

**CENIPA**

**11/11/91**

**PT-SCU**

**EMB-110**

**REL FINAL**



**CENIPA**

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA  
ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA

Sistema de Investigaçao e Prevençao  
de Acidentes Aeronauticos

**RELATÓRIO FINAL**

**CENIPA 04**

<b>AERONAVE</b>	<b>Modelo:</b> EMB-110	<b>OPERADOR</b>
	<b>Matrícula:</b> PT-SCU	NORDESTE LINHAS AÉREAS
<b>ACIDENTE</b>	<b>Data/hora:</b> 11 NOV 91 / 21:43P	<b>TIPO</b>
	<b>Local:</b> VILA DO IPSEP - Recife	FALHA DO MOTOR NA DECOLAGEM
	<b>Estado:</b> PERNAMBUCO	

**I. HISTÓRICO DO ACIDENTE**

No dia 11 Nov 91, às 21:42Z o PT-SCU decolou para executar o vôo NES 115, com três tripulantes e doze passageiros, partindo de Recife com destino a Salvador e escalas em Maceió e Aracaju.

Segundo testemunhas posicionadas próximo à pista, durante a corrida de decolagem, estando a aeronave ainda no solo, houve dois "estalos" no motor direito com presença instantânea de fogo. A aeronave percorreu, aproximadamente, 900m de pista para iniciar a rotação. Durante o primeiro segmento ocorreu o colapso total do citado motor, caracterizado por um terceiro estalo - este mais forte que os anteriores - e emissão de material em fusão, o qual provocou um início de incêndio ainda na área interna do aeroporto, próximo ao muro de limite. (SIC)

Durante esta fase de vôo, a aeronave se manteve a aproximadamente 30 metros, sem ganhar altura, ao mesmo tempo em que guinava à direita com as asas niveladas.

Fora do eixo de decolagem e aproximadamente trinta segundos após a mesma, a aeronave colidiu em duas residências, caindo a seguir em uma praça pública da Vila Ipsep.

Na queda houve forte explosão e fogo, tendo todos os seus ocupantes falecido, bem como um menino que se encontrava brincando no local.

1531

No dia 21 Nov 91, deu-se o óbito de mais uma vítima, a qual se encontrava em uma das residências retro citadas e que veio a falecer por queimaduras de segundo e terceiro graus.

## II. DANOS CAUSADOS

### 1. Pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	03	12	02
Graves	--	--	--
Leves	--	--	--
Ilesos	--	--	--
Desconhecido	--	--	--

### 2. Materiais

#### a. À aeronave

Houve perda total da aeronave.

#### b. A terceiros

Além de algumas árvores da praça que foram cortadas durante o impacto e de instalações elétricas e telefônicas, as casas nº 31 e 37 da Rua João Guilherme do bairro IPSEP sofreram os seguintes danos:

##### (1). Casa 31

Cobertura- destruição de 90% das telhas e do exaustor existente;

Cozinha- laje com fissuras e uma das paredes comprometida em aproximadamente 50%;

Quarto de fundo- fissuras no encontro das paredes com a laje do forro;

W.C social- fissuras no encontro das paredes com a laje do forro;

Corredor- paredes com fissuras e laje de forro com buraco de aproximadamente 1 metro quadrado;

Quarto lateral esquerdo - fissuras nas paredes e no encontro das paredes com a laje de forro; buraco de mais

ou menos 2 metros quadrados no forro;  
 Quarto lateral direito - laje e paredes com fissuras;  
 Sala e terraço - laje e paredes fissuradas, sendo que as paredes do fundo e lateral apresentam rachaduras; janela interna quebrada;  
 Abrigo do automóvel - estrutura e telhas de alumínio destruídas;  
 Área de serviço - caixa d'água destruída, bem como sua estrutura e instalação hidráulica; 40% da cobertura de telhas Brasilit quebradas ; parte da parede da divisa (mais ou menos 1 metro quadrado);  
 Muro frontal e portões - o muro frontal bem como os portões de ferro foram destruídos.

(2). Casa 37

Por ser esta casa geminada à nº 31, o impacto causou indiretamente, um deslocamento na laje da cobertura, aparecendo rachaduras no encontro da laje com a alvenaria nos dois quartos e na sala.

III. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

1. Informações sobre o pessoal envolvido

a. Horas de voo	CHECADOR	CO-PILOTO	CMT
	(PILOTO)		
Totais.....	4.295:00	2.604:00	4.988:00
Totais nos últimos 30 dias.....	06:55	51:00	79:15
Totais nas últimas 24 horas.....	----	----	08:00
Neste tipo de aeronave.....	901:30	1.401:00	4.483:30
Neste tipo nos últimos 30 dias..	06:55	51:00	79:15
Neste tipo nas últimas 24 horas.	----	----	08:00

b. Formação

O piloto era formado pelo Aero clube de Pernambuco desde 1981.

O co-piloto era formado pelo Aero clube de Pernambuco desde 1988.

O Checador era formado pela Academia da Força Aérea desde 1976

c. Validade e categoria das licenças e certificados

O comandante e o chegador possuíam licenças categoria PLA e certificados de IFR válidos.

O co-piloto possuía licença categoria Piloto Comercial e certificado de IFR válido.

d. Qualificação e experiência de vôo para o tipo de missão realizada.

Todos os tripulantes eram qualificados e possuíam experiência para realizar a missão.

e. Validade da inspeção de saúde

Os pilotos estavam com o Certificado de Capacidade Física válidos.

O chegador estava com o Cartão de Saúde válido.

2. Informações sobre a aeronave

A aeronave modelo EMB-110, foi fabricada pela EMBRAER em 1981 e estava com as cadernetas de motor e hélice atualizadas.

Realizou a última inspeção de 300 horas na oficina da Nordeste em 05 Nov 91 e após voou 51:06 horas.

A última revisão geral tipo 7.200, foi realizada na Nordeste, sendo que sua data não foi apurada pela Comissão de Investigação. Após a revisão a aeronave voou 3.973:06 horas.

3. Exames, testes e pesquisas

A ação inicial procedeu-se com a presença de representantes da EMBRAER e da NORDESTE. Os aspectos mais significativos desta fase foram os seguintes:

**Grupo motor-propulsor direito:**

Motor separado da fuselagem e a hélice deste, com suas pás e mecanismos indicando estar na posição bandeira. A caixa de redução encontrava-se separada - 1º e 2º estágios - apresentando indícios de estar parada por ocasião de sua separação. A carcaça de exaustão apresentava pontos protuberantes provocados pelo desprendimento de palhetas da turbina.

**Grupo motor-propulsor esquerdo:**

Motor na sua posição normal, tendo sofrido intensamente a ação do fogo pós-impacto. A hélice permaneceu no eixo indicando

não ter sofrido esforço significativo de torção por ocasião do impacto. Seus contra-pesos permaneceram na posição de passo de voo.

O conjunto de cames associado à manete de potência indicava potência mínima. Ao abrir-se a flange C, constatou-se que este motor dispunha de potência, porém colidiu com o torque reduzido.

**Asa direita:**

Destruída inicialmente pela seqüência de impactos e, após, pelo fogo. Havia uma tela de alambrado que a envolvia, material este proveniente de uma cerca estendida próximo a uma árvore que foi arrancada pelo impacto, evidenciando estar a aeronave bastante inclinada nesta ocasião.

**Trem de pouso:**

Estava recolhido.

**Conjunto das manetes e restos do console central:**

As manetes foram encontradas todas à frente o que, aliado ao dispositivo da trava a ser sobrepujado, indicam que não houve corte de qualquer motor por este sistema. Foi observado que o interruptor de corte do alarme geral (pala) do motor esquerdo encontrava-se na posição normal, enquanto que o direito estava acionado caracterizando que o corte do respectivo motor deu-se por tal processo. O climb indicava 500 pés/minuto de razão de descida, embora tal evidência não seja confiável. Os filamentos das luzes de Beta estavam intactos demonstrando estarem apagados durante o impacto, bem como o filamento referente à luz de 26 VAC do painel múltiplo de alarmes. Com exceção do pertinente a FLD HIDRA, o qual estava sem vidro, todos os demais bulbos estavam derretidos pela ação do fogo.

**Empenagem:**

O compensador do leme direcional foi encontrado compensado 6º para a esquerda. (aeronave compensada à direita)

**Fuselagem traseira:**

Foram observados os cabos de comando do leme e profundor, os quais encontravam-se intactos.

**Atuadores dos flaps:**

Foi encontrado o atuador do flap esquerdo com 10 fios de rosca estendido o que, após testes comparativos, caracterizou estar o mesmo com 6º. A deflexão máxima seria de 37,5º.

### **Cintos de segurança:**

Foram encontradas as duas fivelas dos cintos dos tripulantes de cabine, sendo que uma delas estava com o dispositivo de travamento liberado. Também foram encontrados, de um total de dezoito, dez fivelas de passageiros, sendo que quatro estavam destravadas.

### **Saídas de emergência:**

As três saídas de emergência de que a aeronave dispõe, bem como a porta de acesso principal, encontravam-se com seus mecanismos não atuados.

### **Motores**

Após ação inicial, os motores seguiram para o CTA onde foram analisados na presença de representantes da CELMA, P&WC, CTA, NORDESTE e EMBRAER.

Os componentes mais importantes de ambos os motores, bem como dois pedaços de metal encontrados próximos à pista durante a ação inicial, foram encaminhados à Pratt Whitney, em Quebec-Canadá, para fins de análise, uma vez que o próprio fabricante colocou seus recursos à disposição, e ainda o grau de complexidade dos exames e fatores econômicos assim recomendavam.

Não foram encontradas discrepâncias no motor esquerdo que pudessem resultar em falha operacional do mesmo, sendo os danos observados decorrentes da ação do impacto e incêndio.

O motor direito não sofreu ação do incêndio e, por esse motivo, eventuais colorações e áreas discrepantes puderam ser preservadas para um exame mais acurado.

A Seção de turbina desse motor apresentou falha a ponto de ocorrer perda completa da função, sendo esta falha evidenciada pela emissão de labaredas e fagulhas pelo escapamento, como observado pelas testemunhas durante a corrida de decolagem da aeronave.

Em relação ao motor direito do PT-SCU, a Pratt & Whitney Canadá produziu três relatórios específicos:

#### **Relatório M.E nº 7907 FS - P&WC**

Reporta a análise feita no estator da turbina do compressor (C.T Vane Ring Assy). Os registros do operador indicam que a turbina do compressor fora instalada durante a revisão geral do motor 56746, entrando como peça reparada e estava com

aproximadamente 4228H de operação no dia do acidente, tendo passado por inspeção em Set/91, quando da inspeção da Seção quente (HSI) efetuada no motor pelo próprio operador (Nordeste). Daquela inspeção até a data do acidente, o motor veio a operar por aproximadamente 484 horas.

Segundo o relatório do fabricante, "Todos os aerofólios do estator possuíam fraturas no bordo de fuga associados a vários níveis de trincas, desfolhamento do revestimento e fusão do metal base"

Em quase todos os aerofólios, a parte côncava adjacente às fraturas sofreu colapso para dentro ou estava deformada, com sinais de impacto e coloração similar ao restante da superfície. Os aerofólios que apresentavam desfolhamento do revestimento técnico, coincidentemente estavam com os orifícios de entrada do ar de refrigeração bloqueados por completo pela presença de material estranho. No total, 04 das 14 entradas de ar de refrigeração do anel estator (cada entrada conduzindo o ar para um aerofólio), estavam obstruídas pelo citado material; três estavam com uma mistura consistindo de areia de coloração bege e fibra esbranquiçada, e um orifício com uma massa de fibras trançadas. O orifício bloqueado com areia e fibras era o associado ao aerofólio mais danificado e, embora todos os aerofólios evidenciassem matizes de aquecimento elevado, os que estavam bloqueados apresentavam forte coloração azulada.

O duto menor de saída de gás apresentava trincas axiais no orifício central do grupo de três, além de informações com sinais de superaquecimento. A trinca maior possuía 0.6 polegadas de comprimento e estava alinhada com o orifício de refrigeração bloqueado.

Um pedaço de fibra trançada (esbranquiçada) foi encontrado entre a parede de duto menor e o seu suporte.

A análise química executada no material recolhido identificou as fibras como sendo fibra de vidro e as partículas de areia como sendo partículas de silício (Si, Al, Ca), com algum material ferroso e cálcio.

#### **Relatório M.E nº 7909 FS P&WC**

Reporta a análise efetuada na turbina do compressor (C.T Disc Assy) do motor direito PC-E 56746. Os registros indicam que

Q

as palhetas foram montadas no disco quando da revisão geral do motor (Mar/90) e que, portanto, possuía aproximadamente 4228H de operação até o acidente.

Pelo relatório do fabricante, "Uma das palhetas da turbina apresentou uma fratura transversal típica de fadiga, originada na região de bordo de fuga, próximo à plataforma, seguida de ruptura por sobrecarga". A superfície da fratura estava bastante oxidada e a porção com fadiga deteriorada a ponto de não ser possível definir a área de início. O lado convexo do aerofólio junto ao bordo de fuga e da raiz estava marcado e danificado por impacto, assim como as outras palhetas remanescentes.

As demais palhetas apresentavam fraturas por sobrecarga com superfícies bastante oxidadas, associadas a descascamento do "COATING" e alteração de cor no lado côncavo. Todas indicavam substancial superaquecimento.

O disco da turbina apresentava roçamento por ambos os lados, com remoção de material ("afundamento") em quase 50% do perímetro, pelo lado da entrada do gás.

Os dois fragmentos submetidos em separado (recolhimento no campo) foram analisados metalurgicamente, resultando que o pedaço maior provavelmente pertencia ao estator da turbina de potência e o menor consistia-se de uma liga de níquel. Não foram verificadas anormalidades metalúrgicas nestas peças.

**Relatório M.E nº 7941 FS da P&WC:**

Reporta a análise na turbina de potência, após o exame do estator e do disco com as palhetas.

Segundo este relatório, "Todos as palhetas da turbina de potência sofreram fratura por sobrecarga (TENSILE OVERLOAD) em diversas alturas de aerofólio, dos quais uma apresentava especificamente em uma área fora dos bordos de ataque e de fuga, formato multifacetado de uma cor esverdeada/cinza, diferente das outras de coloração cinza, com fraturas dentrísticas junto ao bordo.

Todas as palhetas sofreram danos por impacto em seus aerofólios associados, em alguns casos, com deformação do bordo de fuga e fratura em ambos os bordos"

"O estator da turbina de potência (P.T Vane Ring) apresenta danos em 1/3 de sua circunferência, consistindo de fraturas axiais e circunferenciais dos anéis interno e externo, permitindo

o colapso dos aerofólios para trás. As faces anterior e posterior do estator estão cobertas com metal derretido, o qual se destacou parcialmente".

"A origem desse metal que esteve sob fusão foi identificada como sendo das palhetas da turbina do compressor".

O motor direito sofreu três inspeções da seção quente (HSI). Nestas três vezes em que foi aberto, foram encontradas pequenas rachaduras na parte interna da CTVR (Compressor Turbine Vane Ring) que, de acordo com os padrões determinados pelo "Maintenance Manual", deveriam ter sido substituídos os componentes danificados.

Nestas três inspeções realizadas, não houve assinatura do inspetor de manutenção. A segunda inspeção não foi assinada por ninguém.

Outra observação importante refere-se ao conjunto "T5 BUS BAR ASSEMBLY": Em todas as vezes em que foi aberto o motor direito, o conjunto citado encontrava-se faltando uma das duas luvas isoladoras. Nos testes em banco-de-provas, após revisão, também foram constatadas perdas de isolamento do sistema de T5. Além disso, há reportes de casos em que este conjunto, novo, já apresenta luvas isolantes semi-desprendidas quando retiradas da embalagem.

A perda do isolamento faz com que o motor trabalhe numa temperatura superior àquela indicada nos instrumentos de bordo.

#### 4. Informações meteorológicas

Nada a relatar.

#### 5. Navegação

Nada a relatar.

#### 6. Comunicação

Nada a relatar.

#### 7. Informações sobre o aeródromo

O aeródromo de Guararapes é um aeródromo público, homologado, de dimensões 3001 X 45M, direção das pistas 18/36 e elevação 33 pés.

A operação do aeródromo era compatível com o tipo de aeronave.

#### 8. Informações sobre o impacto e os destroços

Os destroços se dispuseram de forma totalmente concentrada sendo que a única parte da aeronave que permaneceu quase intacta foi a sua cauda. Foram removidos por ocasião da retirada das vítimas.

O primeiro impacto se deu a 3,5m de altura entre a asa direita e a caixa d'água da casa nº 31 da Rua João Guilherme. Após, houve o choque da referida asa com a laje da mesma casa e, a seguir com duas árvores localizadas na praça onde a aeronave veio finalmente a parar, sendo, em seguida, tomada pelo incêndio.

#### 9. Dados sobre o fogo

Os indícios de fuligem e calor indicaram que o fogo ocorreu totalmente após o impacto.

#### 10. Aspectos de sobrevivência e/ou abandono da aeronave

Devido às forças presentes durante o impacto bem como ao fogo subsequente, este acidente não teve sobreviventes.

#### 11. Gravadores de voo

Não requeridos e não instalados, porém essenciais para auxiliar na investigação do acidente.

#### 12. Aspectos operacionais

O chegador do DAC, devidamente habilitado, operava a aeronave com o co-piloto na direita e o comandante fora da cabine de comando.

O compensador do leme de direção encontrava-se defletido 6 graus para a esquerda, resultando numa compensação direcional da aeronave para à direita.

Durante a investigação, foi notado que a empresa não dispunha de um Programa de Treinamento abrangente capaz de capacitar seus tripulantes para o desempenho de suas tarefas.

Nos registros da Divisão de Operações, nada foi encontrado que pudesse caracterizar a preocupação com os diferentes tipos de treinamento necessários à manutenção de um elevado padrão operacional de seus tripulantes. A única exceção seria o treinamento de elevação de nível de co-piloto para comandante, que faz parte do Manual de Rotina Operacional da empresa.

A tripulação e o chegador não haviam realizado o treinamento em simulador.

### 13. Aspectos Humanos

#### a. Aspectos Individuais

As informações obtidas sobre o INSPAC, assim como as levantadas na sede da empresa sobre os tripulantes, não trouxeram indícios de que os pilotos envolvidos no acidente tivessem demonstrado estar com problemas pessoais que influenciassem ou comprometessem o exercício de suas atividades profissionais (pilotagem).

Da pesquisa feita, ressaltaram-se aspectos positivos no que tange aos relacionamentos interpessoais, evidenciando aspectos de profissionalismo, responsabilidade nas funções, seriedade e respeito as normas de Segurança de Vôo.

Pessoas que estiveram com os pilotos momentos antes da decolagem relataram uma situação de tranquilidade e normalidade.

As evidências indicam que as características individuais dos homens que operavam a aeronave não tiveram nenhuma relação de causa e efeito para o surgimento da pane do motor. Esta se deu independentemente de qualquer influência comportamental dos pilotos.

Considerando-se esta informação, optou-se por concentrar esforços na avaliação da capacidade de resposta dos pilotos àquela situação crítica.

#### b. Aspectos Organizacionais

O acidente aeronáutico é a ruptura do processo de trabalho da Organização de forma inesperada e normalmente violenta. Entretanto, a maioria das investigações demonstra a existência de fatores organizacionais que contribuem de forma clara ou suspeita para a ocorrência.

##### (1). Segurança de Vôo

O Agente de Segurança de Vôo - ASV da sede da empresa concluiu o curso e foi credenciado pelo CENIPA no mês anterior ao acidente. Até o seu credenciamento, a Seção de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SPAA encontrava-se inoperante.

O ASV antecessor permaneceu pouco tempo na função.

2

Dois meses após seu credenciamento, deixou a empresa. Isto se deu cerca de um ano antes do acidente. O material de seu trabalho não foi encontrado. Antes dele, a SPAA também se encontrava inoperante e não havia ASV designado pela empresa para exercer funções específicas de prevenção e de investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos.

Verificou-se que a organização não possuía um Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - PPAA, que pudesse incrementar as atividades educativas e promocionais e que assegurassem a gerência e supervisão de uma correta Doutrina de Segurança de Vôo. Não foram encontrados Relatórios de Perigo, Relatórios de Incidentes ou de Acidentes.

As entrevistas com os pilotos que trabalhavam na sede da empresa trouxeram informações consideradas relevantes no que diz respeito a Segurança de Vôo:

- "A bagagem de mão dos passageiros não é pesada antes do embarque, possibilitando, na maioria das vezes, que passageiros viagem com cargas não declaradas ou manifestadas no peso total da aeronave".

- "O peso dos passageiros é considerado 70 kg indistintamente das variações de peso individual".

- "A quantidade de combustível a ser colocado nos tanques **não é decisão dos comandantes das aeronaves**, mas dos "despachantes" nos aeroportos, muitas vezes, em função de preços diferenciados por localidade, fazendo abastecimentos por conveniência econômica sem possuírem conhecimento técnico formal ou credenciamento como Despachante Operacional de Vôo - DOV".

## (2). Da Manutenção

Nas entrevistas com 15 pilotos na sede da empresa, levantou-se que constantemente são feitos reportes de "panes" nos diversos equipamentos, e que as respostas do setor de manutenção muitas vezes não têm atendido às

expectativas dos pilotos.

A maioria dos pilotos queixou-se da existência de respostas padronizadas, que influenciam negativamente quanto a credibilidade na manutenção e a confiança no equipamento. Tal situação para eles é confirmada pelo fato de continuarem operando aeronaves com deficiências de performance, tais como: "radar inoperante", "com restrição, sem torque mínimo", "NG" alto, "TIT" alto, "avião todo mole, que voa meio de lado", "reverso assimétrico".

São exemplos das respostas padronizadas: "será visto no pernoite", "será visto na sede", "aguardando material", "checado no solo. ok".

O comprometimento da confiabilidade na aeronave, se somado a uma possível desconfiança no setor de manutenção, afeta diretamente o exercício da atividade de pilotagem, considerando-se o efeito que um equipamento com um histórico de panes pode desencadear no indivíduo que o utiliza.

### (3). Treinamento

Não são realizados treinamentos regulares de situações de rotina e emergência em simulador, o que para os tripulantes auxiliaria na manutenção de sua operacionalidade, tendo em vista que, para o exercício adequado de sua atividade profissional, é fundamental garantir a memorização e o automatismo de sequência de procedimentos, evitando que o indivíduo, através de tentativas, encontre sozinho os procedimentos a adotar em caso de incidente e/ou acidente.

Os treinamentos feitos em sede totalizam mais ou menos cinco horas de vôo local para cada piloto; outras 150 (cento e cinqüenta) horas de vôo em rota são considerados como treinamento pelo setor.

O setor de Ensino e Treinamento não possui um programa que sistematize as atividades educativas, para que possa garantir a excelência do padrão operacional de seu quadro de tripulantes.

A publicação utilizada pela empresa sobre a

operação da aeronave Bandeirante e fornecida aos pilotos constitui-se num extrato do Manual de Operação, fornecido pelo fabricante da aeronave. No que se refere ao tipo de pane ocorrida, mostra-se deficiente com relação aos procedimentos padronizados no citado documento.

O INSPAC fez o curso da aeronave Bandeirante na empresa proprietária da aeronave acidentada. Nunca realizou treinamento em simulador de vôo da aeronave.

#### 14. Aspectos ergonômicos

Nada a relatar.

#### 15. Informações adicionais

O atendimento à ocorrência deu-se, considerando as circunstâncias, de uma maneira adequada. Todos os recursos disponíveis para minimizar as conseqüências do acidente foram utilizados, sendo que tanto as ações quanto os meios empregados atingiram aos objetivos do PEAA.

### IV. ANÁLISE

O PT-SCU pretendia fazer o Vôo NES 115, noturno, com destino a Salvador. Era operado pelo chegador do DAC no assento da esquerda e o co-piloto, na direita. Durante a decolagem ocorreu pane no motor direito, conforme reportado por testemunhas. A aeronave prosseguiu na decolagem, percorrendo uma distância bem maior que a necessária para a rotação (900 metros, quando o normal seria 571 metros), rodou, porém não conseguiu ascender em situação monomotora, desviando-se para a direita, vindo a colidir, minutos após, com o solo.

O peso na decolagem estava dentro dos limites. Se aparentemente a aeronave encontrava-se dentro do envelope de vôo, indaga-se então por que a aeronave não logrou êxito nesta iniciativa.

É previsto pela FAR 23 esta aeronave ascender em condições de vôo monomotor, porém tal não se deu.

Concentrando a análise na operação da aeronave, nestas condições, verificamos que, se operada adequadamente, apresentaria uma razão mínima, porém positiva, de subida.

Analisando-se os destroços, verificou-se que os comandos de compensador do leme estavam aplicados ao contrário (6° a esquerda - aeronave compensada à direita) do que se esperaria para esta situação, considerando ser a pane no motor direito.

Verificou-se em ensaios no simulador da EMBRAER que, nestas condições, o vôo fica impraticável; não se consegue voar monomotor com os comandos do compensador do leme aplicados ao lado oposto do motor em pane, e a aeronave compensada para o mesmo lado do motor inoperante.

Na busca de maiores subsídios, a CIAA deslocou-se para a EMBRAER - simulador - a fim de tentar reproduzir os acontecimentos. Foram efetuados 20 (vinte) decolagens procurando-se minimizar as diferenças entre a aeronave que é modelo P1 com o simulador, cujos parâmetros são referentes ao modelo C.

Foram usados pesos desde 5.600 a 5.200 Kg, posicionando-se de flaps desde 0% a 15%; compensador de leme desde neutro até duas unidades à direita e então simulada a falha do motor direito desde a VMC até 105 Kt.

Em todas as combinações possíveis, constatou-se que o vôo monomotor nas citadas condições requer treinamento específico, revelando-se ainda que, com o compensador de leme defletido à esquerda desde a decolagem ou após a mesma, é impossível controlar a trajetória da aeronave bem como a manutenção do vôo.

Comparando-se a trajetória reproduzida no simulador com aquela realizada pela aeronave, observou-se que as mesmas são iguais. Este aspecto operacional se relaciona com o aspecto - Educação e Treinamento - na hipótese do compensador de leme ter sido acionado incorretamente após a falha de motor.

Estas já seriam, por si só, as razões pelas quais a aeronave não conseguiu ascender, vindo a colidir com o solo. Entretanto, resta saber os motivos que levariam a tripulação a adotar procedimento incorreto na operação da aeronave.

Começando pelo TREINAMENTO, lemos em passagem anterior (item III-13) que a Empresa não dispunha de um programa de treinamento abrangente de forma a prover os seus tripulantes as condições operacionais para o desempenho de suas tarefas, exceção feita ao treinamento para a transição co-piloto - comando.

Os tripulantes não realizavam o treinamento em simulador de vôo. O chegador, que deveria também estar adestrado teórica e

operacionalmente, via-se nas mesmas condições da tripulação, ou seja, não se encontrava adequadamente treinado para a situação de emergência que se envolveu.

A empresa dispunha de Seção de Ensino e Seção de Instrução, porém estas não buscavam atingir os mesmos objetivos.

Se a pane do motor ocorreu ainda durante a corrida de decolagem, por que a tripulação não a teria abortado? Mesmo tendo saído do solo, por que não teria retornado, num típico procedimento de "pousar em frente"?

O próprio Manual de Rotina Operacional da Empresa não orienta para a volta à pista após a VR, estando já no ar a aeronave. Tal omissão pode ter condicionado a tripulação a prosseguir no voo, sem considerar os quase 2000 metros de pista que ainda teria à frente.

Quanto à não interrupção da decolagem com a aeronave ainda na pista, considerando-se que não dispunha de gravadores de voo, a investigação será fundamentada em hipóteses que serão relatadas a seguir:

- a primeira seria a não observação ou, ainda, a não comunicação das possíveis variações dos parâmetros do motor, por parte do co-piloto durante a corrida de decolagem. Tal possibilidade é remota, considerando a sua experiência de voo na aeronave - 1400 horas - e a sua manutenção na atividade aérea de maneira adequada, com boa frequência de voo nos últimos 30 dias - 50 horas - o que também, a priori, não é uma marca que possa significar baixo desempenho por razões de fadiga ou stress.

A segunda hipótese refere-se a um somatório de circunstâncias que pode explicar o ocorrido. Pode ter havido demora do co-piloto em identificar a gravidade da situação do motor, pelo não reconhecimento rápido das flutuações dos parâmetros do mesmo.

Após identificar a gravidade da situação, pode ter havido a hesitação em comunicar as anormalidades observadas. Caso tenha ocorrido demora em anunciar a pane, a velocidade no momento poderia estar próxima à velocidade de decisão prevista pelo fabricante (98KT), induzindo o piloto em comando a decidir pela decolagem, sem contudo haver tal necessidade, considerando o que está previsto no Manual de Operações - seção 3 "Procedimento de Emergência" - o qual é claro quando afirma que, por ocasião de uma pane de decolagem, o piloto terá que decidir em abortá-la ou não, dependendo das

condições gerais da mesma - peso do avião, temperatura do ar altitude do aeródromo, características da área que tem pela frente etc. Afirma ainda que "a tentativa de efetuar uma decolagem com motor inoperante é manobra delicada, que se torna tanto mais crítica quanto mais próxima da VMC (Velocidade Mínima de Controle)".

Nesta aeronave e nesta situação, a VMC é de 84 kt. Alerta ainda no sentido de que a situação será menos crítica com velocidades inferiores a V2 ainda no 1º segmento, que seria, neste caso, 107Kt.

Verificando os dados disponíveis - peso da aeronave (5545 Kg), temperatura (28º), altitude de aeródromo (33Ft) e comprimento de pista (300lm), deduz-se que tais condições eram favoráveis à permanência da aeronave no solo, uma vez que pelo gráfico de "aceleração e parada", constante na página 25 do suplemento 9 (Revisão 4 de 18 Maio 82), a aeronave percorreria, aproximadamente, 1000m entre a soltura dos freios, aceleração até a Vr, reconhecimento da pane nesta velocidade e a sua parada total, sobrando em conseqüência, em torno de 2000m da pista.

Tais dados de performance não foram avaliados na fase de planejamento do vôo por parte da tripulação o que, aliada à falta de treinamento adequado, ao gerenciamento de cabine em situação estressante, à decolagem realizada no período noturno - quando a avaliação de distâncias e de profundidade se alteram - provavelmente fez com que a opção fosse no sentido de decolagem, em uma situação tal que, a julgar pela trajetória não retilínea da aeronave desde a decolagem até o impacto final, a velocidade permaneceu na VMC ou aquém da mesma.

Este aspecto, da mesma forma que os já citados, relaciona-se com o Fator Humano, na área psicológica, a nível de variáveis organizacionais.

Poderia ainda ser citada mais uma hipótese, não de todo inverossímil, ditada pelas características já estereotipadas especificamente para esta aeronave.

Durante a fase de coleta de dados e evidências, ficou esclarecido que esta aeronave voava em cruzeiro com tendência ao vôo descoordenado e que tal tendência era equacionada, colocando-se o compensador do leme para a direita, antes mesmo da decolagem.

Q

Porém, para que seja acolhida tal hipótese, seria de se esperar a completa inação da tripulação ao sentir a falha do motor direito, ficando então, mantida a compensação antes de iniciada a decolagem.

#### **COORDENAÇÃO DE CABINE**

Segundo testemunhas, o comandante não se posicionou na cabine de pilotagem, porém próximo à ela. Durante a ação inicial foram recuperadas as duas fivelas de fixação dos cintos e suspensórios dos tripulantes, sendo evidenciado que uma delas se encontrava com seu mecanismo liberado e sem vestígios de deformação.

Embora não se disponha de CVR, pelos indícios, existe a possibilidade de ter-se tentado uma troca de posição entre um dos tripulantes de cabine e o comandante.

#### **MANUTENÇÃO**

Como fator contribuinte, a manutenção exibiu matizes de elevada contribuição para o acidente, e que, após análise, veremos que poderiam ser de pleno evitadas.

Verificou-se que, segundo testemunhas, a aeronave apresentou falhas no motor direito ainda durante a corrida de decolagem.

O processo de falha do motor direito iniciou-se na seção geradora de gases, mais especificamente nos aerofólios do conjunto estator (CT Vane Ring Assy). Todos eles apresentaram fraturas no bordo de fuga associado a vários níveis de trincas, desfolhamento do revestimento e fusão do metal base.

Tais fraturas ocorreram pelos seguintes motivos:

1 - Operação com elevadas temperaturas: tal condição foi provocada por deficiências (perdas) no conjunto de sensores e barras coletivas da BUS BAR. A perda dos suportes e espaçadores da BUS BAR permitia a formação de "junta-fria" no circuito dos termopares, provocando uma indicação de temperatura TIT menor que a real, ocasionando uma operação mais quente deste motor.

2 - Redução da espessura das partes côncavas dos aerofólios: causadas por um deslocamento dos moldes internos, durante a fundição da peça, em direção ao intradorso do aerofólio, tornando mais fina a parede côncava e, simultaneamente, mais espessa a parede convexa.

3 - Superaquecimento localizado nas vanes: provocado por obstrução dos quatro orifícios de refrigeração destas vanes. Estas obstruções foram provocadas por depósito de materiais estranhos,

constituído por partículas de vidro cuja origem foi identificada como advinda da fusão dos isoladores da BUSBAR que, perdendo o seu isolante, veio a fundir-se, tapando os orifícios de refrigeração das vanes.

A turbina de potência também apresentou severas falhas, ditadas pela quebra das suas palhetas. Tais palhetas sofreram fraturas por sobrecarga em diversas alturas dos aerofólios, provocadas por impacto. Entretanto, os danos apresentados pelo estator desta turbina foram considerados secundários.

Com relação ainda à manutenção, uma citação importante referente à "BUS BAR Assembly" é que é fato comum quando da abertura dos motores para realização do HSI, encontrarem-se luvas de isolamento faltando ou em processo de desprendimento. Consequentemente, torna-se quase que obrigatória a troca da "BUS BAR ASSEMBLY" a cada inspeção da seção quente. Há, também, ocorrências de aberturas prematuras do motor, provocadas por mau funcionamento deste conjunto. A CIAA concluiu que esta condição pode ser decorrente de deficiências no processo de reparo realizado no conjunto.

A falta de isolação da BUS BAR foi encontrada nas 3 (três) HSI realizadas anteriormente no motor direito do PT-SCU.

Também nestas três inspeções realizadas constatou-se rachaduras na parte interna do conjunto estator da CTVR ("compressor turbina vane ring") e ainda, em duas delas apenas o executor dos serviços assinou a ficha de inspeção, faltando a assinatura do Inspetor. Na segunda inspeção não há sequer a assinatura de ninguém.

O "Maintenance Manual" determina que, nos aerofólios de uma CTVR, quando a perda de material atinge 0.125", o jogo completo das blades da turbina de gases deve ser condenado. Assim é realizado nas aeronaves pertencentes ao Ministério da Aeronáutica e causa bastante surpresa que a CTVR do motor direito do PT-SCU tenha ultrapassado as três inspeções HSI, somando um total de 3.750 horas, e tenha ainda sido liberada para mais 1250 horas de serviço, principalmente considerando-se as condições inóspitas de operação, aliado ao fato desse motor estar operando com temperaturas superiores às indicadas aos tripulantes, pelo motivo da falta de isolamento da BUS BAR.

As discrepâncias observadas nas três HSI, com relação à rachaduras das CTVR, não foram acompanhadas e controladas pelo

R

inspetor, o qual poderia ter interrompido a cadeia de eventos que culminaram nesta ocorrência.

Mostra-se, portanto, como relevante fator contribuinte a elevada tolerância da manutenção da Empresa com relação às rachaduras do CTVR observadas nas três HSI anteriores, somadas às deficiências de isolamento das BUS BAR, que, provocando entupimento dos orifícios de refrigeração das vanes culminaram com os danos nos aerofólios do conjunto estator da CTVR, e vindo a resultar na irreversibilidade do colapso do motor direito, durante a fatídica decolagem do dia 11 Nov 91.

Por fim, projetando o ocorrido sobre um fundo ligado aos fatores humanos, percebe-se que não havia um clima psicológico na tripulação, que refletisse absoluta segurança, em caso de quaisquer emergências reais, já referidos sob a análise do deficiente treinamento das tripulações.

Sabe-se que o treinamento, além de uma preparação técnica para o voo, é também uma preparação psicológica para o imprevisto: o acidente ou o incidente, ou seja, todas as situações que projetam o homem à proximidade da morte. Ele representa um papel considerável na manutenção da ansiedade (decorrente da percepção da emergência) dentro dos limites que não comprometam o desempenho do piloto, o que possibilita estar disponível a reagir imediata e adequadamente aos estímulos.

A ausência de treinamento para situações de emergência, além de aumentar o nível de ansiedade dos pilotos e tripulantes, também implica num aumento considerável do tempo de reação desta equipagem. Desta forma, os procedimentos padronizados e específicos para a situação crítica não são feitos em tempo útil ou de maneira correta.

Com relação a este acidente, verificou-se que:

- Dentro da seqüência de eventos que caracterizaram o acidente, a pane do motor se deu numa condição que permitiria ao piloto abortar a decolagem ou ainda, se próximo à rotação, permitir o voo monomotor sob controle, apesar da resultante de guinada para a direita. Entretanto, verificou-se que o piloto não conseguiu lograr êxito.

- Verificou-se ainda que a Organização não possuía atividades educativas e promocionais que assegurassem a gerência e a supervisão

de uma correta doutrina de Segurança de Vôo.

- Os pilotos que operavam a aeronave no acidente não faziam treinamento regulares de situações de emergência em simulador, muito menos o INSPAC.

A partir do exposto, pode-se supor que os pilotos não estavam preparados para responder efetiva e rapidamente à situação de emergência.

Assim, sob o enfoque do Fator Humano, pode-se apontar como fatores contribuintes para o acidente a demora da decisão dos pilotos em adotar atitudes adequadas face à situação emergencial apresentada, motivada por falta de treinamento em situações desta natureza e ainda uma completa ausência de atividades de prevenção de acidentes por parte da empresa.

## V - CONCLUSÃO

### 1. Fatos

- a. O PT-SCU decolou de Recife no dia 11 Nov 91 com destino a Salvador e escalas em Maceió e Aracaju.
- b. A aeronave era tripulada por um chegador do DAC no assento da esquerda e o co-piloto no da direita.
- c. O peso total de decolagem era 5.545Kg e o gráfico de balanceamento estava dentro dos parâmetros aceitáveis.
- d. Houve pane no motor direito na corrida de decolagem.
- e. A aeronave prosseguiu na decolagem, manteve o vôo a aproximadamente 30 metros de altura, guinando para a direita.
- f. Trinta segundos após a decolagem, a aeronave colidiu em duas residências e caiu em uma praça pública.
- g. Após a queda houve explosão e fogo da aeronave e todos os ocupantes faleceram.
- h. Nos destroços foram encontrados evidências que sinalizavam o compensador do leme direcional comandado para o lado esquerdo, posição esta incompatível para a continuidade do vôo monomotor.

- i. As tripulações não tinham treinamento, em simulador, do tipo da emergência que no dia do acidente experimentaram.
- j. Faleceram ainda um menino que se encontrava brincando na praça e, no dia seguinte, outra pessoa que se encontrava em uma das casas atingidas.

## 2. Fatores contribuintes

### a. Fator Humano

- (1). Aspecto Fisiológico - Não contribuiu
- (2). Aspecto Psicológico - Contribuiu a nível individual e organizacional

A nível individual - a demora de decisão dos pilotos, quanto aos procedimentos adequados para aquela situação de emergência.

A nível organizacional - falta de treinamento adequado para situação de emergência, e ausência de atividades de prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

### b. Fator Material

- (1). Deficiência de projeto

O conjunto "T5 Bus Bar Assembly", especificamente o sistema de fixação e isolamento da "Bus Bar", mostrou-se deficiente. O desprendimento de suas luvas de isolamento teve a conseqüência dupla de causar indicação errônea de TIT e entupimento dos furos de refrigeração das "vanes". Agravado pelo aspecto manutenção, foi um dos fatores contribuintes para a falha do motor.

- (2). Deficiência de fabricação

Houve deficiência no processo de fundição do conjunto estator da turbina do compressor (CT Vane Ring), gerando alhetas com espessuras de parede diferentes daquelas previstas em projeto.

### c. Fator Operacional

#### (1). Deficiente Aplicação dos Comandos

Este fator contribuinte não está plenamente caracterizado, devido inexistência de gravadores de vôo, que pudessem confirmar sua participação.

Pode ser classificado como o mais significativo elo da cadeia de eventos considerando a possibilidade do piloto em comando ter, nos momentos subseqüentes à falha, compensado o leme para o lado contrário ao que deveria, tornando impossível a continuidade do vôo.

#### (2). Deficiente manutenção

Devido a notoriedade dos fatos e indícios levantados na presente investigação, não há como desconsiderar o óbvio. Houve falha de manutenção da Nordeste por ocasião das HSI (Hot Section Inspection), quando não foram observados os limites de rachaduras da "CT Vane Ring".

#### (3). Deficiente Instrução

A empresa não satisfazia os requisitos mínimos necessários para que os tripulantes operassem a aeronave de maneira ideal em situações de emergência, conforme objetivo o RBHA 135.

#### (4). Deficiente Supervisão

(a). Empresa - A empresa não cumpria normas preconizadas na aviação, no sentido de haver uma inspeção independente da execução dos serviços de manutenção realizados. Este aspecto não foi possível de ser caracterizado como contribuinte, porém está presente e não pode ser descartado.

(b). Órgão Fiscalizador - DAC - O órgão fiscalizador não executou sua ação de supervisão em tempo hábil, na medida em que a empresa estava aquém do estabelecido pelo próprio órgão, e tipificado no RBHA 135.

(5). Deficiente Julgamento

A decolagem poderia e deveria ter sido abortada e tal procedimento não foi levado a cabo pelo piloto em comando, o que permitiu que a aeronave voasse em velocidades fora do envelope preconizado pelo fabricante e pelo Órgão homologador.

(6). Influência do Meio Ambiente

A decolagem foi realizada já no período noturno e, considerando as particularidades desta situação, houve a possibilidade do meio ter influenciado negativamente no julgamento do piloto, ao optar pelo prosseguimento da decolagem.

## VI. RECOMENDAÇÕES

### 1. A Nordeste Linhas Aéreas:

#### a. Divisão de Manutenção

(RS 026/94)

Deverá baixar diretrizes no sentido de cumprir rigorosamente o estabelecido na legislação pertinente, devendo atender prioritariamente aspectos que se relacionem com a segurança de voo. Não foi respeitado o estabelecimento nas letras "b" e "c" do item 429 e letra "a" do item 431 do RBHA 135.

#### b. Divisão de Operações

(RS 027/94)

(1). Deverá alertar seus comandantes, embora o INSPAC esteja legalmente habilitado a operar a aeronave, a não se ausentarem da cabine de comando, principalmente em pousos e decolagens.

(RS 028/94)

(2). Deverá proporcionar treinamento em simulador de voo a seus tripulantes, com especial ênfase para situações de emergência

(RS 029/94)

- (3). Deverá ainda, como medida doutrinária, ressaltar a importância do restabelecimento do brifim de decolagem, tanto para os procedimentos normais como para as emergências.

## 2. A Pratt & Whitney Canadá

(RS 030/94)

- a. Deverá estudar a viabilidade de propor aos operadores do motor PT6A-34 e similares, modificação, ou troca, do "T5 Bus Assembly" P/N 3027629, de forma que este venha a ter o mesmo desempenho em serviço e a mesma vida útil do sistema utilizado nos motores PT6A-42 E PT-6T-3, de sua fabricação.

(RS 031/94)

- b. Deverá ainda tomar medidas junto aos fornecedores de CTVR (Compressor Turbine Vane Ring), no sentido de garantir um melhor padrão de qualidade no processo de fundição de seus componentes.

## 3. Ao Departamento de Aviação Civil:

- a. SOP

(RS 032/94)

A DIPAA deverá divulgar a todos os operadores deste tipo de aeronave, os assuntos relativos ao fator operacional que tiveram relevância nesta ocorrência.

- b. STE

(RS 033/94)

- (1). Deverá estabelecer um plano de metas, definindo claramente os prazos para que a empresa passe a cumprir

Q

os requisitos mínimos de segurança, referentes a Treinamento e Manutenção e que tiveram participação neste acidente, todos previstos no RBHA 135.

(RS 034/94)

- (2). Deverá alterar a letra (a) do item 335 do RBHA 135, tornando compulsório às empresas pertinentes proverem ao seus tripulantes o treinamento em simulador de vôo, desde que tais recursos estejam disponíveis no mercado.

(RS 035/94)

- (3). Deverá atualizar a IAC pertinente, tornado compulsória a presença do comandante-instrutor na cabine de pilotagem, por ocasião do vôo de treinamento do INSPAC, principalmente nas aproximações, pousos e decolagens, alinhando-se, desta forma, aos modernos conceitos de gerenciamento de cabine.

(RS 036/94)

- (4). Deverá recomendar aos operadores e oficinas de manutenção que, durante o HSI, seja verificada a existência e integridade das luvas de isolamento da "Bus-Bar". Caso se constate perda de material isolante, deverá ser executada uma etapa adicional de serviço para a inspeção dos orifícios de entrada de ar de refrigeração das aletas estatoras da turbina do compressor, quanto à presença de material estranho bloqueando a passagem de ar. Tal procedimento deverá incluir uma etapa de limpeza (ar comprimido ou similar), de modo a garantir que não só os orifícios de entrada, mas também as fendas de passagem de ar interior das alertas estejam desobstruídas.

(RS 037/94)

- (5). Deverá tornar obrigatória a realização de inspeção boroscópica da seção quente, em conjunto com teste de continuidade e isolamento do sistema de T5, a cada

remoção dos bicos injetores, para operadores que não demonstrarem grau de excelência na práticas de manutenção empregadas, especialmente no Transporte Aéreo Regional.

(RS 038/94)

(6). As ações descritas nos dois parágrafos anteriores, deverão ser estendidas a todos os motores da PWC que utilizem o sistema de fixação das barras coletoras ("Bus Bar"), de concepção semelhante ou igual à do sistema utilizado no motor PT6A-34 e que utilizem vanes refrigeradas.

4. A Diretoria de Material da Aeronáutica - DIRMA:

(RS 039/94)

Deverá, através do PAMA AF, avaliar a aplicabilidade no disposto no item 3,b,(4), (5) e (6) de VI. RECOMENDAÇÕES, como forma de estender as medidas preventivas aplicadas ao DAC no âmbito da Força Aérea Brasileira.

Em, 12/07/94.

*Ananias Pereira da Cunha Neto*  
ANANIAS PEREIRA DA CUNHA NETO - Cel Av  
Chefe do CENIPA

APROVO O CUMPRIMENTO DAS RECOMENDAÇÕES  
DE SEGURANÇA:

*Maj Brig do Ar Osiris Castilho*  
Por Del Ten Brig do Ar - LINO PEREIRA  
Chefe do EMAer

Maj Brig do Ar - OSIRIS CASTILHO

AJ/ABS

1557