



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) e foi disponibilizado à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) para que as análises técnico-científicas desta investigação sejam utilizadas como fonte de dados e informações, objetivando à identificação de perigos e avaliação de riscos, conforme disposto no Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR).

RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS

DADOS DA OCORRÊNCIA								
DATA - HORA		INVESTIGAÇÃO		SUMA N°				
22JAN2021 - 11:50 (UTC)		SERIPA IV		A-009/CENIPA/2021				
CLASSIFICAÇÃO		TIPO(S)						
ACIDENTE		[SCF-PP] FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR						
LOCALIDADE		MUNICÍPIO		UF	COORDENADAS			
ÁREA RURAL DE LEME		LEME		SP	22°07'35"S	047°21'28"W		
DADOS DA AERONAVE								
MATRÍCULA		FABRICANTE			MODELO			
PT-UTU		NEIVA INDÚSTRIA AERONÁUTICA			EMB-202A			
OPERADOR			REGISTRO		OPERAÇÃO			
AEROMAJ AVIAÇÃO AGRÍCOLA LTDA			SAE-AG		AGRÍCOLA			
PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE								
A BORDO		LESÕES					DANOS À AERONAVE	
		Illeso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido		
Tripulantes	-	-	-	-	-	-	Nenhum	
Passageiros	-	-	-	-	-	-	Leve	
Total	1	1	-	-	-	-	X Substancial	
							Destruída	
Terceiros	-	-	-	-	-	-	Desconhecido	

1.1. Histórico do voo

A aeronave decolou da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Amizade, Leme, SP, por volta das 11h35min (UTC), a fim de realizar um voo de aplicação de defensivos agrícolas, com um piloto a bordo.

Durante a aplicação dos defensivos, houve a falha do motor em voo, sendo efetuado pouso de emergência em um canavial.



Figura 1 - Vista do PT-UTU no local do acidente.

A aeronave teve danos substanciais e o piloto saiu ileso.

2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

Tratava-se de um voo para aplicação de defensivo agrícola em uma área de plantação de cana-de-açúcar com um tripulante a bordo.

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

O PIC possuía, aproximadamente, 1.513 horas totais de voo, cuja maioria foi realizada na operação agrícola em aeronaves EMB-202A, EMB-201A e EMB-200A. Ele estava qualificado e possuía experiência para a realização do voo.

Seu Certificado Médico Aeronáutico (CMA) estava válido.

As condições meteorológicas eram propícias à realização do voo.

A aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido e operava dentro dos limites de peso e balanceamento estabelecidos pelo fabricante.

A aeronave, modelo EMB-202A, número de série (N/S) 20001015, foi fabricada pela Neiva Indústria Aeronáutica, em 2005, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Especializados - Aeroagrícola (SAE-AG).

As últimas inspeções, dos tipos "100 horas" e "CVA", foram realizadas em 04SET2020 pela Organização de Manutenção (OM) Nova Aeronáutica Comercio e Manutenção de Aeronaves Ltda., em Rio Claro, SP, tendo a aeronave voado 91 horas e 40 minutos após as inspeções.

A última revisão geral do motor *Lycoming*, modelo IO-540-K1J5, SN L-30641-48A, foi realizada com 8.419 horas e 10 minutos totais de voo pela OM Estrela Dourada Manutenção Aeronáutica, em Itápolis, SP, em 28MAR2019, tendo voado 310 horas e 55 minutos após a revisão.

As cadernetas de célula, motor e hélice estavam com a escrituração atualizadas.

Segundo relato do PIC, durante a aplicação, ouviu-se um “estouro”, seguido de vibração, perda de potência, baixa pressão e alta temperatura de óleo do motor. Ao observar tais parâmetros, ele optou por realizar um pouso de emergência no canavial, reduzindo ao máximo a velocidade antes do toque. Após a parada total, o abandono da aeronave foi feito sem problemas.

Durante a Ação Inicial, constatou-se que o motor estava com rupturas no bloco, principalmente, próximo ao cilindro # 6 e havia um vazamento generalizado de óleo do motor (Figura 2).

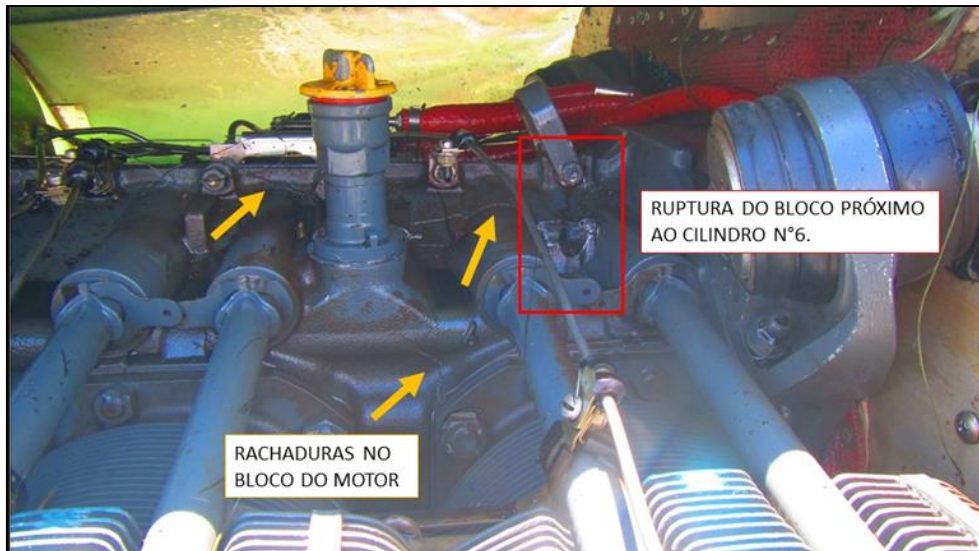


Figura 2 - Danos observados no motor *Lycoming*, modelo IO-540-K1J5, SN L-30641-48A.

Assim sendo, o motor e seus acessórios foram encaminhados para análise pela Subdivisão de Propulsão Aeronáutica do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), onde foi constatado que o motor sofreu danos severos e que apresentava ruptura no bloco, próxima à região do cilindro # 6. . A Figura 3 mostra o cilindro # 6 com o pistão e a biela.

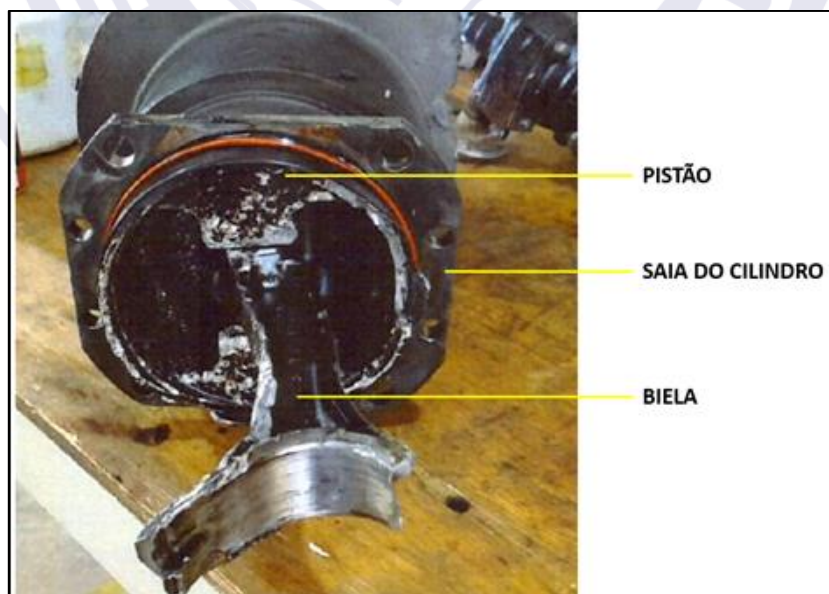


Figura 3 - Cilindro # 6 do motor com pistão e biela.

Posteriormente, o pistão foi removido do cilindro e verificou-se que não havia anormalidades na câmara de combustão e tampouco nas válvulas.

Durante a análise do motor, não foram encontradas anormalidades ou discrepâncias no sistema de lubrificação que pudessem contribuir para a falha da biela do cilindro # 6. O moente do eixo de manivelas apresentava coloração normal e sem danos característicos de superaquecimento causada por falta de lubrificação.

Não foi observado desgaste anormal nos comes do eixo do comando de válvulas ou anormalidades no sistema de alimentação que pudessem provocar a perda de potência.

Com relação às velas de ignição, foi observado que as porcelanas dos eletrodos centrais tinham o aspecto e a coloração de funcionamento normal.

Os magnetos do motor foram submetidos ao teste funcional em bancada e apresentaram funcionamento normal com produção de centelha.

A Figura 4 apresenta o filtro de óleo primário do motor.

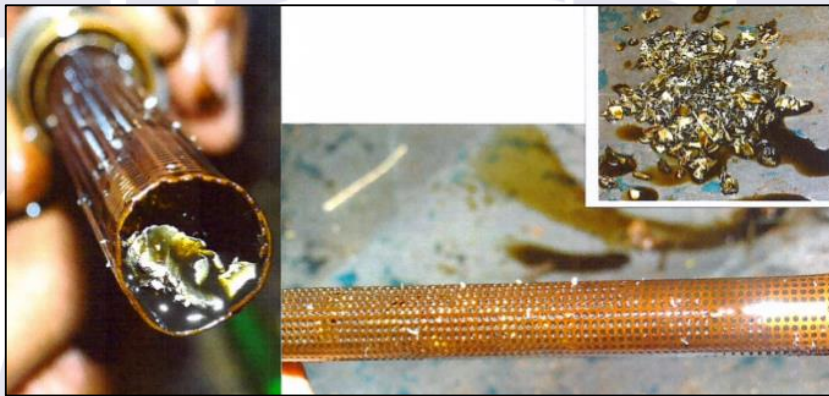


Figura 4 - Filtro de óleo primário do motor.

Como pôde ser observado, havia grande quantidade de limalha retida no filtro, assim como no filtro de óleo principal. A bomba de óleo foi movimentada manualmente e foi percebido que ela estava travada.

No interior do cárter do motor também havia grande quantidade de limalha (Figura 5).



Figura 5 - Vista geral do interior do cárter.

Nos demais cinco cilindros, não foram encontradas quaisquer anormalidades que pudessem provocar mau funcionamento ou perda de potência do motor. Eles foram examinados quanto à existência de riscos, pré-ignição, detonação, trincas e desgaste anormal.

Após o desprendimento do moente, a biela foi prensada pelo eixo de manivelas contra a saia do cilindro. Ela apresentava ainda deformações e marcas de roçamentos diversos (Figura 6).



Figura 6 - Vista da biela do cilindro #6.

Da mesma maneira, verificou-se que, mesmo no moente do cilindro # 6 não havia danos característicos de superaquecimento decorrentes de falta de lubrificação. Foi constatado que as marcas de impacto no respectivo cilindro foram provocadas pela cabeça da biela após o seu desprendimento.

Constatou-se, também, que os parafusos da capa da biela e parte das porcas do cilindro # 6 estavam rompidos, como mostra a Figura 7.



Figura 7 - Parafusos e de fragmentos das porcas da capa da biela do cilindro #6.

Assim, a biela do cilindro # 6 (PN LW19332) e os parafusos da capa da biela também foram segregados e analisados pela Divisão de Materiais (AMR) do IAE, no intuito de identificar qual mecanismo originou a falha.

Esse exame revelou que a extensão dos danos causados pelos impactos subsequentes provocou deformações plásticas severas nas partes rompidas em todos os componentes analisados, ocultando as marcas das fraturas. Com isso, o mecanismo que originou a falha pode ter sido mascarado em virtude dos impactos gerados após o desprendimento da biela.

Isso posto, a análise realizada pelo IAE no motor *Lycoming* IO-540-K1J5, N/S L-30641-48A, que equipava a aeronave EMB-202A, matrícula PT-UTU, apontou o seguinte resultado:

O estouro do motor ouvido pelo piloto está relacionado com a falha na biela do cilindro 6. Foi observado que os parafusos da capa da biela estavam rompidos e a cabeça da biela estava deformada. O resultado da análise de laboratório indicou que todos os componentes sofreram deformação plástica causada pelo impacto. Com isso, o mecanismo que originou a falha nesses componentes pode ter sido mascarado.

Em pesquisa realizada pela Comissão de Investigação, no Painel SIPAER do CENIPA, foi observado que, no dia 31JAN2019, o PT-UTU havia colidido contra um obstáculo no solo durante aplicação de defensivo agrícola na cidade de Avaré, SP.

Na ocasião, ocorreram danos em uma das pás da hélice da aeronave. Como consequência, o mesmo motor *Lycoming IO-540-K1J5*, N/S L-30641-48A, foi submetido a uma revisão geral no dia 28MAR2019. Os documentos relativos a essa revisão geral do motor foram solicitados à OM Estrela Dourada (COM nº 201601-42) e analisados pela Comissão.

De acordo com os comprovantes fornecidos pela OM, foi verificado que as bielas passaram por inspeção não destrutiva e todos os seus parafusos e porcas foram substituídos durante a realização da última revisão geral. Segundo constatado nas Ordens de Serviço (OS), as manutenções foram realizadas e estavam em conformidade com o determinado pelo manual do fabricante.

Com isso, a Comissão de Investigação chegou a duas hipóteses mais prováveis para a falha do motor ocorrida com o PT-UTU.

A primeira está relacionada a um possível erro na montagem dos parafusos, devido a um torque acima ou abaixo do previsto pelo fabricante. Essa situação poderia gerar um esforço acima do normal, acelerando o processo de fadiga do material, tanto dos parafusos quanto da própria biela.

Tal situação, foi descrita na Cartilha Orientativa sobre Bielas de Motores a Pistão¹ publicada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em 2021, onde versava que:

As bielas são um componente não sujeito às inspeções periódicas detalhadas, que permitam determinar com exatidão se há algum “problema sério” com elas. Entretanto, a substituição das bielas, em função da revisão geral ou de manutenção corretiva do motor, deve obedecer, rigorosamente, aos procedimentos e critérios de desmontagem, medição, instalação e de ajustes, tal como previstos nos manuais e boletins de serviço aplicáveis. Além disso, os pinos e travas utilizados para conectar a biela ao pistão e à manivela não podem ser reaproveitados. **Também é importante que os torques dos parafusos nos mancais das bielas sigam estritamente os valores previstos no manual do fabricante. (grifo nosso)**

A segunda hipótese está ligada com uma possível falha no material de um dos parafusos de fixação da capa da biela durante o processo de fabricação, transporte ou estocagem, originando pequenas trincas ou fissuras que levaram à sua ruptura, e, conseqüentemente, a uma quebra do segundo parafuso por sobrecarga.

3. CONCLUSÕES

3.1. Fatos

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e de Piloto Agrícola - Avião (PAGA) válidas;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CA) estava válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;

¹ ANAC. Cartilha Orientativa Sobre Bielas de Motores a Pistão, 2021. Disponível em: < chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2021/imagens/CartilhaOrientativasobreBielasdeMotoresAPisto.pdf >. Acesso em: 25 de abr. de 2023.

- g) as condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização do voo;
- h) durante a aplicação dos defensivos, houve falha do motor em voo;
- i) o piloto realizou pouso de emergência em área de cultivo de cana-de-açúcar;
- j) constatou-se que o motor estava com rupturas no bloco, principalmente próximo ao cilindro # 6 e que havia um vazamento generalizado de óleo do motor;
- k) o estouro do motor ouvido pelo piloto estava relacionado com a falha na biela do cilindro # 6.
- l) os parafusos da capa da biela estavam rompidos e a cabeça da biela estava deformada;
- m) o resultado da análise de laboratório indicou que todos os componentes sofreram deformação plástica causada pelo impacto. Com isso, o mecanismo que originou a falha nesses componentes pode ter sido mascarado;
- n) a aeronave teve danos substanciais; e
- o) o piloto saiu ileso.

3.2 Fatores Contribuintes

- Fabricação - indeterminado;
- Manuseio do material - indeterminado; e
- Manutenção da aeronave - indeterminado.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Não há.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

Nada a relatar.

Em, 31 de maio de 2023.