



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 dessa atividade não é determinar culpa ou responsabilidade. Este Relatório Final Simplificado (SUMA), 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 (SUMA) para qualquer outro propósito poderá induzir a interpretações errôneas e trazer efeitos adversos à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Este Relatório Final Simplificado (SUMA) 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 (SUMA)

1. Informações Factuais

1.1. Informações Gerais

1.1.1 Dados da Ocorrência

DADOS DA OCORRÊNCIA			
Nº DA OCORRÊNCIA	DATA - HORA	INVESTIGAÇÃO	SUMA Nº
---	15/ABR/2012 - 20:45 (UTC)	SERIPA IV	A-103/CENIPA/2013
CLASSIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA	TIPO DA OCORRÊNCIA	COORDENADAS	
ACIDENTE	COM TREM DE POUSO	22°47'30"S	045°12'16"W
LOCALIDADE	MUNICÍPIO	UF	
AERÓDROMO DE GUARATINGUETÁ	GUARATINGUETÁ	SP	

1.1.2 Dados da Aeronave

DADOS DA AERONAVE		
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO
PT-LSL	CESSNA AIRCRAFT	172RG
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO
BAVE LOCADOR DE BENS MÓVEIS LTDA	TPP	PRIVADA

1.1.3 Pessoas a Bordo / Lesões / Danos Materiais

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

2. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo de Bacacheri (SBBI), em Curitiba, PR, com destino ao Aeródromo de Guaratinguetá (SBGW), com um piloto e um passageiro a bordo.

Após a decolagem, a Torre de Controle do Aeródromo de Bacacheri (TWR-BI), informou ao piloto que o trem de pouso principal esquerdo não havia recolhido e estava destravado.

O piloto optou por prosseguir para o aeródromo de destino.

Já na Terminal São Paulo, o piloto tomou conhecimento das condições meteorológicas do destino, que estavam abaixo dos mínimos para operação visual (VFR).

O piloto realizou espera nas proximidades de Pindamonhangaba, SP, até que as condições de SBGW melhorassem.

Após confirmação da melhora das condições meteorológicas, o piloto declarou emergência e iniciou procedimento para o aeródromo de destino.

Ao chegar a SBGW, realizou passagem baixa ao lado da Torre de Controle para que o controlador da TWR-GW constataste visualmente a condição do trem de pouso.

Após o parecer do controlador, o piloto decidiu realizar dois toques e arremetidas (TGL), com o objetivo de tentar travar o trem de pouso principal esquerdo. Sem sucesso, decidiu por realizar pouso sem trem, na grama contígua à pista.

A aeronave teve danos leves no intradorso da fuselagem e no motor e danos substanciais nas pás da hélice.

O piloto e o passageiro saíram ilesos.

3. Comentários

Durante a desmontagem do conjunto da perna esquerda do trem de pouso principal, foi identificado o rompimento do pivô, no encaixe deste com o atuador.

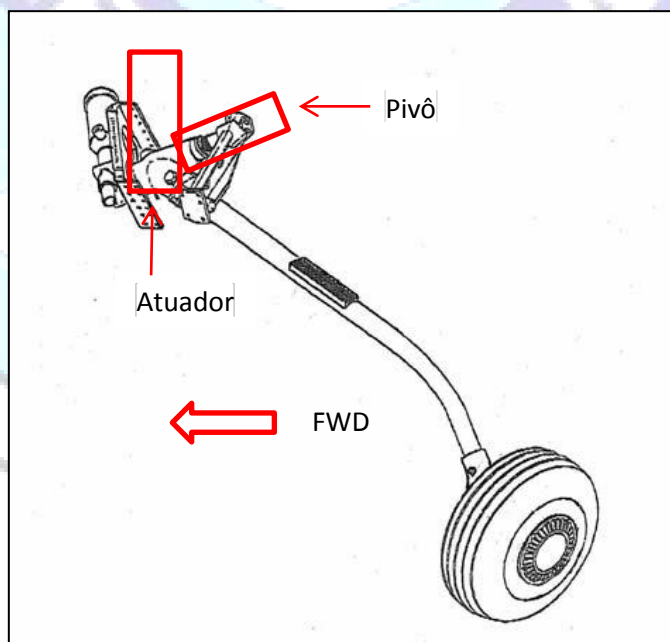


Figura 1 - Conjunto da perna esquerda do trem de pouso principal.

Em seguida, o pivô, o atuador e demais partes componentes foram encaminhados e submetidos a uma análise técnica, realizada por engenheiros aeronáuticos do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), órgão subordinado ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

A fratura na região do pivô foi identificada na parte anterior de uma peça denominada *spline*, uma espécie de circunferência denteada, sobre a qual se encaixava uma engrenagem – *gear sector*.

Esta engrenagem, em contato com o pistão denteado do atuador, realizava, sob a ação da pressão hidráulica, as operações de retração e extensão do trem de pouso principal.

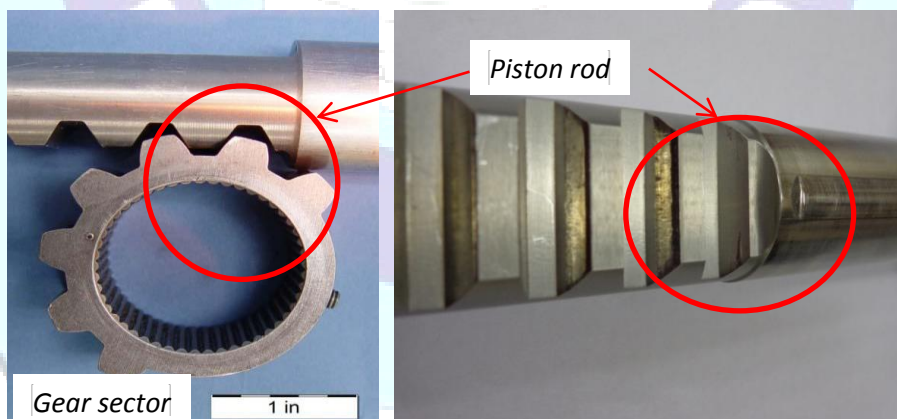
Como a região fraturada do *spline* ficou completamente atritada (intensos desgastes e amassamento), não foi possível identificar o mecanismo de falha atuante.

A análise também identificou danos relevantes no *gear sector* e no pistão denteado do atuador. A seção cilíndrica do pistão do atuador *piston rod*, imediatamente anterior à seção denteada, apresentava uma deformação em formato de uma cavidade elíptica e côncava.

No *gear sector*, na parte superior de um de seus dentes, havia uma deformação bem semelhante à previamente descrita.

O relatório técnico do DCTA, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), identificou uma poça de fusão nesta deformidade. Ou seja, uma tentativa de preencher, por soldagem, a concavidade com um material de características físicas diferentes do original.

Outro dente do *gear sector*, subsequente ao descrito anteriormente, apresentava riscos de lixamento. Também foi identificado no topo do dente lixado, evidenciando retrabalho na peça, depósito de material por processo de soldagem.



Fotos 2 e 3 - Causa das cavidades observadas no *gear sector* e no pistão do atuador.

Por analogia, identificou-se como causa das deformações em formato de uma cavidade elíptica e côncava, observadas tanto no *gear sector*, quanto no pistão do atuador, o contato indevido do dente do *gear sector* com o *piston rod*.

A eventual montagem desalinhada do *gear sector* no pivô atuador não permitiria o recolhimento ou extensão total da respectiva perna do trem de pouso principal. Assim, mesmo que instalado de forma equivocada durante uma intervenção de manutenção, tal engano seria facilmente percebido e corrigido, antes do retorno da aeronave ao serviço.

Não obstante, descartando-se a possibilidade de montagem equivocada, ainda assim houve evidências objetivas de desalinhamento na posição prevista para o conjunto *gear sector* – pistão atuador do trem. De outra forma, não se observariam os danos investigados.

Outro detalhe identificado foi a grande quantidade de marcas de impacto na tampa do atuador.

Tais marcas, pelas características, provavelmente foram provocadas por um instrumento contundente: uma chave de fenda, por exemplo.

Não havia nenhum elemento na estrutura da aeronave que, quando a tampa estivesse em posição, pudesse causar tais deformações.

Por fim, o provável fator contribuinte, identificado no relatório técnico do DCTA para a fratura do componente, foi o retrabalho de alguns dentes da engrenagem na *gear sector* pelo processo de soldagem e lixamento. Como resultado, houve alteração da geometria desses dentes, o que pode ter gerado vibração e consequente quebra, por fadiga, na região anterior do *spline*.

Em 15MAR1999, o fabricante da aeronave expediu um *Service Bulletin* (SB), número SEB90-1 / Revisão 3, sobre inspeção no pivô do trem de pouso principal.

O propósito da inspeção era identificar eventuais rachaduras na região do *spline*. Se fosse constatada alguma falha na parte anterior ou posterior da peça, o pivô deveria ser trocado.

Um novo pivô, de acordo com o SB, foi concebido para aumentar a vida em fadiga. O boletim também mencionava a disponibilidade de um *kit* (SK172-151), com previsão de troca de novas buchas para o eixo do pivô – *bushing*.

O SB tinha o caráter de recomendação. Para tanto, deveria ser cumprido nas 100 horas de operação subsequentes à sua data de expedição ou na inspeção anual da aeronave, ou o que ocorresse primeiro.

O tipo de inspeção recomendado no SB também deveria ser repetido, a qualquer tempo, nos casos de pouso brusco ou por constatação de funcionamento irregular do sistema de freio associado, quando a irregularidade não tivesse relação direta com o desgaste natural de utilização ou manutenção imprópria.

A associação com o funcionamento irregular do freio explica-se pelo fato de que a linha hidráulica de acionamento do conjunto de freio passa por dentro do pivô, logo, por dentro do *spline*.

Se este estivesse rachado, provavelmente haveria perda de fluido hidráulico na região, com impacto direto na efetividade do respectivo freio.

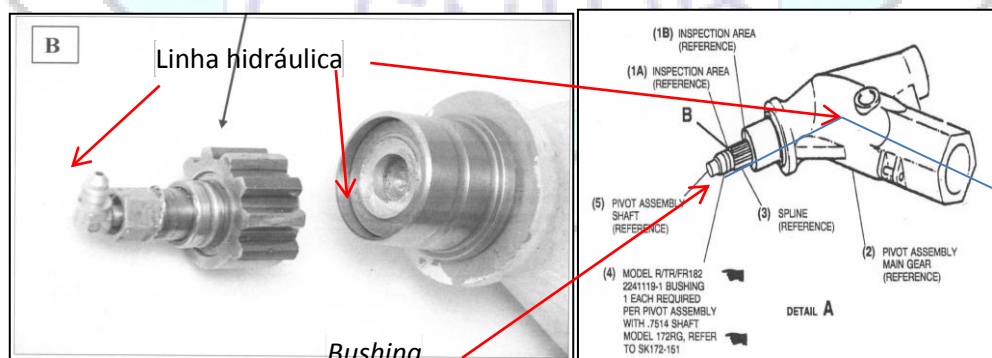


Figura 4 e 5 - Esquema da linha hidráulica do freio e *bushing* da menor parte do pivô.

A autoridade de Aviação Civil Norte Americana – *Federal Aviation Administration* (FAA), após receber uma grande quantidade de reportes sobre falhas no pivô das pernas do trem de pouso principal das aeronaves C-172RG, expediu uma Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) sobre o assunto – DA 2001-06-06.

A DA tem caráter mandatório, com data de efetividade de 14MAIO2001, e, em linhas gerais, torna obrigatório às ações recomendadas pelo SB do fabricante do modelo, sobretudo a troca das *bushings* do eixo do pivô (uma no eixo e a outra na tampa do atuador).

As informações suplementares da DA mencionavam que os pivôs e as *bushings* originais poderiam, eventualmente, quebrar ou falhar, resultando em pouso com trem recolhido ou falha de frenagem.

Também se mencionou na DA que a extremidade do pivô sofria um estresse por sobrecarga devido a um espaçamento impróprio das *bushings* originais, fazendo com que a menor parte do pivô sofresse carga antes que esta passasse ao rolamento principal.

O fabricante da aeronave, não obstante o cumprimento da DA, do SB e do Programa de Manutenção, também contemplava, em seu Programa de Aeronavegabilidade Continuada – *Continued Airworthiness Program* (CAP), a inspeção repetitiva do pivô das pernas do trem principal para averiguação de eventuais rachaduras na área do *spline*, a cada 1.000 horas, aplicadas a este modelo e ao seu *Serial Number*, por meio de líquido penetrante. Tratava-se do item de CAP 32-10-00.

Com relação aos registros de manutenção, a investigação não teve acesso às cadernetas mais antigas da aeronave, de forma a comprovar a entrada dos registros de aplicação da DA e do SB anteriormente descritos.

Contudo, a Oficina do Aeroclube de Bragança Paulista apresentou o Mapa Informativo de Controle de Diretrizes de Aeronavegabilidade da aeronave.

Neste documento, constava a verificação do cumprimento do SB e da DA mencionados neste relatório, em 10JUL2001, realizados pela Oficina Hangar Cinco - CHE 0010-02/DAC, cujo certificado estava cancelado no momento desta investigação.

Não obstante, no Mapa Informativo de Aeronavegabilidade Continuidade da aeronave, também apresentado à investigação pela Oficina do Aeroclube de Bragança Paulista, observou-se que não havia o registro de verificação do item de CAP 32-10-00.

A Oficina do Aeroclube de Bragança Paulista foi responsável pela última intervenção de manutenção – 200 horas / IAM, em 10DEZ2011.

Na FIAM, expedida por tal oficina, havia o registro de verificação de todas as DA, SB e itens de CAP. A aeronave, no momento desta intervenção, estava com 2.319 horas de célula e na data da ocorrência acumulava 2.335 horas, aproximadamente.

No momento em que este relatório estava sendo confeccionado, havia 31 aeronaves deste modelo registradas na ANAC.

Segundo o manual de operação de aeronave, os procedimentos de emergência previstos para os casos de mau funcionamento do trem de pouso não contemplavam tentativas de travamento de qualquer perna do trem com operação irregular, por meio de contato com a pista.

A passagem baixa próxima à torre de controle foi oportuna para se confirmar a condição da perna esquerda do trem principal. Contudo, as tentativas de travamento da perna irregular, por meio de contato com a pista, poderiam acarretar em perda de controle e graves consequências.

3.1 **Fatores Contribuintes**

- Manutenção da aeronave.

4. **Fatos**

- a) o piloto estava com o Certificado de Capacidade Física (CCF) e o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) válidos;
- b) o piloto era qualificado e possuía experiência suficiente para realizar o voo;
- c) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- d) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- e) a perna esquerda do trem principal não recolheu após a decolagem;
- f) o piloto decidiu prosseguir com a anormalidade até o destino;
- g) após passagem baixa e toque e arremetida, o piloto pousou com o trem recolhido ao lado da pista;
- h) a fratura na perna do trem ocorreu na região anterior do *spline* do pivô;
- i) não foi possível identificar o mecanismo de falha atuante;
- j) havia retrabalho no *gear sector* e marcas na tampa do atuador;
- k) a última Ficha de Inspeção Anual de Manutenção (FIAM) registrava a verificação de todas as DA, SB e itens de CAP;
- l) não havia o registro de verificação do item de CAP 32-10-00;
- m) a aeronave teve danos leves no intradorso da fuselagem e motor e danos substanciais nas pás da hélice; e
- n) o piloto e o passageiro saíram ilesos.

5. **Ações Corretivas**

Nada a relatar.

6. **Recomendações de Segurança**

Não há.

Em, 21 de julho de 2014.