

# A SEGURANÇA DE VOO A PARTIR DA MANUTENÇÃO E OS RISCOS GERADOS PELOS FATORES HUMANOS

LEMES, D. A. F.<sup>1</sup>; TOLENTINO, K. C.<sup>2</sup>; BECHEPECHE, A. P.<sup>3</sup>

UniEvangélica – Centro Universitário de Anápolis  
alveslemes@hotmail.com<sup>1</sup>, kennedy\_car@hotmail.com<sup>2</sup>, abechepeche@yahoo.com.br<sup>3</sup>

## Resumo

O presente artigo descreve uma análise dos erros ocorridos na manutenção aeronáutica, ligados aos fatores humanos, que podem influenciar na segurança de voo. Os procedimentos adotados para o desenvolvimento deste trabalho foram: pesquisas em artigos e documentos, apreciações em relatórios de acidentes aeronáuticos e noções de conhecimentos adquiridos na área de manutenção aeronáutica. Os estudos realizados têm como principais objetivos: descrever os fatores humanos que podem impactar a segurança de voo, confrontar os erros humanos com os fatores influenciadores, exemplificar com estudos de casos tirados de relatórios de acidentes aéreos e demonstrar como é feito o treinamento para prevenir erros ligados à ação humana. Também, são apresentadas as abrangências de como os acidentes estão ligados aos fatores humanos e como se precaver através de métodos como MRM (Maintenance Resource Management), fornecendo procedimentos corretos e necessários para identificar condições dissimuladas, ameaças e fatores de risco sistemáticos, antes que causem danos às pessoas ou propriedades. Conclui-se, então, que existe a necessidade da realização de cursos e treinamentos para todo o pessoal envolvido na manutenção aeronáutica, resultando no aumento da consciência situacional, participação efetiva na segurança de voo e aumento significativo no preenchimento de relatórios de prevenção.

**Palavras-Chave:** Fatores humanos. Segurança de voo. Manutenção.

**Abstract:** The present article describes an analysis of the errors occurred in aeronautical maintenance, related to human factors, that can influence flight safety. The procedures used for the development of this work were research on articles and documents, critique in aeronautical accident reports and knowledge acquired in the aeronautical maintenance area. The main objectives of the studies are: to describe the human factors that can impact flight safety, to confront human errors with influencing factors, to exemplify with case studies drawn from crash reports and to demonstrate how training can prevent errors involving human action. The comprehensiveness to which accidents are linked to human factors are shown and how to prevent through methods such as MRM (Maintenance Resource Management), providing correct and necessary procedures to identify hidden conditions, threats and systematic risk factors before they cause damage to people or property. It is conclusive to say that there is a need for training for all people involved in aeronautical maintenance, effective participation in flight safety and a significant increase on completing the prevention reports.

**Keywords:** Human factors. Flight safety. maintenance.

## INTRODUÇÃO

A preocupação com a segurança de voo faz parte da rotina dos aeródromos, aeroportos e hangares de manutenção, já que, este tema integra uma importante parte das operações aéreas existentes mundialmente. Para se obter índices cada vez menores de acidentes aéreos, existe todo um planejamento pelos órgãos responsáveis, envolvendo todos mantenedores e pessoas que trabalham com a aviação, como: controladores de tráfego aéreo, pilotos, mecânicos e tripulação, até o pessoal que auxilia indiretamente na aviação. Atualmente, os fatores humanos são levados bastante em consideração, devido o aumento significativo de acidentes causados por erro humano. As causas dos acidentes aéreos com influências humanas são fatores que preocupam toda sociedade internacional de segurança de voo.

De acordo com um levantamento feito pelo CENIPA, Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, entre 2006 e 2015, foram registrados 1294 acidentes, sendo que em média, ocorreram 130 acidentes por ano. Contudo, o maior pico de acidentes ocorreu em 2012 e o menor pico em 2006, onde apresenta uma pequena diminuição nos últimos quatro anos. Já o número de incidentes graves foi registrado, dentro do mesmo período, 526 ao todo, uma média de 53 por ano, contendo um maior número de ocorrências em 2012 e um menor número em 2007. Na grande maioria desses acidentes, os fatores humanos são as principais causas influenciadoras. Todos os elementos coletados pelo CENIPA são separados por tipo de acidentes e regiões, servindo para fornecer além de laudos técnicos, dados para auxiliar os profissionais da aérea de segurança da aviação, no sentido de dar um direcionamento nas tomadas de decisões, além de auxiliar nas soluções assumidas para impedir futuros acidentes aeronáuticos [1].

As medidas adotadas pelos profissionais da área de segurança devem estar em constante evolução, pois à medida que vão ocorrendo os acidentes, aparecem novos desafios, que exigem alcances mais profundos com relação a segurança. O desafio, agora, é desacelerar os índices crescentes de acidentes por erros humanos e descobrir meios de melhorar a atuação dos profissionais, de forma a trabalhar uma consciência de segurança de voo. Este estudo acadêmico vem aprofundar e melhorar etapas da segurança operacional da aviação, deixando os profissionais envolvidos um passo a frente das situações que poderiam causar incidentes graves ou até mesmo acidentes fatais [2].

O presente trabalho acadêmico tem, também, como temática, um estudo sobre segurança de voo, os riscos gerados pelos fatores humanos dentro da manutenção, visando esclarecer os fatores de risco, a metodologia na prevenção de acidentes e como os fatores humanos influenciam na segurança de modo geral. Sabe-se que o ambiente de manutenção aeronáutica, pela alta complexidade e perícia das intervenções mecânicas, torna elevadas as possibilidades de erros humanos, podendo causar assim, tanto um incidente como um acidente aeronáutico envolvendo operadores ou não. Para isso, existem algumas medidas adotadas em aeródromos e hangares de manutenção que são utilizadas para atenuar esses possíveis erros.

Para eficácia e credibilidade do trabalho, foram coletados dados de uma pesquisa qualitativa, em vários relatórios de acidentes aeronáuticos e através destes, será realizada uma análise visando a correção das falhas dos métodos utilizados atualmente, conhecendo os principais fatores influenciadores, gerando uma política de prevenção.

## **METODOLOGIA**

A manutenção está diretamente ligada ao princípio de que os fatores humanos influenciam a segurança de voo, seja em qualquer empresa, desde a manufatura da peça indo até o gerenciamento de cabine. Através de pesquisa, em diversos relatórios de investigação de acidentes, gerados pelo CENIPA, Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, serão identificados os principais fatores humanos que colocam em risco a aviação e que podem afetar a segurança de voo. A partir desses dados, será feita uma análise para verificar os principais pontos em que a segurança é afetada, juntamente com os procedimentos para prevenir futuros erros humanos a fim de aplicar-se uma metodologia de trabalho segura e consciente na manutenção aeronáutica. O trabalho visa de forma preventiva, auxiliar as empresas no gerenciamento dos recursos humanos, seja através de palestras, treinamentos ou intervenção direta no modo de trabalho.

## **OBJETIVO**

Mostrar e identificar os principais riscos gerados pelos fatores humanos na segurança de voo, durante a manutenção de aeronaves. Abordar de forma sistêmica e objetiva o gerenciamento dos riscos, a sua prevenção e métodos de treinamentos.

## **DESENVOLVIMENTO**

Atualmente, os meios de transportes aéreos se comparados aos meios terrestres são mais seguros e oferecem uma maior comodidade, porém quando ocorrem acidentes, comovem uma grande parte da sociedade e especialistas da área, provocando uma busca concreta a respeito de suas causas. De acordo com as investigações do CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), os acidentes por falhas mecânicas têm diminuído, mas os fatores por falhas humanas não seguem o mesmo curso, aumentando consideravelmente ao invés de decair.

As condições de trabalho e fatores físicos e psicológicos estão diretamente ligados à correta manutenção das aeronaves. Segundo pesquisas, é de suma importância à confiança e a troca de informações a respeito de tudo o que ocorre na manutenção, bem como assumir responsabilidades por toda intervenção feita em uma aeronave e se precaver das violações em um espaço de manutenção [3]. O objetivo é sempre a melhoria e explanação de ideias a fim de evitar erros causados pelos fatores humanos. Nas últimas décadas, os fatores humanos têm sido amplamente estudados, pois estes têm influenciado negativamente na segurança operacional.

Aproximadamente 15% dos acidentes fatais envolvendo aeronaves da aviação geral têm fatores técnicos como causas principais, enquanto que, quase três quartos dessas ocorrências tiveram a operação e manutenção como fator contribuinte mais relevante - Air Safety Institute (2013) [4].

Os erros humanos na manutenção aeronáutica abrangem uma das principais causas de acidentes na aviação. Nota-se que a influência de fatores materiais, ligados a falhas mecânicas, vem diminuindo significativamente nas últimas décadas, enquanto que, a influência de erros humanos continua em patamares elevados. Quando ocorrem novas análises de dados da aviação e estas mostram que os índices de acidentes têm diminuído, deve-se levar em consideração a melhoria de vários fatores humanos dentro da manutenção, tendo em vista que, o conhecimento desses fatores

humanos deve ser de forma ampla e proativa, fazendo com que sempre a segurança de voo esteja à frente dessas interferências humanas prejudiciais. É importante também que, por *proação*<sup>1</sup>, o conhecimento dos fatores humanos deve ser aplicado e integrado durante as fases de certificação do pessoal operacional (mantenedores e tripulantes) [5].

A aplicação do estudo científico das analogias entre homem e máquina, propondo a uma segurança e eficácia no modo como se interagem, tem melhorado a eficiência do trabalho consideravelmente se confrontarmos aos fatores humanos. Deve-se continuamente aplicar os conhecimentos diários adquiridos na atualização dos profissionais envolvidos, como mecânicos, pilotos, comissários e todos que realizam algum serviço aeroviário, a fim de, atuarem com consciência em prol da segurança do voo. O processo de identificação de fatores que influenciam negativamente à segurança de voo passa por estes estudos realizados, onde a investigação ao identificar as causas possíveis, trata de encontrar uma maneira de extinguir estes fatores, através de melhorias no processo de atuação dos profissionais envolvidos. É de grande importância que todo estudo realizado e as melhorias no processo sejam expandidas ao maior número de pessoas envolvidas possíveis, a fim de criar uma consciência de segurança operacional [6].

Todas as aeronaves são projetadas para voar com segurança por tempo ilimitado, desde que sua manutenção seja realizada com perícia, observando suas inspeções periódicas, encontrando possíveis *panes*. A detecção das falhas com antecedência, antes de se tornar arriscado a operação da aeronave, faz com que seja realizada uma manutenção adequada e preventiva, resguardando o componente de *panes* mais severas, que tornaria, também, menos financeiramente viável devido aos altos custos de materiais aeronáuticos [6].

Não é novidade que diversos fatores humanos influenciam na segurança da aviação e na engenharia aeronáutica. Entretanto, os erros também são comuns em outras áreas, podendo ter influências negativas nas indústrias, na construção civil, na engenharia naval, entre outras, cada uma com sua especificidade e atuação. Todavia, todas têm algo em comum, que é a busca incessante pela segurança e meios de diminuir acidentes causados por fatores humanos. A expressão, fatores humanos, tem vários conceitos, entre eles o DOC 9683 refere-se como:

“Fatores humanos é uma expressão que ainda há de definir-se claramente, dado que quando tais palavras são utilizadas na linguagem cotidiana normalmente se referem a qualquer fator relacionado aos seres humanos. O elemento humano é a parte mais flexível, adaptável e valiosa do sistema aeronáutico, mas é também a mais vulnerável a influências que podem afetar negativamente seu comportamento”. (TISSOT APUD DOC9683, 1998, p17).

Pode-se observar que os erros humanos na aviação são influenciados pelos fatores humanos, que estão enquadrados desde a parte do cansaço físico até o desgaste mental, onde o profissional da área submetido a pressões psicológicas devido à agilidade da operação acaba cometendo erros que podem ser irreversíveis e até fatais. O erro humano pode ter diversas variáveis que são causadores de acidentes aéreos: a má capacitação profissional da pessoa envolvida, o descumprimento de ordens técnicas relativas à atividade realizada e o despreparo para o serviço solicitado. Por isso, a importância de numa investigação de acidentes aéreos realizarem as primeiras análises por fatores onde se tem a atuação humana. Na verdade, a visão de segurança atualizada

<sup>1</sup> Ação crítica que antecipa medidas preventivas para resolução de problemas.

sugere que o erro humano deve ser o ponto de partida na investigação e prevenção de acidentes, não é regra, mas facilitará o processo de investigação [7].

## ESTUDOS DE CASOS

Através de uma apreciação feita em vários acidentes relatados e documentados pelo CENIPA, entre janeiro de 2014 a fevereiro de 2017, pode-se concluir que os erros humanos têm maior potencialidade para afetar a segurança de voo em comparação com as falhas técnicas ocorridas [8].

Em Junho de 2014, em Itaí-SP, uma aeronave de modelo EMB-810C, da Embraer, sofreu um acidente por falta de combustível. Todos os envolvidos sobreviveram, porém, causando grandes danos a aeronave. Os fatores contribuintes foram: indisciplina de voo, julgamento de pilotagem e planejamento de voo, todos erros humanos [9].

Em 29 de Janeiro de 2015, em Boa Vista-RR, uma aeronave modelo 182D da fabricante CESSNA AIRCRAFT sofreu um acidente ao colidir com fios de alta tensão. Todos sobreviveram, sendo que a aeronave sofreu danos substanciais. Nesta situação, a aeronave estava com certificado de aero navegabilidade cancelado e inspeção anual de manutenção vencida. Acidente causado por negligência humana [10].

Em 10 de março de 2015, na cidade do Rio de Janeiro-RJ, um helicóptero do modelo R22 da fabricante ROBINSON HELICOPTER sofreu um acidente por perda de componente em voo. Na investigação, notaram que a ponta de umas das pás do rotor de cauda havia se soltado. Este elemento do rotor é essencial para manter a aeronave estável em voo sem entrar em *autorrotação*<sup>1</sup>. Foi realizado um pouso forçado, e todos saíram ilesos do acidente. A aeronave estava com toda documentação e manutenção em dia, sendo que os fatores contribuintes para o acidente foram a aplicação de comandos e, também, perda das propriedades mecânicas do adesivo (TIPCAP) que ocorreu ao longo do tempo de operação desde a sua montagem inicial. Inicialmente, não se nota influência de fatores humanos neste acidente, porém a falta de inspeção por parte dos mantenedores na ponta da pá, onde se soltou o adesivo contribuiu indiretamente para o acidente [11].

Em 06 de abril de 2015, na cidade de Maringá-PR, uma aeronave AB-115, da fabricante AERO BOERO, sofreu um acidente quando o piloto tentava realizar um pouso. Houve perda de controle da aeronave, a mesma vinda a *pilonar*<sup>2</sup>. Não houve feridos. Os possíveis fatores contribuintes foram: instrução, julgamento de pilotagem, pouca experiência do piloto, e supervisão gerencial. Todos estes fatores possuem influência humana [12].

Em 11 de junho de 2015, na cidade de Goiânia-GO, uma aeronave modelo 172<sup>a</sup>, da fabricante CESSNA AIRCRAFT, após um toque e arremetida, ocorreu uma falha em motor, forçando o piloto a realizar um pouso forçado. Após investigações, foi concluído que a causa do acidente foi pane seca. Um dos fatores contribuintes foi o mal planejamento do voo. Acidente causado também por influência humana [13].

Em 14 de novembro de 2016, na cidade de Triunfo-RS, uma aeronave no modelo A188-B da fabricante CESSNA AIRCRAFT sofreu acidente quando o piloto tentava realizar um pouso. O piloto notou que houve um súbito abaixamento da asa esquerda, vindo o trem de pouso a quebrar. Este acidente teve vários fatos que influenciaram, além de toda documentação de navegabilidade do piloto estar irregular, a manutenção periódica da aeronave estava vencida desde 16 de janeiro de 2016. Já neste

<sup>1</sup> Condição de voo de uma aeronave de asas rotativas; helicóptero.

<sup>2</sup> Enterrar o nariz da aeronave no solo, acidente comum em aeronaves com trem de pouso arcaico.

caso, um fator humano, a falta de manutenção, influenciou veementemente para o acidente, já que se tivessem realizado a manutenção em seu prazo estabelecido, possivelmente evitaria este acidente [14].

Em 08 de fevereiro de 2017, na cidade de Caravelas-BA, uma aeronave no modelo 210R da fabricante CESSNA AIRCRAFT saiu da pista e veio a colidir com uma cerca de isolamento do aeródromo. Durante a investigação, foi observado que havia uma desconexão na linha de alimentação hidráulica, causando assim o vazamento de todo o fluido hidráulico da aeronave, como consequência o trem de pouso da aeronave não travou, forçando a mesma a realizar um pouso forçado ocasionando o acidente. Um dos fatores contribuintes foi também a falta da devida manutenção [15].

Como se pode observar nos casos relatados acima existe uma forte influência de vários fatores humanos, desde o mal planejamento do voo à supervisão gerencial. Ao analisar estes e vários outros relatórios do CENIPA, observa-se o que já foi citado que as primeiras medidas tomadas na investigação começam pela parte humana propriamente dita, iniciando pela documentação do piloto até os relatórios de voo e de manutenção [16].

Nota-se que através destas análises os principais fatores humanos contribuintes destacados [6]:

- Erros de manutenção e inspeção;
- Julgamento de pilotagem;
- Equipes envolvidas diretamente na manutenção não seguiram os procedimentos das devidas ordens técnicas específicas da aeronave em manutenção;
- Planejamento do voo;
- Supervisão gerencial.

Os fatores pertinentes acima, na maioria das vezes, têm elos entre si, causando uma sequência de erros e situações problemáticas que acabam se direcionando aos acidentes aéreos. Os erros causados na manutenção nem sempre são descobertos no primeiro instante, após um giro de inspeção. Geralmente se manifesta como uma discrepância não intencional da aeronave, como falha técnica ou degradação física, que inicialmente são atribuídas à ação do tempo ou de decorrência normal do desgaste e funcionamento do sistema. Entretanto, com uma averiguação técnica, encontram-se as falhas, e comumente essas falhas tem ligações com os fatores humanos [17].

Na manutenção, o erro humano acontece de duas formas básicas. No primeiro caso, a falha procede de um problema peculiar da aeronave que não existia antes que a tarefa de manutenção se iniciasse. Sempre no processo de manutenção em aeronave existe a possibilidade para erro humano, que pode derivar em uma discrepância indesejada na aeronave. Alguns exemplos dessas discrepâncias são: a inversão de cabos de comandos e o esmagamento de conexões elétricas depois de reinstalados os equipamentos. O segundo caso seria a análise equivocada de uma condição não desejada, realizada em uma inspeção periódica, como por exemplo, numa inspeção visual dos pinos do comando de voo, passando despercebida uma trinca, que pela ordem técnica pertinente seria inadmissível. Estes erros podem ter sido causados por vários motivos, tais como capacitação ineficiente do profissional, pressões psicológicas no

trabalho, má supervisão gerencial. Todos estes fatores ligados à ação humana na manutenção [6].

Assim, vimos como os fatores humanos podem influenciar na segurança de voo de uma aeronave, partindo-se desde a manutenção, onde é o princípio em que se deve quebrar o elo. O termo Segurança de Voo derivou-se da expressão *Flight Safety*. O significado deste termo nada mais é do que: realizar o voo de uma aeronave sem acidentes ou incidentes [18].

Em todos os ambientes empresariais, a segurança de voo deve ser considerada como um investimento, tal como a segurança do trabalho é vista hoje em dia. A capacidade de operação de uma empresa depende da saúde de seus funcionários, se algum deles sofre acidente, a empresa terá que arcar com despesas médicas, psicológicas entre outras. Assim, a Segurança de Voo deve ser observada, uma manutenção da precaução contra acidentes aéreos, que além de envolver custos adicionais, pode colocar a vida de inúmeras pessoas em risco. A figura abaixo apresenta o quantitativo de acidentes ocorridos entre 2006 e 2015 [18].

**Figura 1:** Ocorrências aeronáuticas entre 2006 a 2015



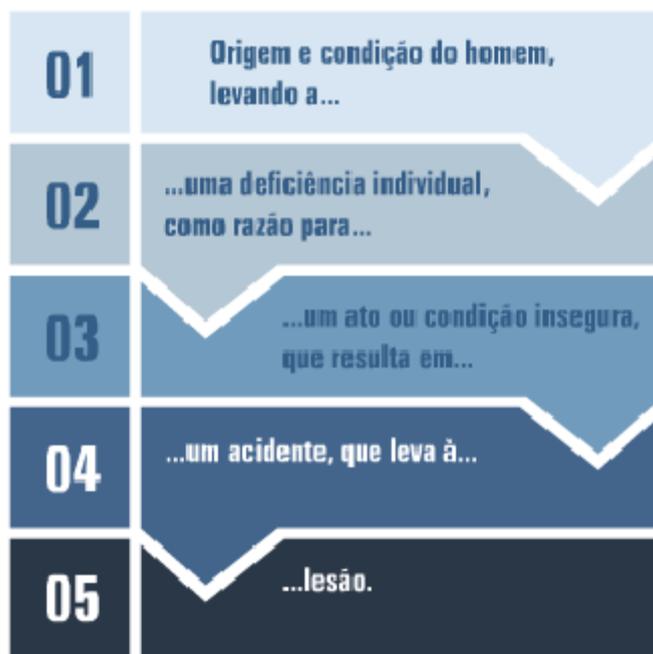
**Fonte:** CENIPA- Panorama de Ocorrências aeronáuticas 2016 (p.13)

De acordo com a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) os fatores humanos são: o estudo das capacidades e das limitações humanas oferecidas pelo local de trabalho, a interação entre o homem e os equipamentos utilizados, os procedimentos escritos e verbais, as regras que devem ser seguidas, as condições ambientais ao seu redor e as interações com as outras pessoas. Esses fatores citados acima podem influenciar de maneira negativa a saúde do indivíduo, afetando assim o seu modo de trabalho, seja por estresse ou qualquer outro sentimento gerado em que possa implicar na segurança do trabalho [19].

Para explicar como acidentes podem ocorrer, utiliza-se o modelo de Heinrich, conhecida popularmente como Efeito Dominó, é também conhecido como Teoria da Causa Única, devido à contribuição predominante da falha humana no processo. Esta

teoria fala de como as peças ou fatos vão se alinhando, de maneira que quando uma peça cai, todas as outras irão juntas, ou seja, não é apenas um fator que causa um acidente, mais sim um conjunto de variáveis que por algum motivo não foram removidas. De maneira lógica, ao pensar que ao retirar uma peça dessa fileira de dominó, não acarretaria o desfecho final. Este é o papel da Segurança de Voo. Por meio dessa metáfora, retirar a peça da fileira de dominós, seja por meio de cursos, elevação da capacidade cognitiva do indivíduo, a motivação, a melhora do ambiente de trabalho e a conscientização da importância deste assunto [18].

**Figura 2:** Teoria de Heinrich



**Fonte:** Curso básico de prevenção de acidentes aeronáuticos – CENIPA(2015)

No Brasil, o órgão responsável pela investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos é o CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes). É uma organização do Comando da Aeronáutica prevista pelo Decreto n 6.834, de 30 de abril de 2009, cuja finalidade é planejar, gerenciar, controlar e executar as atividades relacionadas com a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos [20].

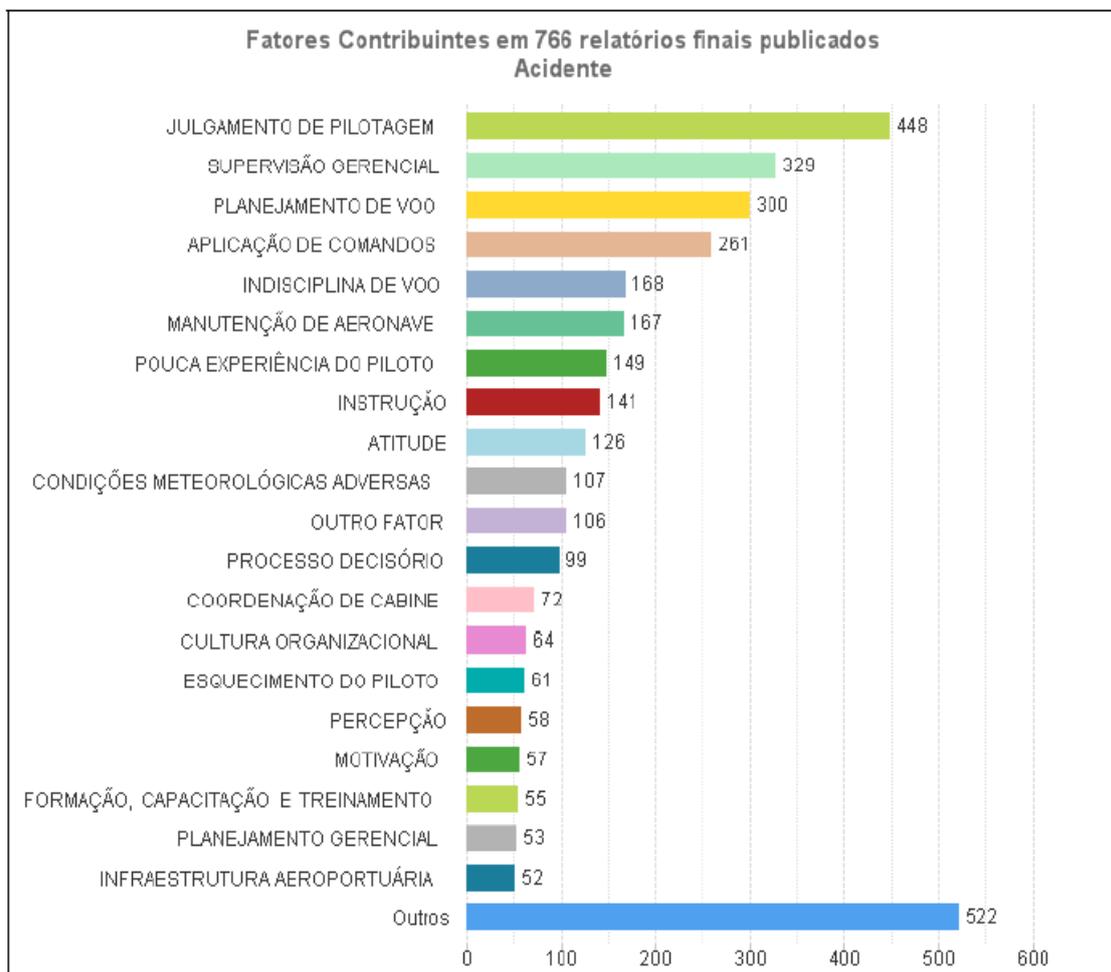
Através disto, o CENIPA utiliza-se por meio de reportes voluntários de ocorrências que podem vir a provocar um acidente ou incidente. Os instrumentos que contribuem significativamente para a mitigação das ocorrências aeronáuticas: Relatório de Prevenção (RELPREV), Relatório ao CENIPA para a Segurança de Voo (RCSV), reportes de Risco da Fauna e do Risco Baloeiro [20].

Na maioria das empresas aéreas, inclusive no meio militar, a promoção de segurança é apoiada no uso facultativo e integrado de Relatórios de Prevenção (RELPREV), que por meio destes consegue identificar possíveis falhas futuras e podem ser úteis para o aprendizado organizacional [21].

O fator humano na manutenção é um dos casos a serem estudados, pois a partir de seus atos, acidentes futuros podem ocorrer. Nas figuras abaixo, pode-se observar o

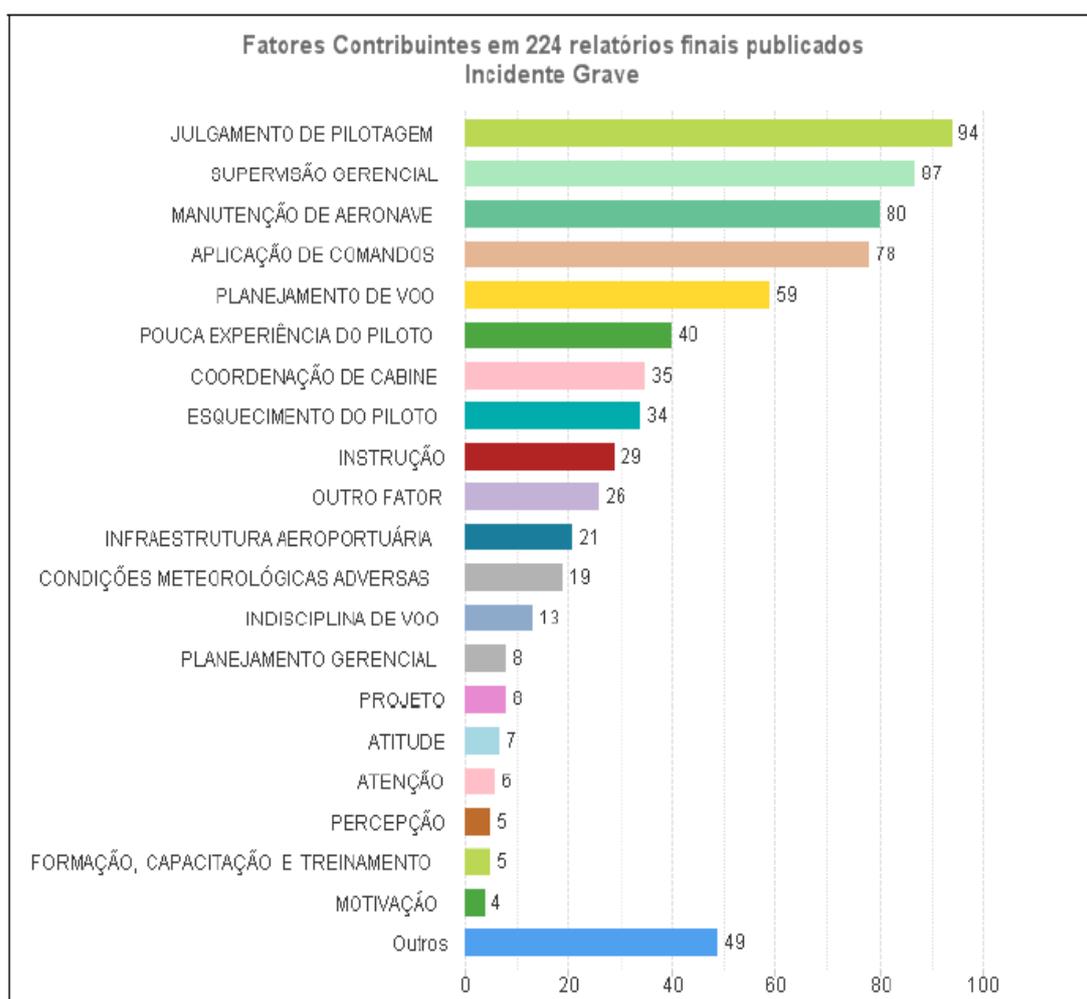
percentual de fatores contribuintes identificados em investigações de acidentes e incidentes aeronáuticos, ocorridos entre 2006 e 2015 [3].

**Figura 3:** Percentual de fatores contribuintes identificados em investigações de acidentes aeronáuticos, ocorridos entre 2006 e 2015



**Fonte:** CENIPA- Panorama de Ocorrências aeronáuticas 2016 (p.31)

**Figura 4:** Percentual de fatores contribuintes identificados em investigações de incidentes graves, ocorridos entre 2006 e 2015



**Fonte:** CENIPA- Panorama de Ocorrências aeronáuticas 2016 (p.32)

Os dados foram retirados de relatórios finais, feitos após toda a investigação do acidente ou incidente pelo CENIPA. Em ambas as figuras acima mostram um elevado índice de acidente ou incidente grave causado devido à manutenção de aeronave [1].

Segundo a *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, o elemento humano é “a parte mais flexível, adaptável e valiosa dentro do sistema aeronáutico, mas é também a que está mais vulnerável às influências externas que poderão vir a afetar negativamente o seu desempenho” [2].

Devido a estes índices, é necessário investir na segurança de voo a partir da manutenção, pois os fatores humanos estão ligados diretamente à uma má manutenção; como despreparo técnico, falta de motivação, estresse e até mesmo o reconhecimento por parte do empregador, pode contribuir de maneira positiva ou negativa. É necessário um treinamento competente para abranger todo o sistema [3].

## Recomendações da ICAO para um treinamento efetivo

Através dos anos, podemos acompanhar acidentes relacionados aos erros de pilotos por meio de gerenciamento de cabine ou até mesmo por causa do controle de tráfego aéreo. Esses acidentes podem ter ocorrido em virtude de uma escolha errada do piloto, um procedimento não eficaz, uma falha de comunicação entre controle e piloto ou até mesmo por questões de orgulho, não seguindo os procedimentos corretos após uma falha no avião. Nesses fatos, sempre as pessoas envolvidas estão presentes, porém o erro gerado pela manutenção faz com que a falha muitas vezes não ocorra na hora, mas sim, dias ou meses após, observado no relatório final do CENIPA [2].

Constata-se no relatório, conforme ANEXO A – Relatório Final Simplificado [22], que o incidente ocorreu muito tempo depois da referida manutenção. O motor estava com 842 horas e 08 minutos voadas após a última revisão geral e 13 horas e 20 minutos voadas após a última Inspeção Anual de Manutenção. É necessário prevenir através de treinamentos técnicos e motivacionais, pois a segurança de voo depende do correto manutenção das aeronaves.

Para cada setor da aviação, seja para tripulação, controladores de tráfego aéreo ou técnicos de manutenção existe certo tipo de treinamento, isso é ditado em normas internacionais. Antigamente, o treinamento para a manutenção de aeronaves baseava-se no Gerenciamento de Recursos de Tripulantes (CRM), porém por ser diretamente ligado ao gerenciamento de cabine, cujo público alvo são os tripulantes da aeronave, o CRM não foi aceito na aplicação aos técnicos de manutenção [2].

Algumas práticas internacionais são distintas no que se refere à aplicação do treinamento, pois são fatores relacionados à cultura do local, fisiologia, ergonomia, ciências sociais e ciências comportamentais. Outros fatores também influenciam como: o conhecimento a respeito do assunto e a formação profissional [2].

O curso a ser ministrado é de total responsabilidade da empresa de manutenção, esta porém, pode desenvolver seu próprio curso ou contratar uma instituição para a formação adequada de seus mantenedores. O treinamento deve ser realizado para todos os setores da manutenção[2]:

- Pessoal de Gestão (superior, médio e supervisor);
- Investigadores de Acidentes / Incidentes;
- Inspetores de Manutenção;
- Instrutores de Segurança de Voo;
- Engenheiros de Programas de Planejamento e Manutenção;
- Engenheiros de Manutenção Aeronáutica (AME) e Mecânica;
- Pessoal de Controle de Qualidade;
- Suprimento;
- Compras;
- Operadores de Equipamentos Terrestres.

O treinamento de pessoal não deve ser tratado de maneira que seja desprezado pelos seus discentes. Alguns tópicos são considerados na norma internacional, como por exemplo[2]:

- Deve ser visto como importante pelo público alvo;
- Demonstrar a sua importância e as mudanças devido à sua aplicação;
- O instrutor deve estar aberto para críticas, de forma a melhorar as técnicas de treinamento;
- E demonstrar as diferenças de habilidade e experiência.

O conhecimento dos ouvintes deve ser levado em conta, pois será isto que determinará o foco do treinamento. Para uma formação adequada, deve-se seguir os tópicos conforme recomendação internacional [2]:

- Clareza na aprendizagem teórica e prática entre instrutor e instruído;
- Utilização de *briefing*<sup>1</sup>, *debriefing*<sup>2</sup> e exercícios práticos;
- Aprendizagem baseada na experiência no decorrer do cotidiano, utilização de exercícios em grupo; e
- Habilidade, conhecimentos necessários.

Seguindo esses conceitos, o curso a ser ministrado, deve gerar interesse por parte de todos. O instrutor deve ser motivado para que seus alunos demonstrem interesse em colocar em prática os assuntos abordados.

Uma das maneiras de se elevar a consciência situacional, condição em que seus mantenedores e tripulação fiquem mais atentos, é através do curso de MRM (Maintenance Resource Management). Esse curso tem como foco abordar assuntos do cotidiano relacionados à aviação em geral e fatos ocorridos na organização. Cada empresa pode criar seu modo operante, técnicas que englobe discussões e atividades em grupo, despertando assim o interesse de seus ouvintes [6].

O Gerenciamento de Recursos de Manutenção é um método que visa melhorar a comunicação, a eficácia no trabalho realizado reduzindo assim os erros de manutenção e a segurança nas operações de manutenção. O MRM é usado também para mudar a cultura de segurança da empresa, ou seja, permite que o indivíduo tenha um pensamento positivo a respeito do assunto, fazendo com que não tenha receio de reportar erros durante a manutenção, pois o reporte não terá caráter punitivo e sim para que sirva de contribuição com a segurança aeronáutica. O curso melhora não só a parte psicológica dos funcionários, mas também aumenta a interação entre eles, valorizando, assim, o fluxo das informações [6].

O segredo para um programa bem-sucedido começa pela motivação e a vontade de se querer realizá-lo. Deve ser visto como algo bom e único pelos seus ouvintes e apoiado pelos seus administradores [6].

<sup>1</sup> Ato de dar informações e instruções concisas e objetivas sobre missão ou tarefa a ser executada

<sup>2</sup> Reunião onde se reporta a execução de uma tarefa qualquer.

## **RESULTADOS**

Após análise de inúmeros Relatórios Finais gerados pelo CENIPA e pesquisas em artigos chega-se aos resultados que iremos mostrar adiante.

Os fatores humanos são os principais causadores de acidentes e incidentes aeronáuticos. Alguns são identificados instantaneamente, pois a decisão da tripulação mediante a uma falha do equipamento pode ocasionar o acidente [4]. Ao contrário, o erro na manutenção ou a falha de um processo na fabricação, muitas vezes só será identificado após anos de utilização da aeronave.

Portanto, é necessário que a empresa invista na prevenção, e um dos métodos mais simples é a confecção de relatórios de prevenção, os quais, fazem com que os mantenedores, tripulações, controladores de tráfego aéreo e todos os envolvidos, direta ou indiretamente com a aviação, estejam com sua consciência situacional elevada, garantindo assim que não haja prejuízo material e o mais importante, às vidas [21].

As empresas que investiram em CRM e MRM, assim também no meio militar, obtiveram um aumento significativo de reportes voluntários e, conseqüentemente, uma queda nos índices de ocorrências com aeronaves. É primordial que as empresas estejam atentas à motivação de seus funcionários, pois um mecânico ou piloto sem o comprometimento adequado pode acarretar falhas no seu julgamento.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento do presente estudo, através de pesquisas em artigos e documentos aeronáuticos, possibilitou uma análise de como os procedimentos de segurança adotados cotidianamente são de suma importância para se antecipar a qualquer tipo de situação dentro de hangares, oficinas de manutenção e aeródromos, que possa ocasionar um incidente ou até mesmo um acidente aéreo. Além disso, também, permitiu uma pesquisa de campo, onde se obteve dados relativos aos principais fatores contribuintes, fatores humanos influenciadores e métodos capazes de diminuir os riscos a aviação.

Ao levantar dados do CENIPA, Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, relacionados à aviação, investigando as causas dos acidentes, observa-se uma grande influência humana nos possíveis erros, tanto na manutenção como na operacionalidade da aeronave em questão. Então, conclui-se que os processos de segurança de voo não foram devidamente realizados, ou existiu uma quebra de seqüência por parte de algum militar envolvido ocasionando os acidentes investigados.

Os métodos de treinamento visando à segurança de voo que foram analisados e estabelecidos pelos órgãos responsáveis se mostram efetivos até certo momento, pois a seqüência de repetições dos procedimentos adotados traz um excesso de confiança ao operador, tornando ineficaz a segurança de todo um trabalho, uma vez que essa confiança excessiva faz com que o mesmo operador deixe de utilizar processos importantes como, as consultas as ordens técnicas entre outros, devido à confiança na memória ou pelo aumento da experiência profissional. Os métodos de treinamentos

voltados à segurança operacional defendem justamente o contrário, que independente do quanto conheça o processo, do quanto sejam experientes profissionalmente, deve-se seguir à risca todas as etapas de segurança, evitando assim, possíveis erros humanos ligados à quebra sequencial. Então, a importância do assunto, torna-se necessário o desenvolvimento de formas de se evitar possíveis quebras de sequência devido o excesso de confiança. Uma das formas discutidas por esse trabalho acadêmico seria a realização semanais de reuniões de operadores para se discutir possíveis incidentes e fatos ocorridos tanto no voo como na manutenção rotineira, tendo como objetivo único, transparecer quais fatores contribuíram para o incidente, como as ações corretivas a serem tomadas para se evitar posteriores acidentes.

Nesse sentido, observa-se que a utilização correta de métodos de segurança se torna extremamente necessário, mantendo assim uma operação aérea sólida e segura tanto em voo, nos translados aéreos, como no solo, nos ambientes de manutenção. Conseqüentemente, com a evolução das tecnologias que envolvem a aviação, é necessário que os órgãos que tratam da segurança em voo evoluam na mesma proporção ou até mesmo esteja mais a frente, para que os artifícios usados para manter a aviação segura sejam suficientes para assegurar a integridade física dos que utilizam da aviação.

## REFERÊNCIAS

- [1] FCA58-1 OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS. Cenipa. Comando da Aeroáutica. **Ocorrências Aeronáuticas: Panorama Estatístico da Aviação Brasileira**. 2016. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/panorama\\_2016.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/panorama_2016.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2017.
- [2] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Doc 9824-AN/450**. Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual. Montreal, Canadá: Atc Training, 2003. 147 p.
- [3] BOTTO, Livia Cardoso Junqueira. Reconhecimento no trabalho: relevância para a saúde e segurança na atividade aérea. **Conexão Sipaer**, Rio de Janeiro, Rj, v. 6, n. 1, p.43-47, abr. 2015.
- [4] BAUER, Rosana Conceição. A DISSONÂNCIA COGNITIVA, NA BASE DOS ERROS HUMANOS E DOS ERROS DO SISTEMA. **Conexão Sipaer**, Brasília, Df, v. 4, n. 2, p.103-128, mar. 2013.
- [5] LIMA, Renato; RIBEIRO, Selma Leal de Oliveira. REPORTE DE ERROS E VIOLAÇÕES NA AVIAÇÃO: A AVALIAÇÃO DE CONDUTAS INACEITÁVEIS. **Conexão Sipaer**, São José dos Campos, Sp, v. 4, n. 2, p.6-24, mar. 2013.
- [6] ICAO -HUMAN FACTOR TRAINING MANUAL, 1998, Montreal. **Doc 9683-AN/950**. Montreal, Canada: Atc Training, 1998. 302 p.
- [7] SERRA, Paulo Roberto Serra. Fatores Humanos em manutenção de aeronaves. IPEV, São José dos Campos, SP, v.1, n.9, p.46-54, set.2004.
- [8] TISSOT, Izabela. Fatores humanos na aviação civil. **ANAC - Carta de Segurança Operacional**, São Paulo, Sp, v. 5, n. 1, p.5-6, maio 2014.
- [9] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeronáutica. Relatório Final SIMPLIFICADO: A-115/CENIPA/2014. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/51596/PTESM>>. Acesso em: 30 mar. 2017.
- [10] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeronáutica. RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO: A-014/CENIPA/201. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/52982/PTBMR>>. Acesso em: 30 mar. 2017.
- [11] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeronáutica. RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO: IG-035/CENIPA/2015. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/53152/PTYPB>>. Acesso em: 30 mar. 2017.
- [12] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeronáutica. RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO: A-056/CENIPA/2015. 2015. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/53198>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

- [13] BRASIL. CENIPA. . RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO: A-086/CENIPA/2015. 2015. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/53324/PTBHC>>. Acesso em: 31 mar. 2017.
- [14] BRASIL. CENIPA. . RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO: A-149/CENIPA/2016. 2016. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/66048/PRLFA>>. Acesso em: 31 mar. 2017.
- [15] BRASIL. CENIPA. . RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO: A-025/CENIPA/2017. 2017. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/66394/PRORL>>. Acesso em: 01 abr. 2017.
- [16] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeroáutica. **O que é investigação?** 2017. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/investigacoes>>. Acesso em: 15 maio 2017.
- [17] COMMITMENT, Corporate Safety Culture. **Operator's: Flight Safety Handbook.** 2000. Disponível em: <[https://flightsafety.org/files/OFSH\\_english.pdf](https://flightsafety.org/files/OFSH_english.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2017.
- [18] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeroáutica. **CURSO BÁSICO DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS.** Brasília: Anac, 2014. 140 p.
- [19] LIMA, Gustavo Pedro Vieira; SILVA, Tammyse Araújo da. Fatores Humanos no Gerenciamento da Segurança Operacional. **Conexão Sipaer**, Goiânia, Go, v. 7, n. 1, p.13-24, jan. 2016.
- [20] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeroáutica. **Missão.** 2017. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/missao>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- [21] SOUZA, Fernanda Evelin Camarço de; SOUZA, Amilton Barreira de. O processo educativo envolvido na implantação do Corporate Resource Management na Gol Linhas Aéreas Inteligentes. **Conexão Sipaer**, São Paulo, Sp, v. 6, n. 1, p.29-34, abr. 2015.
- [22] BRASIL. CENIPA. Comando da Aeroáutica. **Relatório Final Simplificado.** 2014. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/52945/PTBQD>>. Acesso em: 29 maio 2017.

## ANEXO A – Relatório final simplificado



### COMANDO DA AERONÁUTICA CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS



#### ADVERTÊNCIA

O único objetivo das investigações realizadas pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) é a prevenção de futuros acidentes aeronáuticos. De acordo com o Anexo 13 da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), da qual o Brasil é país signatário, o propósito desta atividade não é determinar culpa ou responsabilidade. Este Relatório Final Simplificado, cuja conclusão baseia-se em fatos, hipóteses ou na combinação de ambos, objetiva exclusivamente a prevenção de acidentes aeronáuticos. O uso deste Relatório Final Simplificado para qualquer outro propósito poderá induzir a interpretações errôneas e trazer efeitos adversos à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Este Relatório Final Simplificado é elaborado com base na coleta de dados, conforme previsto na NSCA 3-13 (Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro).

#### RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

##### 1. Informações Fatuais

##### 1.1. Informações Gerais

##### 1.1.1 Dados da Ocorrência

DADOS DA OCORRÊNCIA			
Nº DA OCORRÊNCIA	DATA - HORA	INVESTIGAÇÃO	SUMA Nº
214/A/2014	30/DEZ/2014 - 20:00 (UTC)	SERIPA IV	A-214/CENIPA/2014
CLASSIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA	TIPO DA OCORRÊNCIA	COORDENADAS	
ACIDENTE	FALHA DO MOTOR EM VOO	20°08'37"S	055°11'38"W
LOCALIDADE	MUNICÍPIO	UF	
PONTE DO GREGO	AQUIDAUANA	MS	

##### 1.1.2 Dados da Aeronave

DADOS DA AERONAVE		
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO
PT-BQD	BEECH AIRCRAFT	N35
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO
PARTICULAR	TPP	PRIVADA

##### 1.1.3 Pessoas a Bordo / Lesões / Danos Materiais

PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE							
A BORDO		LESÕES					DANOS À AERONAVE
		Illeso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido	
Tripulantes	1	1					Nenhum
Passageiros	1	1					Leve
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					<input checked="" type="checkbox"/> Substancial
							Destruída
Terceiros							Desconhecido

## 2. Histórico do voo

A aeronave decolou do aeródromo da Fazenda Bandeirantes (SJDY), no município de Aquidauana, MS, com destino ao aeródromo da Estância Teruel Ipanema (SSIE), no município de Campo Grande, MS, com um piloto e um passageiro a bordo.

Quinze minutos após a decolagem houve uma falha de motor, acarretando um pouso forçado em uma área de campo no município de Aquidauana, MS.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto e o passageiro saíram ilesos.



Figura 1 – Visão frontal da aeronave após o pouso forçado. |

## 3. Comentários/Pesquisas

Quando nivelado no FL055, quinze minutos após a decolagem, o piloto percebeu queda na pressão de óleo do motor, seguida por trepidação e disparo de RPM da hélice. Na sequência ocorreu o travamento do motor.

O motor Continental IO-520-BB(6) que equipava a aeronave contava com 842h08min após a última revisão geral e 13h20min após a última Inspeção Anual de Manutenção (IAM).

Os indícios encontrados no motor, principalmente um furo na parte superior da semicarcaça esquerda, na altura do cilindro 6, portanto na parte frontal, apontavam para uma falha de motor. Conseqüentemente este foi submetido à inspeção e desmontagem em oficina homologada pela ANAC para análise por especialista do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), acompanhado pelos investigadores do Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA IV).



Figura 2 – Visão do dano no motor.

O resultado dessa análise foi a identificação de que a falha no motor foi iniciada no cilindro 5 ou no cilindro 6. Foi observado também que ocorreu o rompimento dos parafusos que mantêm as bielas desses cilindros solidárias à árvore de manivelas. Pelo fato de não terem sido encontrados todos os segmentos desses parafusos durante a desmontagem, não foi possível determinar a causa primária da falha.

Folga ou desgaste excessivo nas bronzinas das bielas, rompimento do parafuso da cabeça da biela ou perda de torque da porca desse mesmo parafuso são possibilidades que remetem à folga excessiva entre a cabeça da biela e o moente da árvore de manivelas, o que pode culminar nos danos que foram observados durante a desmontagem deste motor.

As hipóteses que poderiam explicar essa falha recaem sobre a manutenção da aeronave, quer seja pela reutilização de itens de troca obrigatória na revisão geral, quer seja pela montagem final do motor durante a revisão geral, no que tange ao assentamento correto de bronzinas e aplicação correta de torques.]

### 3.1 Fatores Contribuintes

- [Manutenção da aeronave.]

### 4. Fatos

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) válido;
- c) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- d) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- e) as cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;
- f) o piloto decolou do aeródromo da Fazenda Bandeirantes (SJDY), no município de Aquidauana, MS, com destino ao aeródromo da Estância Teruel Ipanema (SSIE), no município de Campo Grande, MS;
- g) as condições meteorológicas no momento do acidente eram favoráveis ao voo visual;
- h) a falha do motor foi iniciada no cilindro 5 ou 6;

i) ocorreu o rompimento do parafuso que mantém as bielas desses cilindros solidárias à árvore de manivelas;

j) a aeronave teve danos substanciais no motor, no trem de pouso, fuselagem e asa direita; e

k) o piloto e o passageiro saíram ilesos.]

5. Ações Corretivas adotadas

[Nada a relatar.]

6. Recomendações de Segurança

[Não há.]

Em, [23 de junho de 2016.]

