



LESSONS LEARNED nº 004/23 de 15/09/2023

PERDA DE PÁ DO ROTOR DE CAUDA - HELICÓPTERO AW-139

Assunto: Relato de Acidente: PR-SEK, em 19/08/2011 (60NM de Macaé).

Objetivo: Apresentar a conclusão da investigação do acidente

• RESUMO

O PR-SEK encontrava-se em razão de subida (PA acoplado, 500pés/min, 120nós, 60%PI e 1800pés de altitude) e uma das pás do rotor de cauda (RC) se desprendeu causando desbalanceamento dinâmico e consequente desprendimento do conjunto do RC, levando a aeronave a uma reação aerodinâmica inesperada, com violenta desaceleração lateral e rolagem. Em reação imediata, a tripulação reestabeleceu atitude normal e a manobra de decida em autorrotação (A/R) controlada. Passados 7,5 segundos (s). após o primeiro evento, os sistemas hidráulicos foram perdidos, o que causou a perda da capacidade de controle do helicóptero. A partir de então, a aeronave de marcas PR-SEK assumiu atitudes anormais e movimentos incongruentes com os comandos de voo, vindo a colidir fortemente contra o mar 30s após o primeiro evento e a submergir totalmente destruída. Os 4 ocupantes sofreram lesões fatais no impacto com a água, e seus corpos foram resgatados (seguindo as boas práticas do Resgate e da Investigação) do fundo do mar, junto com a aeronave e as evidências necessárias para a investigação do acidente, distantes 58 milhas náuticas (*Nautical Miles-NM*) do aeródromo de Macaé, na profundidade de 100m.

A pás que se separou foi encontrada a uma distância de 0,12NM (230m) anterior a TGB e, aproximadamente, 0,42NM (800m) antes da fuselagem, conforme ilustrado na Figura 4.



Ao decorrer de todo processo da Investigação, evidenciou-se uma sequência de eventos e duas falhas: perda da pá do RC e a falha da TR-SOV do sistema hidráulico 2. A primeira falha ocasionou a perda do RC e a tripulação reagiu entrando em A/R para pouso na água, mas a segunda ocasionou a perda completa do sistema hidráulico 2 e a impossibilidade de controle da aeronave. A relação entre as falhas é uma da hipótese da investigação.

• ANÁLISE / FATORES CONTRIBUINTES

Falha da Pá do R/C: Os exames e testes realizados pelo laboratório QinetiQ na pá fraturada com número de série SN Q1018 confirmaram a presença de falhas durante o processo de fabricação. Porosidade, vazios e delaminações na estrutura da pá deram início a trincas que se propagaram até a sua ruptura. A investigação concluiu que o sistema de controle de qualidade do fabricante não foi eficaz em detectar defeitos superiores aos limites permitidos no processo de fabricação das pás do RC do AW-139;

Dois outros eventos semelhantes com o AW-139 antecederam o acidente com o PR-SEK:

1. Em 03/07/2010 (13 meses antes), Hong-Kong - China, a aeronave de marcas B-MHJ, logo após a decolagem do heliponto de Sheung Wan (350pés de altitude, velocidade de 60nós), perdeu uma pá do RC e em seguida o conjunto do R/C, pousando em A/R na Baía de Hong Kong, sem vítimas fatais. O laboratório QinetiQ realizou as investigações sobre a falha das pás do RC.

2. Em 02/05/2011 (3 meses antes), Doha - Catar, a aeronave de marcas A7-GHA (durante o táxi) perdeu uma das pás e em seguida o conjunto do RC. A investigação foi realizada nos laboratórios do fabricante.

Ambos os acidentes tiveram como evento primário a perda das pás do RC, igualmente ao PR-SEK.



Figura 11 - Acidente com aeronave B-MHJ, Hong Kong, China.



Figura 12 - Acidente com a aeronave A7-GHA, Doha, Catar.

Outros Fatos Relevantes anteriores ao acidente relacionados com a pá do R/C:

Setembro 2010 – reunião com a participação das autoridades de Investigação, Autoridades de Aviação Civil dos países envolvidos, do Fabricante e do QinetiQ para tratar do escopo de trabalho do QinetiQ nos componentes do R/C recuperados da aeronave B-MHJ.

06MAI2011 – Emissão pelo Fabricante do Boletim Técnico Mandatório BT139-251, que introduzia uma inspeção visual e o *hammer tapping check* na raiz das pás do RC, com o objetivo de identificar rachaduras ou sinais de dano. A área era a mesma em que ocorreu a fratura nas pás dos três acidentes.

09MAI2011 – EASA emite a AD 2011-0081, referendando o BT 139-251, que se mostrou ineficaz (somente inspeção de RX por especialistas consegue identificar tais falhas).

MAI2011 – Operadora cumpriu a AD 2011-0081 com validade de 600hv na pá SN Q1018 com a supervisão de técnicos do Fabricante.

06JUN2011 – Reunião no QinetiQ em que ficou evidente às Autoridades que a perda da pá do B-MHJ estava associada à qualidade de fabricação das pás do rotor de cauda.

04JUL2011 – Fabricante é orientado pelas Autoridades a rever o processo de fabricação das pás do R/C.

14JUL2011 – Entrega do relatório do QinetiQ à Autoridade de Aviação Civil Chinesa.

19AGO2011 – Acidente do PR-SEK. A pá SN Q1018 havia voado 254,7hv de 600hv entre inspeções (AD 2011-0081).

Solução de Projeto: Em 13ABR2012 foi emitido o BT nº139-286 pelo fabricante da aeronave, introduzindo uma nova pá de RC e até o presente não se conhece a repetição de perda de pá do RC do AW-139 com a nova pá.

Sequência de Eventos: A figura abaixo demonstra a sequência de eventos identificada pela Investigação.

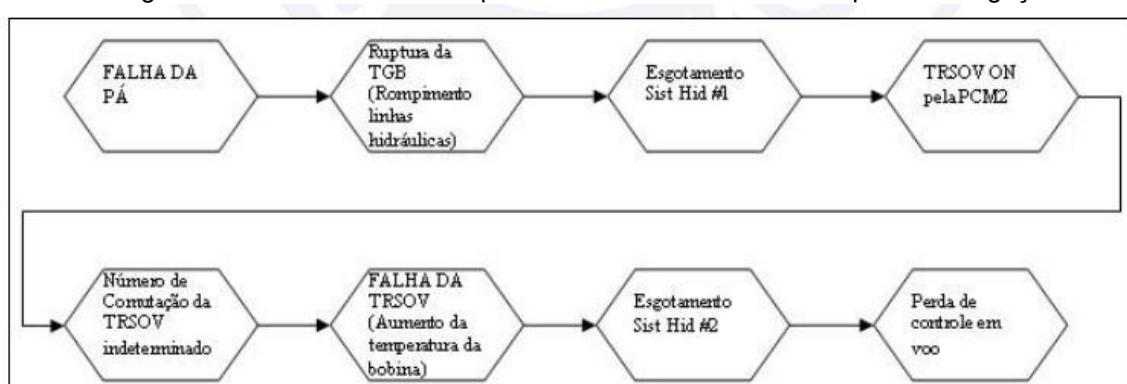
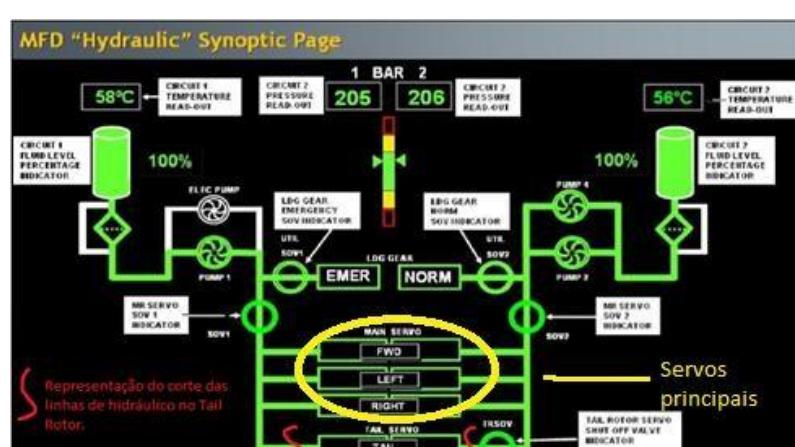


Figura 17 - Possível relação entre a falha da pá do rotor de cauda e a queima da bobina da *pilot valve*.

Com a perda do RC, o PR-SEK sofreu uma aceleração lateral de 0,976g e longitudinal de 1,84g. O impulso relativo nos corpos internos foi para esquerda e para frente. Em 0,8s o cíclico foi comandado para esquerda e o coletivo para o passo mínimo, devido ao guarneccimento imediato dos comandos conjugado com as forças de aceleração sobre o piloto. Com isso, a aeronave girou 120° à esquerda em torno do eixo longitudinal. Em 2s o piloto habilmente estabeleceu regime de A/R controlada. As grandes amplitudes de comando necessárias para vencer as bruscas acelerações e a imediata correção do piloto ocasionou circulação do hidráulico e a hipótese da relação entre as falhas.

Falha da TR-SOV:



BHEST – Brazilian Helicopter Safety Team - é um comitê composto por representantes dos PSAC - Provedor de Serviços de Aviação Civil - e outras entidades com a capacidade de propor e promover melhorias na segurança operacional das atividades envolvendo helicópteros, composta por profissionais dedicados à melhoria contínua da segurança operacional da aviação civil de helicópteros no BRASIL.

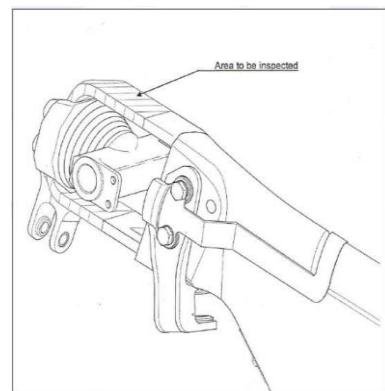
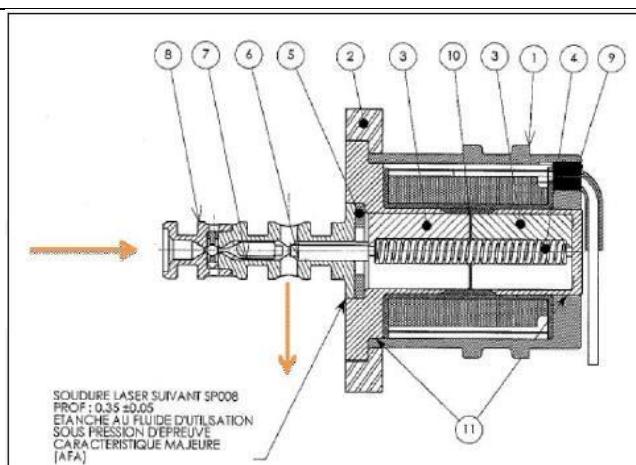
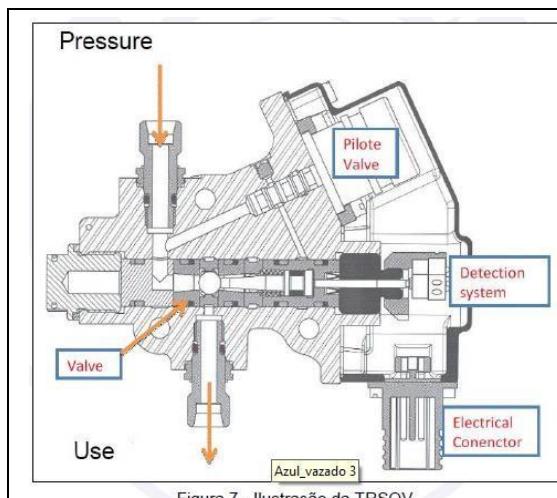


Figura 13 - Área a ser inspecionada pelo BT 139-251.

A página sinótica do sistema hidráulico mostra que no corte das linhas do sistema hidráulico do RC o sistema 1 é aberto e o fluido hidráulico sob a pressão de 205bar é esvaziado de forma completa e instantânea (0,27s). No sistema 2 a TR-SOV é fechada e preserva 28% do fluido hidráulico para os servos principais (*Power Operated Control System*), que se torna a última barreira para o funcionamento do sistema de controle.



A TR-SOV é uma válvula termoelétrica normalmente desenergizada e aberta. A queda do nível do hidráulico para 28% aciona uma *microswitch* que permite a alimentação elétrica da bobina da *Pilot Valve* que gera um campo magnético e estabelece o processo de fechamento da TR-SOV, que bloqueia a passagem do fluido hidráulico para o servocomando do RC. Desta forma, este processo preserva o restante do hidráulico para os servos-comandos principais.

Entretanto, o fio da bobina dessa *pilot valve* rompeu por superaquecimento após 7,5s de uso, abrindo definitivamente a TR-SOV e causando o esgotamento imediato do fluido hidráulico do sistema 2 e consequente perda do controle da aeronave. A causa raiz dessa queima não pode ser determinada, mas um superaquecimento nesse fio pode ser associado à hipótese de subdimensionamento do projeto e a um teste de aceitação de fábrica inadequado.

Foi verificado no laboratório do fabricante que o uso dos comandos de voo recicla o fluido hidráulico e causa pequena variação do nível desse fluido no reservatório, podendo provocar aberturas e fechamentos da TR-SOV. Ciclos sucessivos de abertura e fechamento da *pilot valve* podem ter ocasionado variações do campo magnético da bobina e aumento de temperatura com a queima do fio de enrolamento e a abertura definitiva da TR-SOV.

Certificação:

Além do aspecto de que a TR-SOV uma vez fechada deveria assim permanecer, haja vista que o fluido hidráulico não pode ser recuperado em voo (preservando o controle dos servos principais), a investigação apresentou o entendimento de que a TR-SOV também deveria ser duplicada, uma em cada sistema hidráulico (1 e 2). Baseia-se no requisito FAR 29.695 como única possibilidade de garantir a redundância do Power Operated Control System do AW-139.

• CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Fatores contribuintes e ações realizadas.

- FABRICAÇÃO, contribuiu: “O processo de produção das pás do RC não impediu a fabricação de pás fora das especificações da certificação.”
 - Em 13ABR2012, foi emitido o BT nº139-286 pelo fabricante introduzindo uma nova pá para o AW-139.
- PROJETO, contribuiu: “A aplicação da AD 2011-0081 pela EASA não mitigou a condição insegura relacionada à falha estrutural da pá do R/C do AW-139, não sendo capaz de evitar o acidente do PR-SEK.”
 - O relator deste resumo desconhece uma ação específica realizada pela EASA frente a esse Fator, uma vez que se relaciona aos processos internos da Autoridade Aeronáutica Europeia.
- PROJETO, indeterminado: Falta da instalação da TR-SOV em cada um dos sistemas hidráulicos na garantia da conformidade requerida no JAR 29.695 para mitigar a possibilidade de perda de controle da aeronave.
 - Até o presente momento a válvula TR-SOV permanece dentro do projeto original do AW-139.

Referência: https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/RF_A-546CENIPA2015_PR-SEK_.pdf

Elaborado por Gilvan Correia Barros Filho

Revisado por Carlos F. G. Schönhardt