo normal colocando em prática suas habilidades de voo em si. Vale aqui a citação de duas máximas da aviação que se mostram como recomendações: “primeiro voe o avião” e “ <i>back to the basics</i> ”.
Desorientação espacial e vestibular	É um importante fator relacionado à psicologia humana e responsável por <i>upsets</i> . Devido à ilusões sensoriais a tripulação pode entender que se encontram em uma situação não condizente com os dados apresentados pelos instrumentos, sendo que, na maioria das vezes os pilotos não terão consciência dessa desorientação. Em situações como esta o risco de perda de controle envolvido é grande, portanto, no voo em condições IMC a única fonte de dados a se confiar deve ser os instrumentos da aeronave. Como fator de mitigação deste risco é fundamental um bom planejamento de voo, conhecimento dos procedimentos a serem realizados e acima de tudo, treinamento.
<i>Pilot Incapacitation</i>	O risco que envolve este fator se dá quando o piloto em comando apresenta problemas sérios de saúde ou as consequências desse problema afeta os comandos do avião. Para elucidar a situação usar-se-á o exemplo de um piloto que desmaia e seu corpo pende sobre a coluna do manche, comandando movimentos não desejados.
Uso inapropriado da automação	Com o surgimento da automação, a <i>performance</i> do sistema homem-máquina foi melhorada significativamente, a partir da redução da carga de trabalho da tripulação. Entretanto surgem problemas a partir dessa interação, relacionados ao excesso de confiança na tecnologia e complacência. Por vezes os sistemas podem desempenhar ações não esperadas pelos pilotos. Nessas situações cabe o julgamento humano para decidir se a ação desempenhada é correta ou se são necessárias correções.
Técnicas de evitar	As oscilações induzidas pelo piloto (<i>PIO, Pilot Induced Oscillations</i>) podem ser definidas como reações insatisfatórias ou não desejadas aos

recuperar após oscilações induzidas pelos pilotos	comandos aplicados pelos pilotos. Dessa forma, devido à fatores do avião, como excesso de velocidade, compensador mal ajustado ou falhas de controles de voo, as respostas do avião podem não ser condizentes com a rapidez ou amplitude solicitada pela tripulação. A fim de compensar essa situação recorre-se ao excesso de comandos, que pode produzir variações imprevisíveis de atitude e <i>pitch</i> .
---	--

Fonte: Airbus; Boeing; FSF (2007).

Por muitas vezes um fator isolado apresenta-se como o fator inicial para uma combinação de causas, que por sua vez comporão a sequência de causas que podem levar a um acidente de *LOC-I*. Faz-se importante citar aqui a recomendação que motivou o desenvolvimento do *URTA* e que é usado como incentivo para o desenvolvimento de treinamentos de *Upset Recovery*: deve-se reduzir o nível de automação ao iniciar uma manobra de recuperação, ou seja, desacoplar o piloto automático, bem como o *autothrottle*, e deve-se tomar cuidado para que uma recuperação de um *upset* não leve a outro por uso excessivo de comandos (AIRBUS; BOEING; FSF 2007).

Uma vez que pilotos de linha aérea raramente experimentam situações de voo fora do envelope padrão, de forma que nem sempre estão preparados ou treinados para responder de maneira correta à situação, além de nunca terem sido levados ao limite em treinamentos de manobras acrobáticas e, os que foram expostos a este tipo de situação perdem suas habilidades rapidamente, muitos operadores passaram a desenvolver e implementar programas que incluam a recuperação de *upsets* em estudo teórico, nos quais são apresentados os fundamentos para se evitar atitudes adversas, bem como instrução em simulador, onde são aplicados os conhecimentos adquiridos no estudo teórico. Além disso, muitas autoridades aeronáuticas de diferentes países vêm recomendando este tipo de treinamento, de forma a garantir que os pilotos estejam preparados para lidar com situações de voo em condições inadvertidas.

Tomando-se como exemplo as situações de voo em atitudes adversas causadas por fatores ambientais, as quais são massivamente estudadas e os pilotos levados ao *stress* durante o treinamento, nem sempre se obtêm sucesso com a proposta de se evitar estes fenômenos da natureza, uma vez que são, naturalmente, as situações mais difíceis de prever. Portanto, a recomendação lógica do *URTA* é que seja fornecido treinamento adequado, de maneira que a tripulação esteja capacitada a recuperar de maneira segura uma aeronave que se encontre em condição de *upset*. Partindo-se deste princípio, alguns operadores estrangeiros já fornecem um *Upset Prevention and Recovery Training (UPRT)* com o consenso de que é este tipo de treinamento o que melhor prepara a tripulação a lidar com situações não intencionais.

Vale ainda ressaltar que, para que este tipo de treinamento torne realidade nas empresas aéreas, a alta direção deve colaborar dando o suporte necessário para a sua implementação. Assim, o *URTA* se insere neste contexto defendendo que esta meta só será atingida quando houver um consenso na indústria da aviação voltado para a busca por um método de treinamento efetivo que capacite pilotos à recuperação dos *upsets*, que levaria assim ao desenvolvimento de materiais apropriados a este tipo de treinamento, além de modelos de treinamento que proveem base para o desenvolvimento de programas individuais a cada operador.

Paralelamente ao *URTA*, foram desenvolvidos estudos por parte da *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* como o *Aviation Safety Program*, sempre em resposta ao significativo número de acidentes envolvendo a perda de controle em voo e buscando adereçar soluções ao problema.

No viés do desenvolvimento de treinamentos específicos para a prevenção da perda de controle, no ano de 2011 foi tomada a primeira iniciativa, por parte da *FAA*, quando foi montado um comitê especial para desenvolver diretrizes e metodologias de treinamento de recuperação de *upset*. No ano seguinte a *EASA* juntou seus esforços aos da autoridade americana para estabelecer iniciativas para a redução do número de acidentes assim classificados. Finalmente, neste mesmo ano, a partir de iniciativas da *ICAO*, foram realizados vários congressos que visavam à difusão de informação e tentavam entender as causas deste tipo de acidente. A partir do trabalho conjunto dessas organizações e lideradas pela *ICAO*, foi formada a *loss of control avoidance and recovery training (LOCART) initiative*, ou seja, uma iniciativa para evitar e desenvolver treinamento de recuperação à perda de controle.

Dessa forma a redução no número de acidentes *LOC-I* passou a ser uma prioridade da Organização da Aviação Civil Internacional, de forma que a busca por um documento oficial que fornecesse insumos à comunidade aeronáutica passou a ser uma necessidade. Assim, foi introduzido nos *Standards and Recommended Practices (SARPS)* da *ICAO* diretrizes para o treinamento em simulador de *Upset Recovery* aos pilotos de linha aérea e, em 2014, foi introduzido o *DOC10011*, que compilou estudos realizados durante três anos, provendo diretrizes para o treinamento de *UPRT* a todos os pilotos de avião.

Este documento defendia que um treinamento efetivo deveria englobar instrução acadêmica, fornecendo conhecimento teórico necessário ao entendimento dos perigos e treinamento prático, que desenvolveria as habilidades necessárias para aplicar os conhecimentos relativos a evitar condições que levam à perda de controle e, quando necessário, ser capaz de recuperar o voo da aeronave, trazendo-a de volta à condição de voo

desejada. Para que um nível mínimo de proficiência fosse atingido, o treinamento prático deveria englobar instrução em voo real em aeronave adequada e instrutores qualificados para este tipo de treinamento, além de instrução em simulador de voo (*Flight Simulation Training Devices, FSTD*) que representem aeronaves genéricas, entretanto fiéis à sua aerodinâmica, que inseririam este treinamento no ambiente de coordenação de cabine (*CRM*) em tripulações múltiplas, em todos os estágios de voo.

No cenário brasileiro ainda não foram notadas iniciativas com objetivos similares, entretanto, nota-se que programas desenvolvidos por organizações de renome internacional ao longo da história foram implementados no ambiente nacional. Assim, deve-se aguardar a divulgação futura por parte da autoridade aeronáutica brasileira de programas em prol da segurança operacional neste contexto.

3 A SITUAÇÃO ATUAL DO *CFIT* E *LOC-I*

A partir da análise dos gráficos divulgados por importantes órgãos da aviação, nota-se uma expressiva redução no número de acidentes de *CFIT*, fato o qual se deve à significativa evolução e adoção da tecnologia na frota mundial de aviões, sendo o melhor exemplo o *GPWS*. Além disso, deve-se mencionar as sucessivas iniciativas de conscientização a este tipo de acidentes, bem como um incremento na eficiência dos programas de treinamento aplicados pelas empresas aéreas aos seus pilotos.

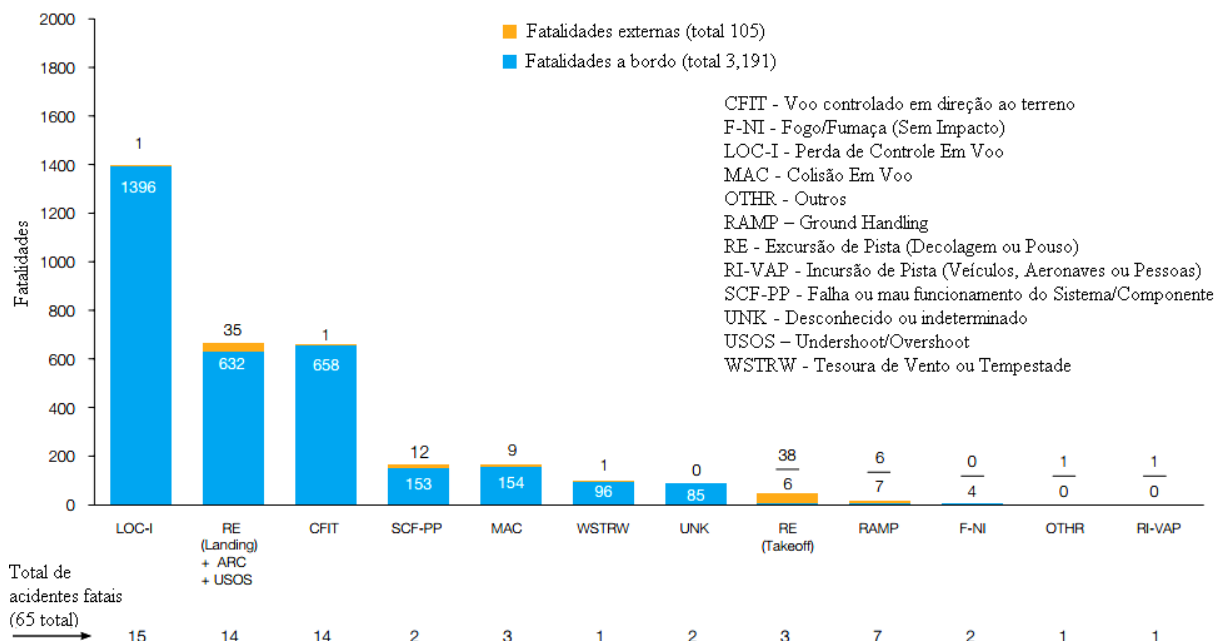


Gráfico 2: Fatalidades de acordo com o *CAST* e ocorrência entre a frota global de jatos comerciais.

Fonte: Adaptado de *Boeing* (2016).

Apesar da sucessão dos anos ter mostrado uma redução generalizada nos índices de acidentes, de acordo com a *Boeing* (2014), entre os anos de 2006 a 2015 o *CFIT* se manteve em uma posição alarmante nos gráficos de fatalidades na frota mundial de jatos comerciais, superado somente pela perda de controle em voo, quando considerado o número de fatalidades a bordo de aeronaves.

O grande marco na aviação relacionado aos acidentes de voo controlado em direção ao terreno se deu no ano de 2015, no qual, de acordo com o gráfico 3, não ocorreram acidentes de voo controlado em direção ao solo dentre todos os voos comerciais programados e ocorridos nas regiões listadas no Anexo 2 da *ICAO*. Por outro lado, deve-se atentar ao número relacionado aos acidentes *LOC-I*, que apesar de representar apenas 3% dos acidentes no ano de 2015 é o responsável por 33% das fatalidades ocorridas neste mesmo ano.

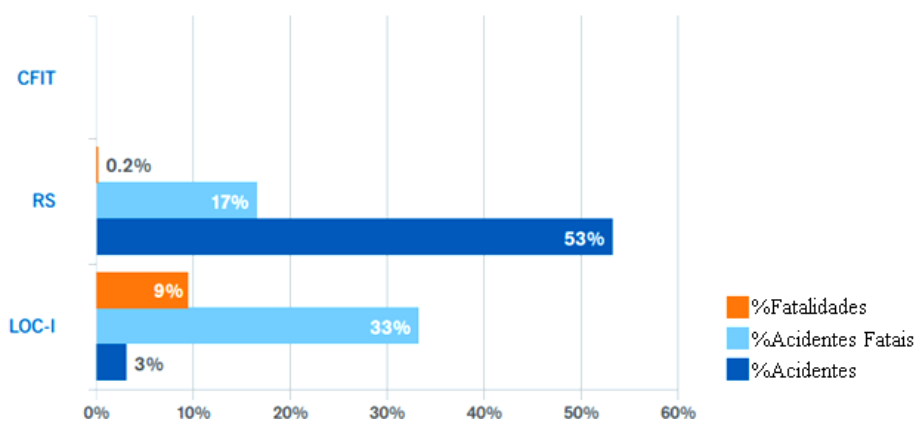


Gráfico 3: Visão geral dos acidentes classificados pela *ICAO* em categoria de alto risco.
Fonte: Adaptado de *ICAO* (2016).

Aproximando-se do contexto brasileiro, apresentam-se os gráficos contidos na sexta edição do *Annual Safety Report*, elaborado pelo *Regional Aviation Safety Group – Pan America (RASG-PA)*, órgão do qual o Brasil participa, estabelecido em 2008 e composto pela *ICAO* em conjunto com representantes de todos os estados ou territórios da América do Norte, Caribe e América do Sul membros dessa organização, além de representantes da indústria da aviação e de demais organizações internacionais.

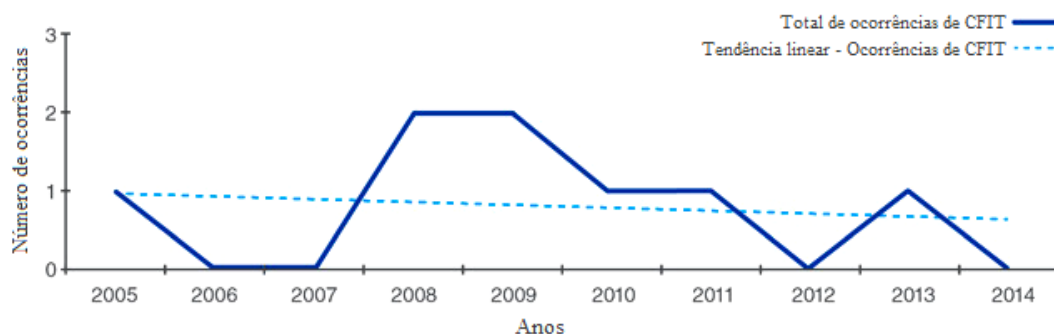


Gráfico 4: Total de ocorrências de *CFIT* por ano na Pan-America.
Fonte: Adaptado de *RASG-PA* (2016).

Além de apresentar dados anuais relacionados ao número de ocorrências de *CFIT* e *LOC-I* nas Américas, respectivamente, os gráficos 4 e 5 mostram uma linha de tendência anual de redução dessas ocorrências. Deve-se tomar o fato como um avanço na segurança da aviação, concentrando ainda mais os investimentos de forma a trazer este índice o mais próximo possível para a condição de zero acidente, a qual seria o ideal do mercado.

Vale citar aqui que, das ocorrências relacionadas à perda de controle, 11% estão relacionadas ao voo em condições de formação de gelo, e 28% associadas a unidades de potência (motores), falhas ou mau funcionamento de sistemas. Além disso, para composição dos números foram consideradas aeronaves “*western built*” (conceito utilizado para designar as aeronaves construídas por indústrias de países ocidentais) e operadas no transporte aéreo regular ou em operações equivalentes a estas. Os dados foram cedidos pela Boeing, a qual desenvolveu os estudos originais utilizados na elaboração do *RASG-PA*.

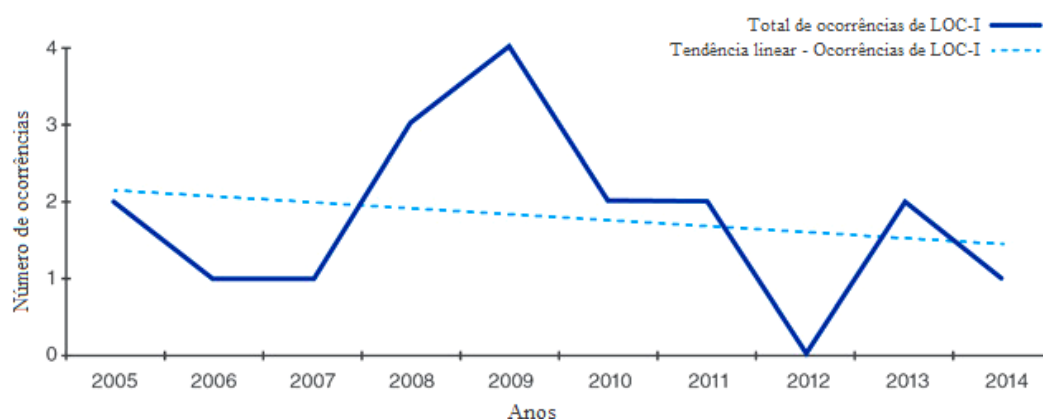


Gráfico 5: Total de ocorrências de *LOC-I* por ano na Pan-America.
Fonte: adaptado de *RASG-PA* (2016).

Analisando-se dados publicados pelo CENIPA (2015) e ANAC (2016) que representam a realidade brasileira, um quadro semelhante ao mundial é encontrado: com exceção ao *CFIT*, que contabilizou 1,50% de todos os acidentes no decênio 2005 a 2014, a perda de controle em voo no Brasil mostra números importantes sobre a sua ocorrência em território nacional. Os valores apresentados estão limitados à representação estatística das ocorrências recebidas por meio de notificação pela ficha CENIPA 05 ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER).

A partir do gráfico 6 é possível ter uma visão geral das classes de acidentes representativas no Brasil. Atenção deve ser dada quando observando a perda de controle em voo, a qual contabilizou 19,04% do total de acidentes do período, reforçando assim a necessidade de se oficializar ações e recomendações, por parte da agência responsável pela

regulação da aviação no país, endereçadas a mitigação do número de ocorrências deste tipo de acidente.

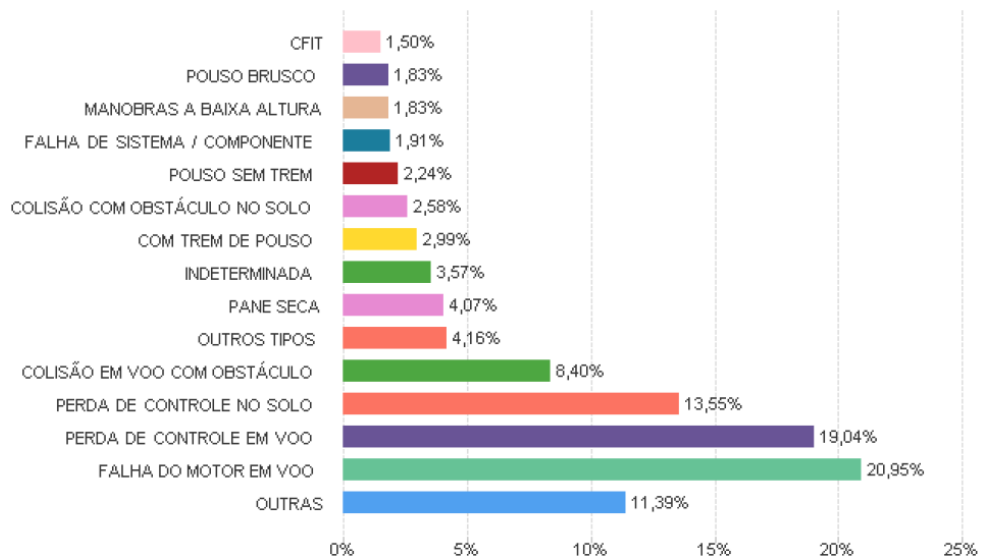


Gráfico 6: Percentual de acidentes ocorridos no Brasil entre 2005 e 2014 por tipo de ocorrência.

Fonte: CENIPA (2015).

No âmbito mais recente da aviação nacional, foi divulgado em setembro do ano vigente o Relatório Mensal de Segurança Operacional, o qual apresenta números relativos à realidade da segurança operacional da aviação civil brasileira, analisando-os. Segundo o relatório, de maneira geral, a categoria predominante no ano em questão foi a “falha de motor em voo”, responsável por 29% das ocorrências, seguida pela “perda de controle em voo”, que contabilizou 22%. Além do *LOC-I*, o *CFIT* se mostra importante quando é considerado somente o número de acidentes fatais ocorridos, sendo que estes estão representados no gráfico 7.

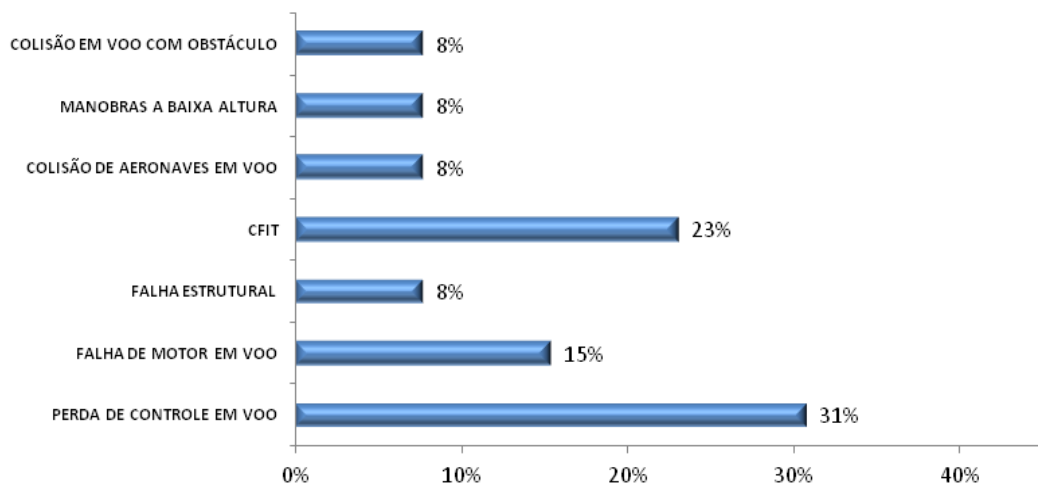


Gráfico 7: Classificação dos acidentes fatais ocorridos no Brasil em 2016 por tipo de ocorrência.

Fonte: ANAC (2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aqui realizado teve como objetivo principal a contribuição para o incremento da segurança das operações aéreas no âmbito nacional e conscientizar os responsáveis pelo seu desenvolvimento dos iminentes riscos gerados pelos acidentes do tipo *CFIT* e *LOC-I*, a partir da apresentação de documentos de importantes órgãos internacionais, como a *FSF*, *FAA*, *ICAO*, *IATA*, entre outros, os quais foram tomados como referência ao redor do mundo para o desenvolvimento de legislações específicas e condizentes com a realidade do setor da aviação de cada um dos países.

Além disso, a partir da interpretação das estatísticas apresentadas torna-se claro que acidentes deste tipo, em sua maioria, trazem sérias consequências e envolvem grandes perdas que poderiam e deveriam ter sido evitadas. Por isso, todo trabalho voltado à prevenção de acidentes deve ser visto como benefício à empresa aérea e à comunidade aeronáutica, e não como gastos desnecessários. Por uma última vez, vale aqui ser citada outra máxima, de autoria de Stelios Haji-Ioannou (*THE GUARDIAN*, 2010) e que pode ser utilizada no contexto da prevenção de acidentes: “se você acha que a prevenção custa caro, experimente um acidente”.

Acidentes aéreos, via de regra, sempre trazem consequências ruins aos envolvidos. Às empresas aéreas, gastos excessivos com perdas materiais, de tripulação e indenizações às vítimas, entretanto, acima de tudo, as piores consequências serão às famílias dos envolvidos, as quais perdem seus parentes graças à situações que poderiam ter sido evitadas a partir de um melhor emprego da tecnologia e provisão de treinamentos adequados à tripulação de voo.

Dessa forma, não deve haver economia de esforços por parte das autoridades brasileiras em prol da redução do número de ocorrências de voo controlado em direção ao terreno e perda de controle em voo, sendo que no caso deste último não foram encontradas, durante as pesquisas, referências ao assunto no contexto nacional. Portanto, recomenda-se programas de conscientização, principalmente ao pessoal habilitado à pilotagem de aeronaves, independente de tamanho, capacidade ou *performance* delas, quanto aos riscos e possíveis consequências se assumir condições de voo diferentes das quais estão habilitados, além da regulamentação de programas de treinamento adequados à realidade da aviação brasileira, voltados à prevenção e recuperação de desvios de envelope de voo, os chamados *upsets*.

Em um mercado com grande potencial para o crescimento e cuja tendência, quando se analisando historicamente e em comparação com outros países desenvolvidos, se mostra de forma a comprovar esta capacidade, é fundamental que o fator segurança acompanhe esta

evolução, assegurando assim o sucesso desse meio de transporte graças à conquista da confiança da população para o seu uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Aviação Civil. Portaria nº 482/DGAC, de 20 de março de 2003. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica Nº91**: Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis. 91-12. ed. [s.l.], 22 abr. 2003. n. 76. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha/rbha-091/@@display-file/arquivo_norma/rbha091.pdf>. Acesso em: 29 set. 2016.

Agência Nacional de Aviação Civil. **Relatório Anual de Segurança Operacional - 2015**. [s.l.]: ANAC, 2015. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/raso_2015.pdf>. Acesso em: 05 out. 2016.

Agência Nacional de Aviação Civil. **Relatório Mensal de Segurança Operacional**: Setembro, 2016. [s.l.]: Superintendência Planejamento Institucional, 2016.

Agência Nacional de Aviação Civil Resolução nº 146, de 17 de março de 2010. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Nº 121**: Requisitos Operacionais: Operações Domésticas, de Bandeira e Suplementares. 3. ed. [s.l.], 04 jul. 2014. n. 146. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-121-emd-03/@@display-file/arquivo_norma/RBAC121EMD03.pdf>. Acesso em: 29 set. 2016.

Agência Nacional de Aviação Civil Resolução nº 304, de 18 de fevereiro de 2014. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Nº 135**: Requisitos Operacionais: Operações Complementares e Por Demanda. 3. ed. [s.l.], 21 fev. 2014. n. 304, Seção 1, p. 2-2. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-135-emd-03/@@display-file/arquivo_norma/RBAC135EMD03.pdf>. Acesso em: 29 set. 2016.

AIRBUS; BOEING COMMERCIAL AIRPLANES; FLIGHT SAFETY FOUNDATION (Org.). **Airplane Upset Recovery Training Aid**. 2. ed. Washington DC, 2008. 443 p. Disponível em: <http://flightsafety.org/files/AP_UpsetRecovery_Book.pdf>. Acesso em: 06 out. 2016.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANES (Seattle). **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations, 1959-2007**. Seattle: Aviation Safety, 2008. 26 p. Disponível em: <<http://www.airsafe.com/events/models/statsum2007.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANES (Seattle). **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations, 1959-2015**. Seattle: Aviation Safety, 2016. 26 p. Disponível em: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Será que você está na altura em que deveria estar?** [s.l.]: Cenipa, [2000].

Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **FCA 58-1: Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira**. [s.l.]: Cenipa, 2015. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/19/Ocorrências Aeronáuticas Aviação Civil 2005 a 2014.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/19/Ocorrências%20Aeronáuticas%20Aviação%20Civil%202005%20a%202014.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2016.

CRAIG, Paul A.. **Be A Better Pilot: Making the Right Decisions**. [s.l.]: Blue Ridge Summit, Pa: Tab Books/McGraw Hill Companies, 1992. 218 p. (Tab practical flying series).

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION; FAA; AIR TRANSPORT ASSOCIATION OF AMERICA; BOEING; NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICES. **Turbulence Education and Training Aid**. [s.l.]: National Technical Information Services, 1997.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, **AC25-23: Airworthiness Criteria for the Installation Approval of a Terrain Awareness and Warning System (TAWS) for Part 25 Airplanes**. [s.l.]: FAA, 2000. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC25-23.pdf>. Acesso em: 26 out. 2016.

FLIGHT SAFETY AUSTRALIA. **CFIT - Are You at Risk?** Oct. [2008]. Disponível em: <<https://www.casa.gov.au/file/112946/download?token=7hBdxVsn>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **CFIT Checklist**. 1994. Disponível em: <http://flightsafety.org/files/cfit_check.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2016.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION (Org.). **Controlled Flight Into Terrain Education and Training Aid**. [s.l.], [1994]. 1 v. Disponível em: <<http://captainslog.aero/?p=1395>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. Killers in Aviation: FSF Task Force Presents Facts about Approach-and-landing and Controlled-flight-into-terrain Accidents. **Flight Safety Digest**, [s.l.], v. 17, n. 1-12 – v. 18, n.1-2, p.1-288, Nov.-Dec 1998 – Jan.-Feb. 1999. Mensal. Disponível em: <http://flightsafety.org/fsd/fsd_nov-feb99.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **DOC 10011**: Manual on Aeroplane Upset Prevention and Recovery Training. Montreal: ICAO, 2014. 94 p. Disponível em: <http://www.icao.int/Meetings/LOCI/Documents/10011_draft_en.pdf>. Acesso em: 26 set. 2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Safety Report**. [s.l.]: Icao, 2016. Disponível em: <http://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2016_final_13July.pdf>. Acesso em: 05 out. 2016.

KATWA, R.; ROELEN, A. L. C.. An Analysis of Controlled Flight into Terrain (CFIT) Accidents of Commercial Operators 1988 through 1994. **Flight Safety Digest**, [s.l.], v. 15, n. 4-5, p.1-45, Apr.-May 1996. Mensal. Disponível em: <http://flightsafety.org/fsd/fsd_apr_may96.pdf>. Acesso em: 06 out. 2016.

REGIONAL AVIATION SAFETY GROUP - PAN AMERICA. **Annual Safety Report**. 6. ed. [s.l.]: ICAO, 2016.

SMITH, Daryl R. **Controlled Flight into Terrain (CFIT/CFTT)**. [s. l.]: McGraw Hill Professional, 2001. 352 p. (Controlling Pilot Error Series).

The Guardian. **Planes and boats in train**. Disponível em <https://www.theguardian.com/business/2000/aug/27/transportintheuk.theobserver>> Acesso em: 07 nov. 2016.

WIENER, Earl L. Controlled Flight Into Terrain: System-Induced Errors. **The journal of Human Factors**, Coral-Gables-FL, V.19, N.2, P.171-181, Abril. 1977. Disponível em: <hfs.sagepub.com>. Acesso em: 31 maio 2016.