



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	
174/IG/2013	02/OUT/2013 - 20:00 (UTC)		SERIPA VI	IG-174/CENIPA/2013	
CLASSIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA		TIPO DA OCORRÊNCIA		COORDENADAS	
INCIDENTE GRAVE		COM TREM DE POUSO		20° 30' 20" S	054° 31' 29" W
LOCALIDADE			MUNICÍPIO		UF
AERÓDROMO ESTÂNCIA SANTA MARIA - SSKG			CAMPO GRANDE		MS

1.1.2 Dados da Aeronave

DADOS DA AERONAVE					
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO			
PT-VLO	EMBRAER	EMB-810D			
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO			
AMAPIL TÁXI AÉREO LTDA.	TPX	TÁXI AÉREO			

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	2	2	-	-	-	-	-	-	Nenhum
Passageiros	2	2	-	-	-	-	-	-	Leve
Total	4	4	-	-	-	-	-	-	X Substancial
									Destruída
Terceiros	-	-	-	-	-	-	-	-	Desconhecido

2. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo de Barra do Garças, MT (SBBW) com destino ao Aeródromo de Campo Grande, MS (SBCG), com dois tripulantes e dois passageiros.

O voo transcorreu sem anormalidades até a fase de aproximação para pouso em Campo Grande.

Ao realizar os procedimentos de preparação para pouso, a tripulação comandou o baixamento do trem de pouso, porém o trem de pouso do nariz não baixou, apenas os principais baixaram e travaram.

A tripulação solicitou ao órgão de controle de tráfego aéreo um local para a execução dos procedimentos de emergência para abaixamento do trem de pouso. Após executar os procedimentos, sem obter sucesso, a tripulação decidiu prosseguir para o pouso no Aeródromo Estância Santa Maria (SSKG), na pista 06.

Durante a corrida após o pouso, as pás das hélices de ambos os motores colidiram contra o solo várias vezes. Com a redução de velocidade, a parte inferior da fuselagem, na região do nariz da aeronave, arrastou-se pela pista por 180 metros.

Os ocupantes saíram ilesos.

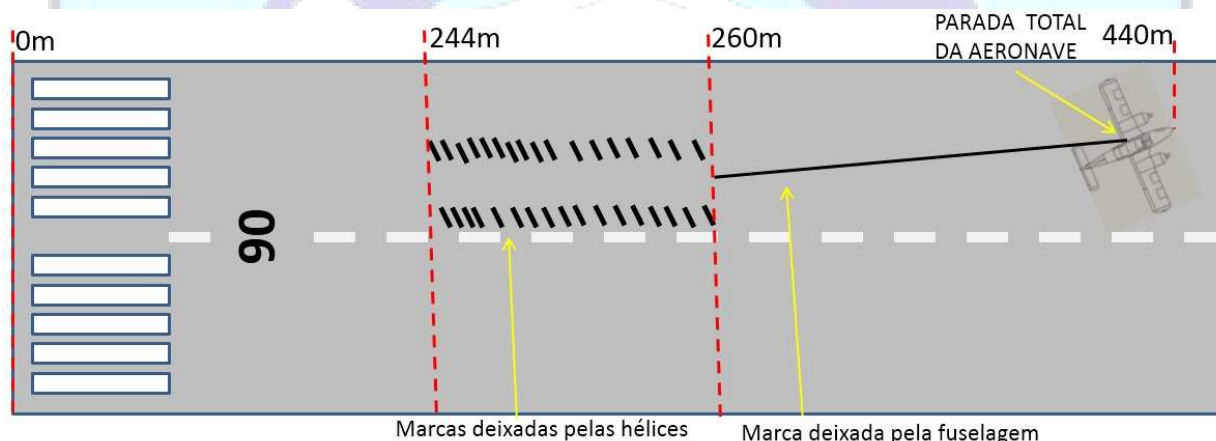


Figura 1 - Croqui da trajetória de corrida após o pouso.



Figura 2 - Aeronave após a parada total. |

3. Comentários

3.1 Informações sobre a aeronave:

A aeronave bimotora de asa baixa, modelo EMB-810D, número de série 810730, utilizada para transporte de passageiros, foi fabricada pela EMBRAER, em 1990.

O Certificado de Aeronavegabilidade estava válido.

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

No diário de bordo não havia registro de discrepâncias na funcionalidade dos equipamentos e sistemas da aeronave.

A última inspeção da aeronave, do tipo "100 horas", executada cumulativamente com a Inspeção Anual de Manutenção (IAM), foi realizada em 12SET2013 pela Oficina Amapil Táxi-Aéreo e Manutenção Ltda., em Campo Grande, MS. Após essa inspeção, a aeronave voou 4 horas e 50 minutos, totalizando 4.124 horas e 50 minutos desde nova.

3.1.1 Descrição do sistema de trem de pouso da aeronave, segundo o Manual de Operações MO-810D, revisão 19, de 27ABR 2012:

O EMB-810D está equipado com trem de pouso triciclo, retrátil, operado hidráulicamente.

A pressão hidráulica para operação do trem de pouso é fornecida por uma bomba hidráulica reversível acionada eletricamente "powerpack". A bomba é acionada pela seletora do trem de pouso, localizada à esquerda da caixa de manetes, no painel de instrumentos (figura 3).



Figura 3 - Seletora do trem de pouso (aeronaves EMB-810D até o número de série 810799).

A seletora do trem de pouso deve ser puxada antes de ser levada para as posições "EM CIMA" ou "EMBAIXO". O trem de pouso será recolhido ou abaixado conforme a direção em que a pressão hidráulica for dirigida. O trem de pouso leva cerca de seis a sete segundos para ser baixado ou recolhido.

O sistema foi projetado para possibilitar o abaixamento trem de pouso, mesmo no caso de falha do sistema hidráulico. O trem de pouso é mantido na posição recolhido pela pressão hidráulica. Entretanto, se, por alguma razão, ocorrer um defeito no sistema hidráulico, o trem de pouso pode ser baixado por gravidade. Quando o trem de pouso é recolhido, as rodas principais se alojam no interior das asas e a roda dianteira, no interior da seção do nariz.

As cargas aerodinâmicas e as molas auxiliam o abaixamento e travamento do trem de pouso. Durante o abaixamento do trem de pouso, a partir do momento em que o trem de nariz inicia seu curso de abaixamento, o impacto do ar auxilia a descida e travamento. Depois que os trens estiverem baixados e travados, as molas exercerão pressão sobre cada uma das travas, mantendo-as nesta posição, até que sejam liberadas pela pressão hidráulica no ato de recolhimento do trem de pouso.

Para baixar e travar o trem de pouso, no caso de falha do sistema hidráulico, basta aliviar a pressão hidráulica. O abaixamento do trem de pouso em emergência não deve ser executado a velocidade indicada acima de 85 nós.

O comando do trem de pouso em emergência localiza-se imediatamente abaixo da seletora de trem de pouso. Puxando-se esse comando, a pressão hidráulica que retém o trem em cima é aliviada, fazendo com que o trem desça pela ação da gravidade. Durante a operação normal, esse comando fica protegido para evitar o abaixamento do trem de pouso inadvertidamente. Antes de acionar o comando de abaixamento do trem de pouso em emergência, deve-se posicionar a seletora do trem de pouso "EMBAIXO", para eliminar a possibilidade de um recolhimento do trem de pouso, através da bomba hidráulica.

Se o comando de abaixamento do trem de pouso em emergência tiver sido acionado para um abaixamento por gravidade, em consequência de uma pane no sistema, somente depois do pouso, retire-o dessa posição, com o avião colocado sobre macacos, para verificação do funcionamento adequado dos sistemas elétrico e hidráulico do trem de pouso.

Quando o trem de pouso estiver completamente baixado ou recolhido e a seletora na posição correspondente, os interruptores de fim de curso interrompem o fluxo de corrente elétrica para o motor da bomba hidráulica. As três luzes verdes, acima da seletora de trem de pouso, quando acesas, indicam que cada um dos trens está baixado e travado. Um espelho convexo, localizado na nacele do motor esquerdo, serve como auxílio durante o táxi e permite ao piloto confirmar visualmente a condição do trem de pouso do nariz.

Se o trem de pouso não estiver nas posições totalmente recolhido ou totalmente baixado, uma luz vermelha de alarme acenderá no painel de instrumentos.

Se for selecionado um regime de baixa potência - pressão de admissão abaixo de 14pol Hg, em um ou em ambos os motores (por exemplo, na aproximação para aterragem), enquanto o trem de pouso estiver recolhido, uma buzina de alarme soará para alertar o piloto, enquanto essa condição persistir. A buzina de alarme do trem de pouso emite um som intermitente de 90 ciclos por minuto.

Se uma ou duas luzes verdes não acenderem, quando tiver sido selecionada a posição "EMBAIXO", qualquer uma das seguintes condições poderá existir:

- a. O trem não está travado embaixo;
- b. Uma lâmpada queimou;
- c. Há uma pane no sistema indicador.

O trem de pouso pode ser baixado a qualquer velocidade indicada até 130 nós.

3.1.2 Alarmes do trem de pouso, segundo o Manual de Operações MO-810D, revisão 19, de 27ABR 2012:

A luz vermelha acesa indica trem de pouso em trânsito (não travado);

Repita a operação de abaixamento ou de recolhimento do trem de pouso, se a indicação de falha continuar.

A luz vermelha também acende quando a buzina de alarme soa, em regime de baixa potência, se o trem de pouso não estiver baixado e travado.

3.1.3 Abaixamento do trem de pouso em emergência, segundo o Manual de Operações MO-810D, revisão 19, de 27ABR 2012:

Antes de proceder ao abaixamento do trem de pouso em emergência, verifique o seguinte:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| - Disjuntores | - Verifique |
| - Interruptor da bateria | - Ligado (ON) |
| - Alternador | - Verifique |
| - Luzes de navegação | - Desligadas (OFF) - Durante o dia |

Para o abaixamento do trem de pouso em emergência, proceda como segue:

- | | |
|--|-------------------------------|
| - Trava do comando (grampo de segurança) | - Solte (mova para baixo) |
| - Velocidade | - Reduza (85 nós, no máximo) |
| - Seletora do trem de pouso | - Embaixo |
| - Comando de abaixamento em emergência | - Puxe |
| - Luzes de indicação | - Verifique - 3 verdes acesas |

Mantenha o comando de abaixamento do trem de pouso em emergência puxado.

3.1.4 Aterragem com o trem de pouso recolhido, segundo o Manual de Operações MO-810D, revisão 19, de 27ABR 2012:

- | | |
|---------------------------|---|
| - Aproximação | - Normal |
| - Flapes | - Conforme o necessário |
| - Manete de potencia | - Mínimo (pouco antes do toque no solo) |
| - Interruptor da bateria | - Desligado (OFF) |
| - Seletora de combustível | - Fecha |
| - Magnetos | - Desligados (OFF) |

Toque com a menor velocidade possível.

3.2 Informações Operacionais:

O comandante da aeronave formou-se Piloto Privado - Avião pelo Aeroclube de Presidente Prudente, em 1972. Obteve a licença de Piloto Comercial - Avião em 24ABR1979, e estava com as habilitações de Aeronaves Monomotoras Terrestre, Aeronaves Multimotoras Terrestre e de Voo por Instrumentos válidas. A declaração de experiência, apresentada pelo comandante, totalizava cerca de 15 mil horas de voo, das quais, aproximadamente, 5 mil horas em aeronaves modelo EMB-810.

O copiloto da aeronave formou-se Piloto Privado - Avião pelo Aeroclube de Presidente Prudente, em 2011. Obteve a licença de Piloto Comercial - Avião em 26JUN2012, e estava com as habilitações de Aeronaves Monomotoras Terrestre, Aeronaves Multimotoras Terrestre e de Voo por Instrumentos válidas. A declaração de

experiência, apresentada pelo copiloto, totalizava cerca de 950 horas de voo, das quais, aproximadamente, 580 horas em aeronaves modelo EMB-810.

De acordo com os tripulantes, durante a aproximação para o pouso em SBCG, por meio das luzes de aviso e alarme do trem de pouso, foi constatado que o trem de pouso do nariz não funcionou adequadamente ao ser comandado para posição embaixo.

Após constatada a pane no sistema de trem de pouso, os tripulantes coordenaram com o órgão de controle de tráfego aéreo o deslocamento da aeronave para uma área, a 6000 pés de altitude, a fim de executarem os procedimentos previstos na lista de verificações de emergências.

Inicialmente, os tripulantes trocaram a lâmpada referente ao trem de pouso do nariz com uma dos trens principais e constataram que não se tratava de pane de luz queimada.

Os tripulantes, por mais três vezes, tentaram o abaixamento do trem de pouso pelo sistema normal, submetendo a aeronave a um aumento do fator de carga e a movimentos oscilatórios de nariz, comandados pelos pedais, porém não obtiveram êxito.

Em seguida, foram executados os procedimentos da lista de verificações para abaixamento do trem de pouso por emergência, mas o trem de pouso do nariz permaneceu em seu alojamento no interior da fuselagem.

Os tripulantes prepararam a cabine para a aproximação de emergência, fornecendo orientações aos passageiros. O copiloto passou para a cabine de passageiros, a fim de reduzir o peso na seção dianteira da aeronave.

O comandante optou pelo pouso em SSKG e informou ter seguido as orientações da lista de verificações alusiva à emergência de aterragem com o trem de pouso recolhido.

Na trajetória de pouso da aeronave, foram observadas 22 marcas deixadas pelas pás da hélice esquerda no asfalto e 21 pelas da direita.

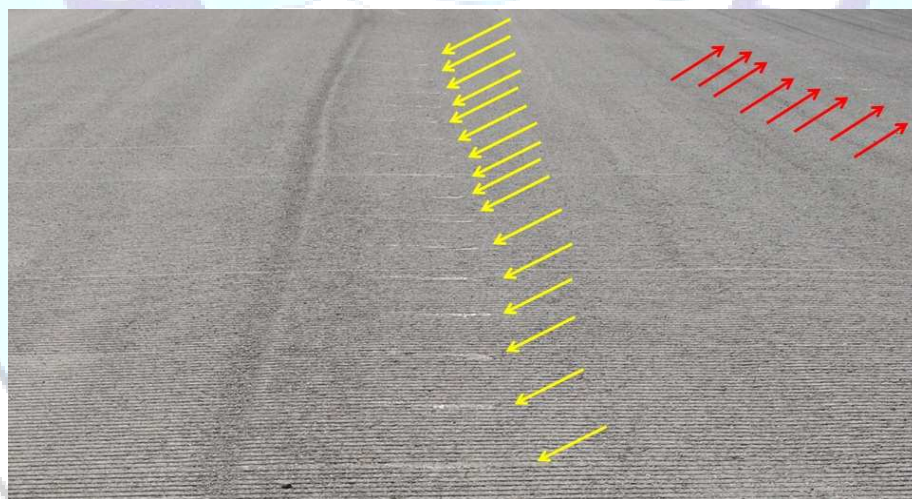


Figura 4 - Marcas deixadas na pista pelas pás de hélice. As setas amarelas indicam as marcas provenientes das pás de hélice esquerda, as vermelhas das pás de hélice direita.



Figura 5 - Danos à hélice esquerda.



Figura 6 - Danos à hélice direita.

3.3 Exames, testes e pesquisas

3.3.1 Falha do sistema normal de abaixamento do trem de pouso

Durante a ação inicial, verificou-se que a parte ventral inferior da aeronave estava suja de fluido hidráulico.

Nas pesquisas realizadas durante a ação inicial, com a aeronave posicionada sobre os macacos hidráulicos e dentro do hangar, foi verificado o funcionamento da bomba principal. O reservatório hidráulico estava vazio e o nível do óleo hidráulico foi completado e o sistema elétrico ligado. Ao ser comandado o sistema do trem de pouso, verificou-se que a bomba principal do sistema "powerpack" encontrava-se inoperante e o seu disjuntor, na cabine, saltado.

Os componentes do sistema de trem de pouso foram removidos para testes em bancada hidráulica onde foi aplicada uma pressão média de 1.000 PSI, em ambos os lados do pistão do atuador. O objetivo do teste foi a identificação de um possível vazamento.



Figura 7 - Manômetro da bancada de testes, indicando 800 PSI.

De acordo com o Manual de Operações, M.O.-810D/492 – seção 7, página 7-5, com a alavanca de comando na posição EM CIMA, a manutenção da pressão do sistema é o requisito para manter o trem travado em cima.

Conforme Manual de Serviços, MS810D/554, capítulo 29, página 20-04, com o trem de pouso recolhido a pressão hidráulica do sistema atinge 1.800 ± 100 PSI.

Durante os testes, foi aplicada a pressão no lado do pistão que mantém o trem de pouso travado em cima. Houve vazamento pela conexão que une a mangueira ao corpo do atuador. Mantendo-se a pressão em torno de 1.000 PSI, constatou-se que o vazamento era oriundo da conexão do atuador do trem de pouso do nariz, identificada pelo "part number" 79847-02.



Figura 8 - Atuador do trem de pouso do nariz e conexão ("part number" 79847-02), instalados no EMB-810D.

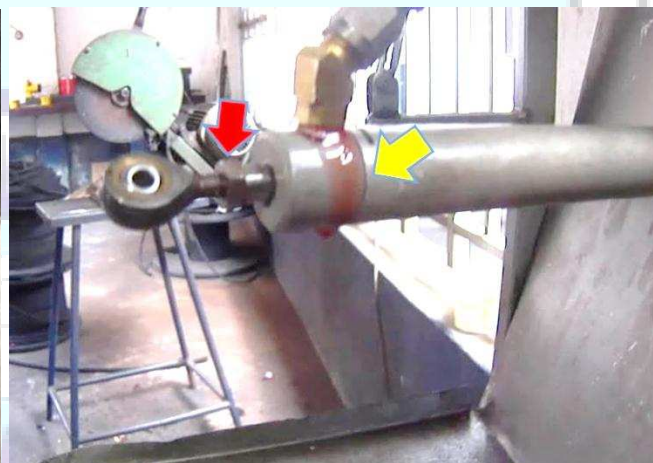


Figura 9 - Constatação de vazamento nos testes em bancada. A seta amarela indica o vazamento pela conexão ("part number" 79847-02). A seta vermelha indica a haste do atuador recolhida (trem em cima).

Esse vazamento, durante o voo, esgotou praticamente todo o fluido do sistema. Isto fez com que a bomba principal passasse a funcionar sem fluido hidráulico, fato que poderia levar o disjuntor na cabine a saltar.

Com a bomba principal inoperante, ficou inviável o abaixamento do trem de pouso pelo sistema normal. Nessa situação o esperado era o sucesso no abaixamento do trem de pouso pelo sistema de emergência, que deveria movimentar o trem de pouso do nariz por queda livre.

3.3.2 Falha do sistema de emergência de abaixamento do trem de pouso

Durante inspeção visual do mecanismo de recolhimento e abaixamento do trem de pouso do nariz, foi identificado um atrito existente entre o parafuso de fixação da haste do amortecedor de vibração lateral do trem de pouso do nariz e o eixo do mecanismo de abertura e fechamento da porta do trem de pouso do nariz.



Figura 9 - Ponto de atrito que impediu o abaixamento do trem de pouso pelo sistema de emergência - por gravidade.



Figura 10 - Haste do amortecedor de vibração lateral do trem de pouso do nariz - *Nose Gear Centering* - "part number 96522-00.

A regulagem entre a haste do amortecedor de vibração lateral e o ponto de fixação no corpo da perna do trem do auxiliar causava o atrito identificado.

O atrito era suficiente para impedir que o trem de pouso do nariz fosse baixado por gravidade (sistema de emergência).

Foi identificado que um espaçador encontrado na regulagem da altura do parafuso de fixação da haste do amortecedor de vibração lateral do trem de pouso do nariz não era o previsto no catálogo de peças.



Figura 11 - Haste do amortecedor de vibração lateral instalada na aeronave PT-VLO. A seta amarela indica um espaçamento de 6,2mm.



Figura 12 - Foto comparativa do mesmo item instalado em outra aeronave EMB-810D.

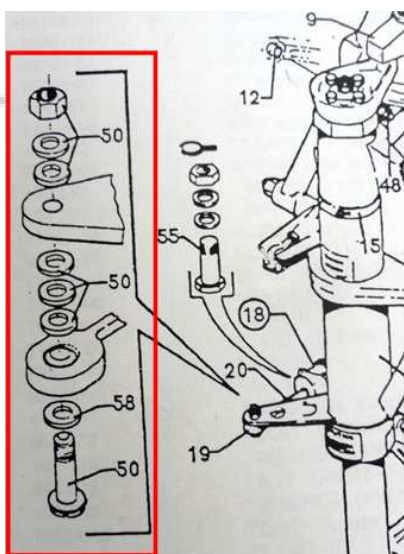


Figura 13 - Itens previstos no catálogo de peças.



Figura 14 - Itens removidos do PT-VLO, comparados com os previstos pelo fabricante, constantes do catálogo de peças.

Considerando o espaço entre o ponto fixo da perna do trem do nariz e a haste do amortecedor de vibração lateral e verificando o previsto no catálogo de peças do fabricante foi possível concluir o seguinte:

- Aplicando-se três arruelas, cada uma com 1,55mm de espessura, a projeção do parafuso para baixo seria de 4,65mm; e
- O espaçador adaptado, com 6,20mm de espessura, excedia a projeção do parafuso para baixo em 1,55mm.



Figura 15 - Comparação entre a porca encontrada no PT-VLO e a prevista pelo fabricante.



Figura 16 - O parafuso de coloração mais clara é o previsto pelo fabricante; o mais escuro foi o encontrado no PT-VLO.

A porca instalada na aeronave no momento do incidente, embora fosse autofreno, foi instalada de forma adaptada.

O parafuso que estava instalado na aeronave no momento do incidente, embora fosse de dimensões e aparência semelhantes, era indicado para instalação de porca castelada e contrapino. Portanto, fora instalado de forma adaptada.

Na última inspeção de 100 horas, realizada cumulativamente com IAM, de acordo com o Manual de Serviços-MS-810D/554 - Capítulo 5 - letra E (Grupo Fuselagem e Empenagem) e G (Trem de Pouso), estavam previstas a execução das tarefas descritas nas figuras a seguir.

		100h		
2	Inspecione as pernas de força, fixações, tesouras, articuladores de retração e parafusos quanto ao estado geral e segurança (Consulte a Seção de "Limpeza, Inspeção e Reparo" deste Manual de Serviços).		0	0
36	Com o trem recolhido, verifique a operação da válvula de "queda livre" (abaixamento por gravidade).		0	0
39	Verifique todas as tubulações hidráulicas, fios elétricos quanto a fixações e segurança, posicionamento, desgaste e correta instalação.		0	0

Figura 17 - Manual de Serviços-MS-810D/554 - Capítulo 5 - letra E.

		100h		
9	Verifique as linhas hidráulicas quanto a danos e vazamentos. Veja a nota 29.		0	0

- 29 Substitua todas as mangueiras (combustível e óleo) envolvidas na operação do motor a cada 5 anos ou a cada 2000 horas de operação, o que ocorrer primeiro. Outras mangueiras da aeronave devem ser substituídas na situação "ON CONDITION" ou a cada 5 anos. Também deve ser substituída antes do próximo voo, qualquer mangueira da aeronave que, durante as inspeções periódicas, apresentar as seguintes características:
- ♦ LUVA DE PROTEÇÃO ANTI-FOGO ENCHARCADA OU UMEDECIDA;
 - ♦ COLORAÇÃO ESBRAQUIÇADA OU AMARRONZADA;
 - ♦ RESSECAMENTO;
 - ♦ EVIDÊNCIAS DE DETERIORAÇÃO COMO RESULTADO DE SUPERAQUECIMENTO, FRAGILIZAÇÃO OU VAZAMENTOS DE ÓLEO;
 - ♦ SINAIS DE ENDURECIMENTO E/OU INFLEXIBILIDADE.

Figura 18 - Manual de Serviços-MS-810D/554 - Capítulo 5 - letra G..

3.1 Fatores Contribuintes

- Manutenção da aeronave – contribuiu; e
- Supervisão gerencial - contribuiu.

4. Fatos

- a) os tripulantes estavam com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) os tripulantes estavam com o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) válido;
- c) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- d) a aeronave estava com as cadernetas de célula, motor e hélice atualizadas;
- e) a aeronave decolou de SBBW para SBCG, com dois tripulantes e dois passageiros;
- f) durante a aproximação para o pouso em SBCG houve pane de abaixamento do trem de pouso do nariz;
- g) os tripulantes tentaram o abaixamento do trem de pouso por mais três vezes pelo sistema normal e, em seguida, pelo sistema de emergência, sem obter êxito;
- h) o comandante optou pelo pouso com o trem de pouso do nariz recolhido em SSKG;
- i) houve danos substanciais à aeronave;
- j) os ocupantes saíram ilesos;
- k) os testes indicaram que durante o voo houve vazamento hidráulico pela conexão identificada pelo "part number" 79847-02;
- l) o vazamento hidráulico deixou a bomba principal do sistema "powerpack" inoperante, impossibilitando o abaixamento do trem de pouso do nariz pelo sistema normal;
- m) o trem de pouso do nariz não baixou pelo sistema de emergência em função de um atrito existente entre o parafuso de fixação da haste do amortecedor de vibração lateral do trem de pouso do nariz e o eixo do mecanismo de abertura e fechamento da porta do trem de pouso do nariz; e

n) a haste do amortecedor de vibração lateral instalada na aeronave foi montada de forma inadequada, com peças diferentes das especificadas no catálogo de peças do fabricante.

5. Ações Corretivas

Não há.

6. Recomendações de Segurança

Não há

Em, 28 de abril de 2014.

