

2. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeroporto Internacional de Boa Vista (SBBV), RR, para o aeródromo de Surucucu (SWUQ), RR, às 12h55min (UTC), para realizar um voo de transporte, com um piloto e cinco passageiros a bordo.

Após 25 minutos de voo, o piloto sentiu uma pequena vibração advinda do motor. Inicialmente considerada normal pelo piloto, porém, como esta persistia, o comandante, por precaução, decidiu retornar para Boa Vista (SBBV).

O piloto comunicou ao controle de tráfego aéreo que retornaria a SBBV por motivos técnicos, porém, a aeronave teve parada total do motor.

O comandante avistou uma plantação na Fazenda Liberdade, no município de Alto Alegre, RR, que anteriormente havia sido utilizada como pista de pouso e decolagem e prosseguiu para este local.

O pouso ocorreu com grande razão de descida, ocasionando a quebra do trem de pouso esquerdo.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto e os passageiros saíram ilesos.

3. Comentários/Pesquisas

Após efetuar o pré-voo na aeronave e completar o óleo do motor com aproximadamente um litro, o piloto realizou o abastecimento de combustível, inserindo uma quantidade de 216 (duzentos e dezesseis) litros, atingindo um total de 300 (trezentos) litros que lhe daria uma autonomia de quatro horas de voo.

Vale ressaltar que os cálculos de peso e balanceamento foram efetuados pelo comandante utilizando, como parâmetro, um formulário desenvolvido pela empresa e pesos estimados dos ocupantes, tendo seu cálculo apontado que a aeronave estaria com um Peso de Decolagem de 1.509kg (teoricamente abaixo do Peso Máximo de Decolagem de 1.633kg estabelecido pelo fabricante da aeronave).

Entretanto, verificou-se que o Formulário de Peso e Centragem utilizado pela empresa estava desatualizado, pois constava que a aeronave possuía um Peso Vazio Básico de 976kg (o peso da aeronave quando da confecção dos formulários em 2006), por outro lado, a aeronave foi novamente pesada em 09OUT2008 e, nesta pesagem, foi constatado um novo Peso Vazio Básico de 1.006kg (30kg acima do Peso Vazio Básico anterior).

No cálculo de peso e balanceamento realizado antes da decolagem, o comandante lançou o peso de 140kg referente à quantidade de combustível nos tanques, porém a sua decolagem foi efetuada com 300 litros de combustível, ou seja, 216kg (utilizando-se a densidade de 0,72Kgf/litro).

Utilizando o Peso Vazio Básico real da aeronave, os pesos exatos dos ocupantes e o peso de 300 litros de combustível nos tanques, constatou-se que a aeronave decolou com 1.709kg. Isto significa um excesso de aproximadamente 76kg em relação ao Peso Máximo de Decolagem estabelecido pelo fabricante e equivalente a 200kg acima do valor calculado pelo comandante.

Assim, a aeronave decolou com destino ao aeródromo de Surucucu, RR, distante 178 NM, com o tempo de voo estimado em 1h00min, tendo o próprio aeródromo de Boa Vista, RR como alternativa.

Após aproximadamente 22 minutos de voo, quando nivelado na altitude de 6.500ft e a 40 NM, de Boa Vista, o piloto percebeu uma vibração no motor, no entanto, os instrumentos do grupo motopropulsor estavam normais e não houve o acendimento de nenhuma luz de alarme. Assim, o piloto reduziu o manete de hélice alterando o passo e, na sequência, reduziu a potência do motor, mas a vibração continuou.

Diante de tais fatos, o piloto informou ao órgão de Controle de Tráfego Aéreo (APP-BV) que, devido a problemas técnicos, estaria retornando para Boa Vista e desceu para a altitude de 6.000ft. Pouco tempo após o início da vibração, o motor parou de funcionar, tendo o piloto informado ao APP-BV que estava em emergência e iria procurar um local para efetuar um pouso forçado.

Inicialmente, o piloto resolveu prosseguir para um pasto próximo a uma estrada. Apesar de haver a possibilidade de colisão contra obstáculos no local escolhido para pouso, o piloto resolveu não arriscar um pouso na estrada, pois esta era bastante estreita.

Nesse momento o piloto recebeu a informação da tripulação de outra aeronave, via fonia, sobre a existência de uma pista desativada em uma fazenda próxima ao Rio Mucajaí, mas que ainda oferecia condições de pouso. O piloto, então, tomou a decisão de seguir para essa antiga pista.

Nos momentos seguintes, foi mantido o contato com o APP-BV e com a outra aeronave até a completa visualização da pista, o que permitiu a localização da aeronave posteriormente ao pouso forçado.

Na aproximação final, o piloto comandou totalmente os flapes (*full*), efetuando uma curva à esquerda, com o objetivo de ultrapassar dois obstáculos. Depois de superados, o piloto colocou a aeronave em atitude de estol para o pouso, tendo dificuldade em mantê-la alinhada, efetuando o toque no solo desalinhado (de lado), fato que contribuiu para a quebra do trem de pouso esquerdo.

Já no solo, a aeronave percorreu inicialmente 150m, quando o trem de pouso esquerdo se desprende e a aeronave mudou sua trajetória para esse lado, percorrendo mais 32m, vindo a parar próxima a uma cerca na lateral desta antiga pista.

Após a parada total, o piloto orientou a saída da aeronave pelas portas principais, sendo que não houve lesões aos ocupantes. O piloto manteve-se na aeronave para informar, via fonia, quanto ao estado físico de todos os passageiros.

Durante a Ação Inicial no local da ocorrência, verificou-se que a hélice estava travada, o bloco do motor apresentava ruptura em dois pontos e foi constatada, visualmente, a ruptura do eixo de comando de válvulas.

Durante a coleta de dados, verificou-se que a aeronave passava por serviços de manutenção de forma periódica e tais serviços foram considerados adequados, contudo, havia o registro da ocorrência de um travamento do motor em voo em outra ocasião.

Na abertura do motor, foram observados diversos danos internos no seu bloco, tais como quebra do eixo de comando de válvulas e do eixo de manivelas, das bielas, dos mancais, dos tuchos dos cilindros nº 3 e nº 5 e dos parafusos de fixação da biela nº 5.

Os danos constatados supõem que o evento tenha acontecido devido à quebra do eixo de manivela onde são fixados os contrapesos, provavelmente, devido à fadiga. A quebra do eixo de manivelas na fixação dos contrapesos, que se manifestou por uma forte vibração do motor, desencadeou a ruptura dos parafusos de fixação da biela nº 5 e a soltura de sua capa e dos seus mancais.

Estes componentes da biela nº 5 circularam no interior do motor, ainda em funcionamento, causando, juntamente com a parte despreendida do eixo de manivelas, a quebra do eixo de comando de válvulas e tuchos e danificando a parte superior do bloco do motor, levando ao seu travamento definitivo.

Durante as pesquisas dos fatores que contribuíram para a quebra do eixo de manivelas, observou-se, no ponto de cisalhamento deste eixo, a existência de marcas características indicadoras de que a ruptura foi proporcionada por fadiga, provavelmente tendo seu início em algum momento durante os ciclos do motor.

Por meio desta observação, chegou-se a um estudo realizado pela *Australian Transport Safety Bureau (ATSB)*, intitulado “*Aircraft Reciprocating Engine Failure – An Analysis of Failure in a Complex System*” que trata de uma série de casos de ruptura do eixo de manivelas.

Comparando as fotografias (exames, testes e pesquisas) do ponto de cisalhamento do eixo de manivelas da aeronave com as do estudo em questão, verificou-se uma semelhança inquestionável.

O mais provável é que o motor da aeronave PT-RVS tenha sido levado a uma condição de cargas acima das máximas suportadas pelo eixo de manivelas durante a operação da aeronave, levando este eixo ao estresse máximo e a possibilidade de fratura por fadiga, como, por exemplo:

- a) impacto da hélice durante operações no solo;
- b) pousos bruscos;
- c) operação de decolagens em pistas curtas; e
- d) operações com peso acima do permitido pela aeronave que levam o eixo de manivelas e as peças móveis acopladas a inclinações e torções com altas cargas de estresse.

Os casos de falhas que levam à ruptura do eixo de manivelas nos motores *Lycoming*, já investigados pela *Federal Aviation Administration (FAA)*, apontam que falhas têm acontecido apesar do alto nível de segurança no projeto do eixo e estão relacionadas com:

- a) defeitos de material (poucos casos);
- b) defeitos de fabricação (são mínimos devido aos controles de qualidade e inspeções na fabricação),
- c) alta temperatura (causada por técnicas inadequadas de operação e manutenção); e
- d) alto estresse devido a técnicas inadequadas de operação ou danos não detectados após um acidente ou incidente.

Assim, em face da quase incoerência dos itens “a” e “b”, devido aos controles de qualidade e inspeções na fabricação, as pesquisas concentraram-se nos itens “c” e “d”, porém a possibilidade da ruptura pela alta temperatura também não se mostrou crível, pois, quando da abertura do motor, verificou-se inexistência de indícios característicos da operação do motor em alta temperatura.

Por outro lado, a hipótese de ruptura por estresse ganha peso quando se visualiza o ambiente de operação da aeronave e a forma como ela é operada, como segue:

- a) muitas pistas do estado de Roraima são desprovidas de asfalto, além de serem curtas e não oferecerem as condições ideais de operação; e
- b) na maioria das vezes, as aeronaves são operadas com o peso máximo de decolagem e pouso acima dos parâmetros indicados pelo fabricantes como ideais.

Outra possibilidade está associada às características dos motores com cilindros horizontais e o comportamento do curso das bielas, o que faz com que o eixo de manivelas sofra uma condição crítica de carga. A possibilidade de *stress* é aumentada pela união e fixação próxima das partes móveis nos suportes do eixo de manivelas.

Possivelmente, em algum momento da operação do motor da aeronave PT-RVS, tenha havido uma carga maior de pressão de gás de combustão no pistão nº 5 e pistão nº 6, possibilitando um esforço maior na área de fixação da biela ao eixo de manivelas, causando o estiramento de um dos parafusos de fixação da biela ao eixo de manivelas e, conseqüentemente, o aparecimento de uma folga além da permitida no conjunto biela/eixo de manivelas.

Por fim, dos possíveis fatores da quebra do eixo de manivelas (defeitos de material, de fabricação, alta temperatura e ruptura por estresse), a ruptura por estresse é mais crível, devido ao ambiente de operação da aeronave e a forma como ela era operada.

3.1 Fatores Contribuintes

- Indeterminados.

4. Fatos

- c) o piloto estava com o Certificado de Capacidade Física (CCF), válido;
- d) o piloto estava com o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) válido;
- e) o piloto estava qualificado e possuía experiência para realizar o voo;
- f) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- g) a aeronave estava fora dos limites de peso e balanceamento;
- h) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;
- i) as condições meteorológicas eram propícias a realização do voo;
- j) o piloto utilizou um formulário de peso e centragem desatualizado;
- k) a aeronave decolou com um excesso de peso de 76 Kg;
- l) vinte e cinco minutos após a decolagem o piloto percebeu uma vibração no motor;
- m) um minuto após o início da vibração houve o travamento do motor;
- n) o piloto realizou um pouso de emergência em uma pista desativada;
- o) na desmontagem do motor foi constatada a ruptura do eixo de comando de válvulas; ruptura da capa da biela n. 5; amassamento dos mancais da biela n. 5; quebra de tuchos dos cilindros 3 e 5; ruptura dos parafusos de fixação da biela n. 5 e ruptura do eixo de manivelas;
- p) a ruptura do eixo de manivelas causou o travamento do motor em voo;
- q) a aeronave teve danos substanciais; e
- r) os ocupantes saíram ilesos.

5. Ações Corretivas adotadas

Nada a relatar.

6. Recomendações de Segurança

Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:

A-566/CENIPA/2015 - 01

Emitida em: 18/03/2016

Alertar aos operadores de aeronaves equipadas com motores *Lycoming* sobre a possibilidade de ruptura do eixo de manivelas por estresse do material, devido ao ambiente de operação da aeronave e a forma como ela é operada.

A-566/CENIPA/2015 - 02

Emitida em: 18/03/2016

Realizar gestões junto à empresa Roraima Táxi-Aéreo, a fim de garantir que os processos internos daquela empresa garantam a atualização de toda a documentação referente às aeronaves, em especial, os formulários de peso e balanceamento utilizados pelos pilotos.

A-566/CENIPA/2015 - 03

Emitida em: 18/03/2016

Realizar gestões junto à empresa Roraima Táxi-Aéreo, a fim de garantir que os pilotos tenham proficiência nos cálculos referentes aos planejamentos dos voos.

Em, 18 de março de 2016.