



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 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago) de 1944, da qual o Brasil é país signatário, não é propósito desta atividade 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 FACTUAIS

DADOS DA OCORRÊNCIA				
DATA - HORA	INVESTIGAÇÃO	SUMA N°		
08FEV2012 - 10:50 (UTC)	SERIPA IV	A-592/CENIPA/2018		
CLASSIFICAÇÃO	TIPO(S)	SUBTIPO(S)		
ACIDENTE	[SCF-PP] FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR	FALHA DO MOTOR EM VOO		
LOCALIDADE	MUNICÍPIO	UF	COORDENADAS	
FAZENDA HARMONIA	SONORA	MS	17°38'41"S	054°44'22"W

DADOS DA AERONAVE		
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO
PT-UUJ	NEIVA	EMB-202A
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO
PARTICULAR	TPP	AGRÍCOLA

PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE								
A BORDO		LESÕES					DANOS À AERONAVE	
		lleso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido		
Tripulantes	1	1	-	-	-	-	Nenhum	
Passageiros	-	-	-	-	-	-	Leve	
Total	1	1	-	-	-	-	X Substancial	
							Destruída	
Terceiros	-	-	-	-	-	-	Desconhecido	

1.1. Histórico do voo

A aeronave decolou da Fazenda Sonora (SSUA), Sonora, MS, por volta das 10h45min (UTC), a fim de realizar aplicação de inseticida em uma plantação de cana-de-açúcar, localizada na Fazenda Harmonia, com um piloto a bordo.

Ao ingressar na área a ser pulverizada e descer para a altura de aplicação, o piloto ouviu um ruído anormal no motor, seguido de perda de potência. Ato contínuo, foi aplicada potência máxima e alijada a carga existente no *hopper*. Entretanto, o trem de pouso penetrou nas folhagens da cultura e o piloto não conseguiu evitar o impacto da aeronave contra o solo.



Figura 1 - Aeronave após o impacto contra o solo.

A aeronave teve danos substanciais. O piloto saiu ileso.

2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

Tratava-se de um voo para aplicação de inseticida em uma plantação de cana-de-açúcar.

O piloto possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e de Avião Agrícola (PAGA) válidas.

O piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

O piloto estava com o Certificado de Capacidade Física (CCF) válido.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante.

A aeronave, de número de série 20001030, foi fabricada pela Indústria Aeronáutica Neiva, em 2007, e estava registrada na Categoria de Serviços Aéreos Privados (TPP).

A aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido.

As cadernetas de célula, motor e hélice estavam com as escriturações atualizadas.

Parte do combustível remanescente na aeronave foi enviada para análise na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). De acordo com o Boletim de Análise, emitido pela Agência, o combustível retirado da aeronave encontrava-se dentro das especificações previstas.

Os exames realizados após a Ação Inicial revelaram que a perda de potência do motor foi causada pelo desgaste elevado em um dos cames do eixo de comando de válvulas, amassamentos e perda de material na superfície de duas capas de tucho (Figura 2).



Figura 2 - Detalhe do desgaste no comando de válvulas.

O came com desgaste, indicado pela seta da Figura 2, tinha a altura de 50mm, enquanto os outros mediam 100mm.

A Figura 3 mostra duas capas de tucho danificadas ao lado de uma capa nova, sem desgaste.



Figura 3 - Capas de tucho danificadas ao lado de uma capa nova.

Os componentes em questão foram enviados à Divisão de Materiais do Departamento de Ciência e Tecnologia da Aeronáutica (DCTA) para análise.

O Relatório de Análise de Falha concluiu que:

“A dureza do came e do topo da capa de tucho são compatíveis, não sendo responsável pelo desgaste observado em um dos cames do eixo de manivela. Pode-se observar desgaste e perda de material na cabeça do tucho e a análise química do mesmo o enquadrou como sendo um ferro fundido.”

A literatura sobre análise de falhas materiais dá a denominação de microfissura e lascamento, do original em inglês *pitting* e *spalling*, aos desgastes encontrados nos cames e capas de tucho da aeronave acidentada.

O *pitting* é uma falha comum nos cames dos eixos de ressaltos e capas de tuchos causada pelas elevadas tensões de contato e repetitividade de ciclos a que esses componentes são submetidos. Em razão da forma arredondada do came e da superfície do tucho, o ponto de contato fica restrito a um pequeno arco em uma área de contato muito limitada.

Se a película de óleo lubrificante for insuficiente para impedir o contato direto metal-metal, as camadas de óxido que protegem as superfícies do ressalto podem ser quebradas por meio de aquecimento.

Tal fato, associado a elevadas tensões de contato, faz com que uma trinca por fadiga se inicie nas superfícies dos tuchos e dos cames. A trinca se propaga paralelamente à superfície por uma curta distância antes de mudar de direção ou se ramificar. O *pitting* se forma quando a trinca cresce lateralmente em extensão, acarretando perda de material da superfície.

O *spalling* é resultante das tensões de cisalhamento que ocorrem logo abaixo da superfície de contato e, do mesmo modo que o *pitting*, tem sua origem nas elevadas tensões de contato e repetitividade de ciclos a que os cames e as capas de tucho são submetidas durante a operação do motor.

Após algum tempo, as tensões de cisalhamento dão origem a trincas que, gradualmente, se estendem até superfície. À medida que os elementos rolantes passam sobre as trincas, fragmentos de material se desprendem da superfície, dando origem aos lascamentos. Motores que operam com etanol, como o instalado no PT-UUJ, apresentam maior potência que aqueles que operam com gasolina de aviação (AVGAS).

Com a elevação da potência, o motor trabalha com maior rotação do eixo de manivelas, acarretando maior exigência de seus componentes internos e, conseqüentemente, maior necessidade de lubrificação, com vistas a minimizar os efeitos adversos do contato metal-metal.

No mesmo sentido, é normal, em motores convencionais, que o excesso de combustível não queimado pela combustão se misture ao óleo lubrificante do motor. Isso, obviamente, dentro de limites predeterminados pelos fabricantes e monitorados por meio de análises espectrométricas de óleo.

Como o etanol possui maior concentração de água do que a gasolina de aviação, motores que operam com etanol, comprovadamente, apresentam maior incidência de problemas relacionados à corrosão.

Desse modo, pode-se dizer que as causas mais comuns para o aparecimento de falhas por microfissura e lascamento em motores a combustão que operam à base de etanol são a lubrificação inadequada e a corrosão.

A lubrificação inadequada pode ser resultante da operação pouco frequente do motor, da não substituição do óleo lubrificante nos intervalos recomendados, da utilização de óleo lubrificante fora das especificações previstas e da aplicação de rotações elevadas com o motor ainda frio.

A corrosão nos tuchos e cames do eixo de ressaltos ocorre, principalmente, devido à operação pouco frequente do motor e ao acúmulo de vapor d'água - desprendido da evaporação do etanol misturado ao óleo lubrificante - na região do comando de válvulas.

Em suma, tais fatores, isoladamente ou em conjunto, contribuíram para a perda de potência que resultou na queda da aeronave.

Vale ressaltar que os problemas relacionados ao desgaste prematuro das capas de tucho e dos cames do eixo de ressaltos foram mitigados pela *Lycoming* com a implantação do tucho roletado (Figura 4).



Figura 4 - Tucho roletado.

Conforme pode ser observado na Figura 5, com o advento desse componente, o rolete desliza sobre os cames do eixo comando, diminuindo sobremaneira a carga de impacto e, conseqüentemente, ocasionando menor desgaste.



Figura 5 - Tucho roletado em contato com o came do eixo de ressaltos.

3. CONCLUSÕES

3.1. Fatos

- a) o piloto estava com o Certificado de Capacidade Física (CCF) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e de Avião Agrícola (PAGA) válidas;
- c) o piloto possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;
- g) segundo o piloto, ao chegar na área e descer para altura da aplicação, antes do primeiro tiro, o motor perdeu potência;
- h) o piloto levou os manetes à frente e iniciou o alijamento da carga;
- i) o trem de pouso penetrou nas folhagens da cultura e a aeronave impactou contra o solo;
- j) o combustível retirado da aeronave encontrava-se dentro das especificações previstas;
- k) a perda de potência está associada ao desgaste elevado em um dos cames do eixo de comando de válvulas, amassamentos e perda de material na superfície de duas capas de tucho;
- l) a aeronave teve danos substanciais; e
- m) o piloto saiu ileso.

3.2 Fatores Contribuintes

- Aplicação dos comandos - indeterminado;
- Julgamento de pilotagem - indeterminado; e
- Manutenção da aeronave - indeterminado.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.

Não há.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

Não houve.

Em, 28 de outubro de 2019.