

**COMANDO DA AERONÁUTICA
ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA**

**CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO
DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**



RELATÓRIO FINAL

AERONAVE: PP-VLV

MODELO: B727-100

DATA: 18 MAR 2002

AERONAVE	Modelo: B727-100 Matrícula: PP-VLV	OPERADOR: VARIG Viação Aérea Riograndense S/A
ACIDENTE	Data/hora: 18 MAR 2002 – 22:20P Local: Aeroporto de Confins - SBCF Município, UF: Confins – MG	TIPO: Acidente com trem de pouso



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, cuja conclusão baseia-se em fatos ou hipóteses, ou na combinação de ambos, objetiva exclusivamente a prevenção de acidentes aeronáuticos. O uso deste relatório para qualquer outro propósito poderá induzir a interpretações errôneas e trazer efeitos adversos ao SIPAER. Este relatório é elaborado com base na coleta de dados efetuada pelos elos SIPAER, conforme previsto na NSCA 3-6.

I. HISTÓRICO DO ACIDENTE

A aeronave decolou de Salvador – SBSV com três tripulantes a bordo, dois pilotos e um mecânico de vôo, com destino a Confins – SBCF, cumprindo o vôo regular de transporte de carga VARIGLOG 9051.

Ao efetuar o pouso no Aeroporto Internacional de Confins – SBCF, às 22 h 20 min, a aeronave perdeu o seu conjunto de trem de pouso principal esquerdo, o qual veio a colidir com o motor do respectivo lado.

Após o colapso do trem de pouso, a aeronave deslocou-se apoiada em sua asa esquerda, sem controle efetivo, vindo a sair da pista, girar e parar em sentido contrário ao do seu deslocamento.

A aeronave sofreu danos graves e a sua recuperação foi considerada economicamente inviável.

Os três tripulantes saíram ilesos.

II. DANOS CAUSADOS

1. Pessoas

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	03	-	-

2. Materiais

a. À aeronave

Irrecuperável: fuselagem, asa esquerda e flap esquerdo.

Danos Graves: motor nº1 (esquerdo), trem de pouso, aileron esquerdo, sistemas de combustível, lubrificação, elétrico e hidráulico.

b. A terceiros

Não houve.

III. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

1. Informações sobre o pessoal envolvido

a. Horas voadas

	PILOTO	CO-PILOTO
Totais	5296:00	852:40
Totais nos últimos 30 dias	12:55	32:15
Totais nas últimas 24 horas	02:15	02:15
Neste tipo de aeronave	1070:20	759:40
Neste tipo nos últimos 30 dias	12:55	32:15
Neste tipo nas últimas 24 horas	02:15	02:15

Obs: As horas totais do piloto são as registradas no DAC até 1996.

b. Formação

O piloto foi formado pelo Aeroclube de Maricá em 1983.

O co-piloto foi formado pelo Aeroclube de São Leopoldo / PUC em 1997.

c. Validade e categoria das licenças e certificados

O piloto possuía Licença de Piloto de Linha Aérea, categoria avião e estava com as suas habilitações no tipo de aeronave e IFR válidas.

O co-piloto possuía Licença de Piloto Comercial, categoria avião e estava com as suas habilitações no tipo de aeronave e IFR válidas.

d. Qualificação e experiência para o tipo de vôo

A tripulação era qualificada e possuía experiência suficiente para a realização do tipo de vôo.

e. Validade da inspeção de saúde

Os pilotos e o mecânico de vôo estavam com os Certificados de Capacidade Física (CCF) válidos.

2. Informações sobre a aeronave

A aeronave, tipo trimotora, modelo B727-100 e número de série 19009 foi fabricada pela BOEING em 1967. Contava, na época do acidente, com 73500 h totais de vôo.

Estava com o seu Certificado de Aeronavegabilidade válido.

A sua última inspeção foi do tipo cheque 2C, realizada na oficina da VARIG, em 03 SET 2001, e a aeronave voou 870 h após a mesma. A sua última revisão geral foi do tipo cheque D, realizada igualmente na oficina da VARIG, em 25 MAR 1999, e a aeronave voou 6157 h após a mesma.

O peso e o Centro de Gravidade da aeronave estavam dentro dos limites especificados pelo fabricante.

As cadernetas de motores e célula estavam atualizadas.

Os serviços de manutenção foram considerados periódicos.

3. Exames, testes e pesquisas.

As partes fraturadas do trem de pouso principal esquerdo foram enviadas ao Boeing Materials Technology – BMT para análises metalúrgicas, onde foi elaborado o “Engineering Report” n° MS12929, de 13 FEV 2003. Os componentes enviados foram o “Lower Side Strut Segment Assembly” (P/N 65-19520-16, S/N 912) – suporte inferior – e o “Trunion Link Assembly” (P/N 65-17654-29, S/N 937DMG1) – munhão.

O exame visual do suporte inferior, S/N 912, mostrou que a fratura ocorreu próxima à extremidade superior. Uma investigação macroscópica da superfície da fratura revelou uma topografia consistente com separação dúctil.

O munhão estava fraturado em diversas seções. As fraturas estavam localizadas nos encaixes de retração e na extremidade dianteira do munhão. Além disso, havia uma outra trinca de aproximadamente 146 mm de comprimento na alma logo abaixo do encaixe interno de retração.

O exame visual e o exame macroscópico de ambas as fraturas localizadas nos encaixes de retração revelaram uma topografia consistente com separação dúctil.

Quanto à fratura localizada na extremidade dianteira do munhão, o seu exame visual revelou a presença de uma região com “marcas de praia”, o que é um indicativo de crescimento lento da trinca. A região de crescimento lento da trinca mediu 9,65 mm de profundidade e estava orientada de dentro para fora. O exame macroscópico da região de marcas de praia sugeriu que sua origem estava associada a uma “ranhura de máquina” (ranhura mecanicamente causada) existente na face interna onde o encaixe do suporte de arrasto encontra a alma do munhão. A existência dessa ranhura de máquina não estava em conformidade com os requerimentos de projeto e nem com os manuais de manutenção. Além disso, estavam ausentes, nessa área, alguns dos acabamentos requeridos. A área restante da superfície da fratura da extremidade dianteira do munhão estava consistente com separação dúctil.

A seção que continha a região de marcas de praia (região de origem da fratura) foi examinada no “Scanning Electron Microscope” (SEM). Foi observado que a fratura foi originada por fadiga de múltiplas localizações ao longo da ranhura de máquina. O restante da área de crescimento lento da trinca sofreu propagação por fadiga, entremeada por bolsões de corrosão sob tensão. O restante da fratura foi confirmado como tendo sido por separação dúctil.

Quanto à trinca presente na alma logo abaixo do encaixe interno de retração, procedeu-se à sua abertura para exames visuais e macroscópicos. Os exames revelaram que a trinca foi originada por corrosão sob tensão em uma área com danos de impacto. A trinca propagou-se em direção da parte dianteira e externa por aproximadamente 38,1 mm

pelo mesmo mecanismo. O comprimento total da rachadura por corrosão sob tensão foi medido como aproximadamente 80 mm. O restante da trinca era separação dúctil.

Não havia outra trinca semelhante a essa no munhão. Havia indicações de que os danos por impacto observados na alma abaixo do encaixe de retração ocorreram durante o acidente. Dessa forma, entre a época do acidente e a época da análise pelo BMT, a rachadura iniciou-se e se propagou até o comprimento total observado.

A avaliação metalográfica da seção transversal tomada através da região de origem da fratura no munhão dianteiro não revelou qualquer anomalia microestrutural que pudesse ter contribuído para a iniciação da fratura. O teste “Electron Probe X-Ray Microanalysis” – EPMA e testes de dureza permitiram verificar que o material do munhão era liga de aço 4330M, com tratamento térmico para 220-240 KSI, em conformidade com o projetado.

4. Informações meteorológicas

As condições meteorológicas eram favoráveis ao vôo visual noturno. O vento era calmo, a visibilidade estava acima de 10 km, não havia nebulosidade significativa nem qualquer sinal de ocorrência de fenômeno meteorológico adverso nas proximidades do aeródromo, nos momentos que antecederam o pouso da aeronave.

5. Navegação

Nada a relatar.

6. Comunicação

Nada a relatar.

7. Informações sobre o aeródromo

O Aeroporto Internacional Tancredo Neves – SBCF era público, administrado pela INFRAERO e operava VFR e IFR diurno e noturno.

Possuía uma pista de asfalto com cabeceiras 16/34, com 3000 m de comprimento e 45 m de largura. Estava situado a uma altitude de 2715 ft.

Foi utilizada para o pouso a cabeceira 16. A pista estava seca e em condições normais de operação. O sistema de iluminação da pista estava funcionando normalmente.

Após o acidente, o Plano de Emergência Aeronáutica em Aeródromo – PEAA foi acionado e teve uma atuação eficiente.

8. Informações sobre o impacto e os destroços

Após o pouso, que ocorreu a cerca de 180 m da cabeceira, houve a fratura da perna esquerda do trem de pouso principal, que colidiu, em seguida, com o motor nº1. A aeronave, apoiada em sua asa esquerda, perdeu a reta para este lado, saindo da pista a aproximadamente 580 m da cabeceira 16.

Após sair da pista, a aeronave girou e teve a sua parada final em uma posição com proa de 315°. O trem de pouso principal esquerdo parou a cerca de 20 m da aeronave.

9. Dados sobre o fogo

Não houve fogo.

10. Aspectos de sobrevivência e/ou abandono da aeronave

Após a parada da aeronave, foram executados os procedimentos de evacuação de emergência. A tripulação abandonou a aeronave sem problemas.

11. Gravadores de Vôo

A aeronave estava equipada com um “Cockpit Voice Recorder” – CVR Fairchild F1000, P/N 93-A100-80, S/N 53524, e um “Digital Flight Data Recorder” – DFDR Fairchild FA100A, P/N S703-1000-00, S/N 00392. Ambos os gravadores foram localizados em suas posições originais de instalação, sem quaisquer indícios de danos. O seu funcionamento mostrou-se adequado.

A leitura do CVR mostrou que houve uma eficiente interação e coordenação de cabine entre os tripulantes.

De acordo com os dados obtidos do DFDR, o vôo transcorreu sem qualquer variação anormal de parâmetros.

12. Aspectos operacionais

O vôo de Salvador para Confins transcorreu sem anormalidades. Inicialmente, a aeronave recebeu o serviço de vetoração radar. Foi liberada, em seguida, em condições visuais, para interceptar a aproximação final e realizar o pouso.

O piloto estava efetivamente nos comandos da aeronave, enquanto o co-piloto o auxiliava. Os procedimentos operacionais foram seguidos adequadamente.

Após o travamento do trem de pouso em baixo, que foi confirmado pelo acendimento das luzes verdes de indicação, o piloto reportou que ouviu um barulho. De acordo com a leitura do CVR, isto ocorreu há cerca de 38 segundos do ponto de toque no pouso.

A aproximação prosseguiu de maneira estabilizada para a pista 16, mantendo as velocidades previstas no “landing data card” (cartão de pouso), com razões de descida compatíveis. No CVR verificou-se que foi dito que a aeronave estava “torta”. Os parâmetros dos motores permaneceram estáveis, dentro de sua utilização normal para pouso.

O toque na pista foi realizado sem anormalidades e, em seguida, o trem de pouso principal esquerdo quebrou, desprendendo-se da aeronave. Atingiu, a seguir, o motor nº 1 e a aeronave, tocando a asa esquerda no solo, saiu da pista.

Não existiam reportes de pousos bruscos anteriores ao acidente.

13. Aspectos humanos

a. Fisiológico

Não houve indícios de alterações de ordem fisiológica relevantes para o acidente.

b. Psicológico

Não houve indícios de alterações de ordem psicológica relevantes para o acidente.

14. Aspectos ergonômicos

Nada a relatar.

15. Informações adicionais

Embora fosse registrada em nome da VARIG, a aeronave era operada pela VARIGLOG, empresa de transporte de carga.

Os procedimentos de manutenção eram executados pela empresa VARIG. Ao ser elaborado este relatório, havia ocorrido a separação da oficina de manutenção da VARIG, passando a nova empresa a se chamar VARIG Engenharia e Manutenção – VEM.

IV. ANÁLISE

A operação da aeronave foi realizada dentro dos procedimentos operacionais previstos. A aproximação final e o pouso foram realizados normalmente, de maneira estabilizada, o que foi confirmado pelo CVR e pelo DFDR, excluindo a possibilidade de um pouso brusco, decorrente de uma aproximação não estabilizada.

A meteorologia mostrava-se favorável ao vôo realizado, não apresentando qualquer fenômeno significativo.

Verificou-se que, durante a final para pouso, após ocorrer o travamento do trem de pouso em baixo, o piloto disse ter ouvido um barulho. Além disso, ele também falou que a aeronave estava “torta”, ou seja, com tendência a desalinhar-se. Essa situação deveu-se, muito provavelmente, ao trem de pouso principal esquerdo ter-se deslocado de sua posição normal após o travamento, causando o barulho ouvido e o aumento da área de impacto do vento relativo, aumentando sobremaneira o arrasto do lado afetado. Dessa forma, o trem de pouso já estaria comprometido antes mesmo do toque do pouso.

Como foi visto, os exames realizados no munhão (“Trunion Link Assembly”) do trem de pouso principal esquerdo revelaram que havia uma região com marcas de praia, características de propagação lenta da trinca, localizada na fratura existente na sua extremidade dianteira. Verificou-se que a origem da região de marcas de praia estava relacionada à existência de uma “ranhura de máquina” na face interna onde o encaixe do suporte de arrasto encontra a alma do munhão. A ranhura existente estava em desacordo com o projeto da aeronave e seus manuais de manutenção.

Sendo assim, essa ranhura propiciou o surgimento da trinca e a sua propagação se deu por fadiga, com bolsões de corrosão por tensão, até o ponto em que a resistência da peça não suportou mais a carga a que estava exposta, sofrendo o restante da fratura na sua extremidade dianteira por sobrecarga, de maneira dúctil. Isto levou às fraturas dos encaixes de retração do munhão, que se deram também de maneira dúctil.

A fratura do suporte inferior (“Lower Side Strut Segment Assembly”) do trem de pouso esquerdo se deu da mesma forma por separação dúctil, e foi decorrente da fratura do munhão.

Verificou-se, ainda, que havia uma outra trinca presente na alma logo abaixo do encaixe interno de retração do munhão. A análise dessa trinca indicou que ela era decorrente de impactos ocorridos no acidente e, assim, não teve influência na quebra do trem de pouso, pois era consequência da mesma.

A ranhura que deu origem à fratura surgiu depois do processo de fabricação da peça, pois os exames metalográficos, EPMA e testes de dureza realizados indicaram que não havia anomalias microestruturais e o material era liga de aço 4330M, com tratamento térmico para 220-240 KSI, em acordo com o projeto.

É possível que a referida ranhura tenha surgido em uma ação de manutenção ou quando do manuseio da peça para instalação. Tal ranhura teria passado despercebida pelas inspeções a que o trem de pouso foi submetido, permitindo a propagação lenta da trinca que culminou com o colapso desse trem no pouso em Confins.

Apesar de não terem sido verificados quaisquer reportes de pouso brusco ou com peso superior ao máximo previsto, caso tais pousos tivessem ocorrido aumentariam a velocidade de propagação da trinca, abreviando o tempo necessário para a ruptura da peça e diminuindo o tempo disponível para a sua detecção.

V. CONCLUSÃO

1. Fatos

- a. os pilotos estavam com os seus Certificados de Capacidade Física válidos;
- b. os piloto estavam com os Certificados de Habilitação Técnica válidos;
- c. os pilotos possuíam a experiência necessária para realizar o vôo;
- d. os serviços de manutenção foram considerados periódicos;
- e. a aeronave decolou de Salvador – BA com destino a Confins – MG;
- f. os pilotos executaram os procedimentos previstos para a aproximação em Confins;

- g. ao baixar o trem de pouso, foi ouvido um barulho, mas as luzes verdes de confirmação de travamento em baixo acenderam;
- h. o piloto manteve parâmetros normais durante a aproximação final;
- i. após o toque na pista, que foi realizado de maneira normal, o trem de pouso principal esquerdo colapsou, separando-se da aeronave e colidindo com o motor nº1;
- j. a aeronave tocou a asa esquerda no solo e saiu da pista, sem controle;
- k. após girar, a aeronave parou com proa quase oposta à de pouso;
- l. exames revelaram que havia uma região no munhão do trem de pouso esquerdo com “marcas de praia”, características de propagação lenta da fratura;
- m. havia uma ranhura de máquina que deu origem à trinca;
- n. a trinca propagou-se por fadiga, com bolsões de corrosão por tensão, levando à separação final de forma dúctil;
- o. as demais fraturas encontradas se deram de forma dúctil, com exceção de uma trinca encontrada na alma logo abaixo do encaixe interno de retração do munhão, a qual foi decorrente do acidente;
- p. exames verificaram que o material de fabricação da peça estava em conformidade com o projeto;
- q. a aeronave sofreu danos graves e a sua recuperação foi considerada economicamente inviável; e
- r. os tripulantes saíram ilesos.

2. Fatores contribuintes

a. Fator Humano

(1) Fisiológico – Não contribuiu.

(2) Psicológico – Não contribuiu.

b. Fator Material

(1) Deficiente Manuseio de Material – Indeterminado.

É possível que a ranhura de máquina tenha surgido durante o processo de manuseio e estoque da peça, antes de sua instalação na aeronave, propiciando o surgimento da trinca e da posterior fratura do trem de pouso.

c. Fator Operacional

(1) Deficiente Manutenção – Indeterminado.

A ranhura de máquina que deu origem à trinca que findou por fraturar o munhão do trem de pouso esquerdo pode ter sido originada em um procedimento de manutenção do trem de pouso. Além disso, mesmo que não tenha sido gerada na manutenção, a ranhura não foi detectada durante as inspeções previstas na aeronave, permitindo que a trinca se originasse e propagasse.

(2) Deficiente Supervisão – Indeterminado.

É possível que a ranhura de máquina não tenha sido detectada durante as inspeções previstas na aeronave devido a deficiências na supervisão dos serviços realizados, permitindo a liberação da aeronave para o voo, o que levou ao surgimento e propagação da trinca.

VI. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA DE VÔO

Recomendação de Segurança, conforme definido na NSMA 3-9 de JAN 96, é o estabelecimento de uma ação ou conjunto de ações emitidas pelo Chefe do Estado-Maior da Aeronáutica, de CUMPRIMENTO OBRIGATÓRIO pelo órgão ao qual foi dirigida, em ação, prazo e responsabilidade nela estabelecidas.

1. A Empresa VARIGLOG deverá, no prazo de três meses:

a) Divulgar o conteúdo deste relatório a todos os seus tripulantes.

b) Incentivar de maneira permanente o reporte de pousos bruscos.

c) Criar mecanismos internos que assegurem a inspeção adequada do trem de pouso após reportes de pouso brusco.

2. A Empresa VARIG Engenharia e Manutenção – VEM deverá, no prazo de seis meses:

a) Revisar o processo de estoque de material aeronáutico, em particular das peças que compõem o trem de pouso da aeronave B727, visando detectar possíveis não conformidades que possam gerar ranhuras nas mesmas.

- b) Revisar junto a seus mecânicos os procedimentos de manutenção e inspeções do trem de pouso do B727, visando corrigir possíveis discrepâncias que possam dar origem a ranhuras e trincas.

- c) Incrementar seus mecanismos de supervisão das atividades de manutenção, tendo em vista possibilitar a detecção e correção antecipada de ranhuras e trincas nas partes que compõem o trem de pouso da aeronave B727, ao realizar ações de manutenção, inspeções e revisões.

Em / / 2005.