



CENIPA

# COMANDO DA AERONÁUTICA ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA

CENIPA 04

Sistema de Investigação e Prevenção  
de Acidentes Aeronáuticos

## RELATÓRIO FINAL

<b>AERONAVE</b>	<b>Modelo:</b> EMB -145ER <b>Matrícula:</b> PT-SPE	<b>OPERADOR:</b> Rio Sul linhas Aéreas
<b>ACIDENTE</b>	<b>Data/hora:</b> 28 DEZ 1998 - 08:47P <b>Local:</b> Aeroporto Afonso Pena (SBCT) <b>Município, UF:</b> Curitiba, PR	<b>TIPO:</b> Pouso Brusco

*O único objetivo das investigações realizadas pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) é a prevenção de futuros acidentes ou incidentes aeronáuticos. O propósito dessa atividade não é determinar culpa ou responsabilidade, princípio este contido no art. 3.1 do Anexo 13 da Organização de Aviação Civil Internacional - OACI, da qual o Brasil é país signatário. Recomenda-se o uso deste Relatório Final para fins exclusivos da prevenção de acidentes aeronáuticos.*

### I. HISTÓRICO DO ACIDENTE

A aeronave realizava o vôo SL 310, do Rio de Janeiro (SBRJ) para Curitiba (SBCT) e escala em Campinas (SBKP), transportando 36 passageiros e 04 tripulantes.

O aeródromo de Curitiba operava sob condições IFR, com teto de aproximadamente 300 ft. A aeronave foi vetorada para interceptar a aproximação final do procedimento CHARLIE UNO da pista 15.

Ao realizar o pouso, às 08:47P, houve o toque brusco com o solo, que ocasionou danos estruturais extensos na aeronave.

Avisados pela Torre de Controle, os tripulantes ingressaram na pista de táxi INDIA, efetuaram a parada total da aeronave e procederam a evacuação de emergência.

### II. DANOS CAUSADOS

#### 1. Pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
llesos	04	36	

## 2. Materiais

### a. À aeronave

A aeronave sofreu danos graves. Houve deformação na parte superior e enrugamento da parte inferior traseira do terceiro estágio da fuselagem, deformação na longarina do trem de pouso esquerdo e flambagem nos primeiro e segundo estágios da fuselagem.

### b. A terceiros

Não houve.

## III. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

### 1. Informações sobre o pessoal envolvido

#### a. Horas de voo

CMTE (PNF)

CMTE (PF)

(Cadeira

esq.)

(Cadeira dir.)

Totais.....

5.200:00

4.700:00

Totais nos últimos 30 dias.....

DESC

DESC

Totais nas últimas 24 horas.....

02:00

02:00

Neste tipo de aeronave.....

100:00

800:00

Neste tipo nos últimos 30 dias.....

DESC

DESC

Neste tipo nas últimas 24 horas.....

02:00

02:00

Obs: **PF** (Pilot Flying) é o piloto que está efetivamente atuando nos comandos da aeronave, independentemente da posição que ocupa dentro da mesma (cadeira direita ou esquerda) e da sua qualificação operacional.

**PNF** (Pilot Not Flying) é o piloto que não está efetivamente atuando nos comandos da aeronave.

#### b. Formação

O PF é formado pelo Aeroclube de Bragança Paulista, desde 1988.

O PNF é formado pelo Aeroclube de Catanduva, desde 1986.

#### c. Validade e categoria das licenças e certificados

Os pilotos possuíam licença categoria Piloto de Linha Aérea e estavam com os seus Certificados de Capacidade Física e IFR válidos.

#### d. Qualificação e experiência de voo para o tipo de missão realizada

A tripulação era qualificada para a missão e possuía experiência de voo na rota e no aeródromo.

#### e. Validade da inspeção de saúde

A tripulação estava com seus Certificados de Capacidade Física válidos.

### 2. Informações sobre a aeronave

A aeronave, modelo EMB-145 ER, número de série 145032, foi fabricada pela EMBRAER, em 1997. Estava com os certificados de matrícula e aeronavegabilidade válidos.

Sua última inspeção foi do tipo 400 h realizada pela Rio-Sul, em 21 DEZ 1998, tendo voado 38:00 h após esta inspeção. Sua última revisão geral foi do tipo 5AE(2000 ciclos), também realizada na Rio-Sul, em 02 OUT 1998, tendo feito 619 ciclos após esta revisão.

Os serviços de manutenção foram considerados adequados e periódicos.

### 3. Exames, testes e pesquisas

#### (1) Análise dos danos na estrutura da aeronave

Com o objetivo de avaliar a velocidade vertical mínima e os correspondentes carregamentos e fatores de carga que ocorreram durante o momento do pouso da aeronave, foi elaborado pela EMBRAER o relatório técnico 145-MS-396. Tal relatório foi analisado pela Comissão e considerado aceito pelo IFI/ CTA, por utilizar a mesma metodologia empregada na homologação original deste modelo de aeronave.

O relatório em questão, referente à falha por cisalhamento sofrida pela longarina III da asa esquerda, foi desenvolvido com o objetivo de determinar as condições do pouso. Todos os cálculos foram feitos usando a mesma metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto e certificação da aeronave.

Foram realizadas duas análises diferentes:

- a análise estática, que considera a aeronave como um corpo rígido; e
- a análise dinâmica, que considera a resposta dinâmica da aeronave.

Em ambas as análises o comportamento dinâmico do trem de pouso foi considerado.

O relatório apresenta dados comparativos entre as cargas finais de projeto (150% da carga limite) e as cargas na fuselagem e na asa obtidas das análises estática e dinâmica.

Não foi considerada nas análises realizadas a absorção de energia devido à deformação e falha da estrutura. Desta forma, os valores de velocidade vertical obtidos são valores mínimos.

Das análises estática e dinâmica foi obtida uma velocidade vertical mínima de aproximadamente 17 ft/s para causar os danos observados na estrutura da aeronave. Este valor é 70% acima do limite de projeto, conforme requerido pela seção 25.473, do RBHA 25, que estabelece, como condição limite, uma velocidade vertical de 10 ft/s para um pouso com peso máximo de aterrissagem.

Cabe observar que o valor obtido na análise dos valores registrados pelo FDR foi de uma velocidade vertical, no momento do pouso, de aproximadamente 30 ft/s.

## (2) Análise das características aerodinâmicas

Foi realizada pela EMBRAER análise aerodinâmica com a finalidade de avaliar, segundo os dados obtidos da leitura do FDR, as características aerodinâmicas da aeronave, visando determinar se houve algum comportamento aerodinâmico anormal imediatamente antes do pouso.

O relatório técnico 145-EAD-VA99-01 traz os resultados deste trabalho, no qual foram apresentados os dados obtidos em uma simulação computadorizada dos últimos 50 segundos de voo, até o toque.

De acordo com a análise, nada de anormal ocorreu até o toque, ou seja, não há indícios de que as características aerodinâmicas da aeronave estivessem alteradas ou degradadas antes do impacto com o solo.

## (3) Unidade de Aquisição de Dados de Voo (FDAU)

A aeronave utilizava duas FDAU: a unidade traseira P/N 7013348-916, número de série 96120641; e a unidade dianteira P/N 7013348-916, número de série 97070819.

Foi observado que o valor de aceleração vertical (Nz) apresentado pelo FDR no momento do toque da aeronave com o solo, não representava, a princípio, o valor verdadeiro atingido.

Pela análise inicial feita pela EMBRAER, constatou-se que a frequência de leitura do referido parâmetro não estava de acordo com o requerido pelo apêndice B, do RBHA 121, sendo registrado pelo FDR duas leituras por segundo ao invés de oito leituras por segundo.

Posteriormente, verificou-se que o problema se estendia para mais quatro outros parâmetros ("displayed pitch", "lateral acceleration", "longitudinal acceleration" e "control column 1/2"), que estavam sendo registrados à frequência de 2 leituras por segundo ao invés de 4 leituras por segundo.

## (4) Sistema de Alarme de Aproximação do Solo (GPWS)

A aeronave utilizava um GPWS P/N 965-0676-023 mod. 2, número de série 3824.

Baseado nos dados obtidos do FDR e de acordo com os gráficos de acionamento dos alarmes do sistema, o equipamento em questão funcionou de acordo com os padrões da TSO C92b.

## (5) Piloto automático

O sistema do piloto automático utiliza o modelo Honeywell Primus 1000 (P-1000), consistindo do módulo IC-600, servo-mecânicos, três mostradores, Sistema de Referência de Atitude e Proa (AHRS), rádios, Computadores de Dados Atmosféricos (ADC) e rádio-altímetros.

Antes da ocorrência deste acidente, havia sido observado que o sistema de controle automático de voo não possuía monitoramento de "pitch trim". Frente a isso, foi emitida a Diretriz de Aeronavegabilidade de Emergência (DAE) 98-12-01, com data de efetividade de 21 dez. 98, que requer a instalação de placares no painel pala da cabine de pilotagem, limitando o uso do piloto automático abaixo de 1.500 ft AGL. A aeronave, durante o voo do acidente, já cumpria a DAE 98-12-01.

Posteriormente, foi emitido o Boletim de Serviço EMBRAER 145-31-0010, aprovado pelo IFI/CTA, em 17 de março de 1999, eliminando a restrição operacional

estabelecida pela DAE 98-12-01, ao ser efetuada a substituição do IC-600 de P/N 7017000-82402 pelo de P/N 7017000-82422.

#### (6) Trens de pouso

Os trens principais e de nariz foram retirados a pedido da Comissão para que fossem feitas inspeções quanto aos danos sofridos no evento.

Foi apresentado o relatório CEPAA-007/99, que contém o resultado da constatação visual de danos aos componentes.

O trem de pouso auxiliar e o trem de pouso principal direito foram parcialmente desmontados, não se identificando nada de anormal.

O trem de pouso principal esquerdo foi totalmente desmontado. Os eixos de fixação do amortecedor superior (P/N 2309-2050-001) e inferior (P/N 2309-2050-001) e o eixo do amortecedor (P/N 2309-2029-001) demonstraram deformação visível e sensível ao tato.

A estrutura do trem (P/N 2309-2015-001) mostrava marcas de impacto em sua parte superior esquerda. O "cardan" (P/N 2309-2041-001) apresentava ovalização no sentido transversal da força vertical aplicada ao trem. O restritor do amortecedor (P/N 2302-2059-001) demonstrava esmagamento. O corpo do cilindro (P/N 2309-2056-001) possuía marcas de ter sido atingido o batente mecânico.

#### 4. Informações meteorológicas

A direção e a velocidade do vento, no momento do acidente, eram de 060/04kt, com característica de contínuo, visibilidade acima de 10 km e névoa úmida. Havia uma cobertura de 3 a 4/8 de nuvens com base à 300ft.

Foi realizado um levantamento meteorológico a respeito das condições reinantes no momento do acidente, não tendo sido evidenciados sinais de ocorrência de fenômenos meteorológicos nas proximidades do aeródromo, nos momentos que antecederam o pouso da aeronave.

#### 5. Navegação

Não aplicável.

#### 6. Comunicação

Não aplicável.

#### 7. Informações sobre o aeródromo

O aeródromo Afonso Pena (SBCT) possui pista compatível com o tipo de aeronave, com dimensões de 2.215 x 45 m e elevação de 911 m.

O piso é asfaltado de superfície seca e regular, não causando dificuldades para pouso, decolagem ou taxiamento.

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

Não aplicável.

#### 9. Dados sobre o fogo

Durante a evacuação de emergência, foi ativado o alarme de fogo na unidade auxiliar de potência (APU), localizada na parte traseira da aeronave. A tripulação

realizou o procedimento previsto no *check-list* de “APU fire”, obtendo sucesso, apesar da penetração de alguma fumaça no interior da cabine de passageiros.

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

Nada a relatar.

#### 11. Gravadores de Vôo

A aeronave estava equipada com um gravador de voz de cabine – CVR (*Cockpit Voice Recorder*) e um gravador de dados de vôo – FDR (*Flight Data Recorder*). Ambos foram localizados em suas posições originais de instalação, na parte traseira da aeronave, sem nenhum indício de danos nas suas caixas de proteção (“cases”).

Um resumo dos eventos mais importantes ocorridos nos últimos 65seg de vôo, obtidos da análise do FDR, é apresentado a seguir:

1. Sessenta e dois segundos antes do toque, a aeronave se encontrava estabilizada na rampa do *glide slope*, a 800 ft de rádio-altímetro, com as asas niveladas e flaps 45°. A velocidade era de 125KIAS (“airspeed”) e N1 de 61% e 62% respectivamente para os motores esquerdo e direito;
2. A aeronave foi mantida estabilizada na rampa do *glide slope* durante os 23seg seguintes, quando alcançou 570ft de rádio-altímetro. A razão de descida barométrica era de aproximadamente 680ft/min;
3. Trinta e sete segundos antes do toque, as manetes dos motores foram posicionadas à frente. Os motores aceleraram para N1=75% em 4,8 seg, permanecendo naquele ajuste por 5,4 seg e depois reduzidas para N1=65% em 5,2 Seg;
4. Tão logo as manetes dos motores foram avançadas à frente, a aeronave começou um desvio do *glide slope*, posicionando-se alta na rampa. A razão de descida barométrica foi reduzida para aproximadamente 330ft/min;
5. Doze segundos antes do toque, a aeronave estava a 260 ft de rádio-altímetro, 123KIAS e a 4,5 pontos acima da rampa do “*glide slope*”. Ambos os motores foram reduzidos para “flight idle”, permanecendo nesta posição por 5 seg. A velocidade diminuiu para 117KIAS e a razão de descida aumentou para aproximadamente 1.200Ft/s;
6. Três segundos antes do toque, as manetes foram avançadas para N1=60%, e a aeronave tocou ao solo com uma razão aproximada de 1.800ft/mim.

#### 12. Aspectos operacionais

Após ser admitido na Rio-Sul, o PF, que ocupava a cadeira da esquerda, operou somente aeronaves turboélice por um período de aproximadamente 2 anos. A transição para a aeronave EMB-145 estava sendo feita durante os vôos de obtenção de experiência operacional em rota. A Empresa não proporcionou um curso genérico para familiarização em aeronaves à reação, nem o treinamento no simulador da aeronave EMB-145.

O Programa de Treinamento do operador não previa, à época deste acidente, nenhuma instrução formal prática, para qualificação como instrutor na companhia.

De acordo com o CVR, o PF demonstrou estar bem à vontade e o ambiente na cabine, entre os tripulantes, estava bem descontraído durante o vôo.

À medida que o procedimento de descida estava sendo realizado, o PF, que voava a aeronave sem auxílio do piloto automático, se concentrava nos instrumentos e aguardava o aviso do PNF de “runway in sight”.

Momentos antes do toque da aeronave, o PF aumentou o ângulo de ataque para aproximadamente 13° de “pitch” elevado e reduziu totalmente a potência dos motores mantendo uma razão de afundamento acentuada.

O PF foi avisado, pelo PNF, de que deveria corrigir a velocidade e a razão de afundamento. Ao considerar que o PF iria efetuar as correções adequadamente, o PNF concentrou-se mais em visualizar a pista e alertá-lo sobre os parâmetros de velocidade e razão de afundamento.

O PNF, ainda considerando que o PF estivesse com o controle da aeronave, não interferiu nos comandos, mesmo com a aeronave fora do envelope para pouso em condições de segurança.

Nestas condições, o alerta do GPWS foi acionado (*sink rate, pull up*). Devido à proximidade com o solo, o PNF optou por manter a configuração da aeronave (potência reduzida, alta razão de descida de 1.800 ft/min., 13° de “pitch” a cabrar e velocidade aproximadamente 9Kt abaixo da  $V_{Ref}$ ). O PF ainda aplicou um pequeno aumento de potência, porém insuficiente para modificar a trajetória da aeronave.

O Setor de Operações da empresa, durante a instrução do “Ground School” e a instrução do vôo local, não alertou o grupo de pilotos do EMB-145 sobre as conseqüências de se efetuar um toque mantendo-se uma razão de descida acima de 600 ft/min.

### 13. Aspectos humanos

#### a. Fisiológico

Não foi observada carga de trabalho excessiva que pudesse comprometer o desempenho dos pilotos do ponto de vista fisiológico.

#### b. Psicológico

Os pilotos estavam descansados e em boas condições psicológicas para a realização do vôo em rota. O PNF tinha um ano na função de instrutor e o comandante (PF) havia entrado em instrução para comando a cerca de dois meses.

O vôo transcorreu próximo do esperado, até atingir 300 ft, quando o PNF avistou a pista e passou a informação ao PF. Após a redução da manete para correção da rampa de aproximação, o afundamento acentuado da aeronave, na percepção de ambos, foi considerado como “nada de exagerado, só ligeiramente acima” (sic), mas que de alguma maneira exigiu um alerta do instrutor expresso pela frase: “olha a razão”. Perguntando por que não exigiu uma correção maior, o instrutor disse que também achou que a medida corretiva seria suficiente, mas “que se arrepende de não ter metido a mão”.

Conforme a gravação do CVR, havia desatenção no ambiente da cabine de comando, motivada pela tranqüilidade do vôo e pela amizade entre os pilotos. Apesar de demonstrar uma situação tranqüila, o nível de alerta situacional estava sendo afetado pelo ambiente descontraído. Os requisitos de gerenciamento, os princípios básicos do CRM e alguns procedimentos padrões de instrução não foram observados durante o vôo.

O pouso, na situação descrita, incluiu um engano perceptual de julgamento. É provável que o processo de formação e instrução tenha reduzido esta percepção, em

virtude de não terem sido aprofundadas as dificuldades de adaptação dos pilotos convencionais para o jato, onde uma preocupação constante de gerenciamento do voo se faz necessária, principalmente devido à rápida temporalidade das ações. Gerenciar o voo, aplicar o aprendido, controlar a aeronave e colocá-la no chão, é bem mais que descrever academicamente a aeronave e o voo.

#### 14. Aspectos ergonômicos

Nada a relatar.

#### 15. Informações adicionais

Nada a relatar.

### IV. ANÁLISE

Não existe indícios de que o fator material tenha contribuído para este acidente. Foram verificados os registros de manutenção da inspeção de célula de 5AE e nada foi encontrado de discrepante. Foram verificados, também, os registros de manutenção do livro de bordo da aeronave, desde o início da operação até a data do acidente, e nada de significativo foi constatado.

O peso máximo de pouso do EMB-145ER é de 18.700 kg, sendo que, no momento do pouso, a aeronave estava com peso de 17.304 kg, indicando que este encontrava-se dentro dos limites.

Quanto aos fatores humano e operacional, ocorreram falhas que contribuíram para a cadeia de eventos, ocasionando o acidente.

Dos fatos constatados, verificou-se que a etapa do Rio de Janeiro a Campinas foi realizada sem qualquer dado significativo, dentro da normalidade e planejamento previstos. O piloto em aquisição de experiência operacional em rota, ocupava o assento da esquerda e executou esse e o trecho seguinte como Pilot Flying (PF).

A aeronave decolou de SBKP às 08:08 P, ascendendo para o FL 240. De acordo com informações obtidas do CVR, verificou-se que não houve anormalidades até a fase de aproximação final, tendo sido registradas comunicações claras e apropriadas ao desenvolvimento do voo, bem como fáceis e cordiais entre todos os tripulantes.

Segundo os tripulantes, a interceptação da aproximação final foi realizada utilizando-se o modo de captura (APR) do Piloto Automático (PA), para a função ILS. Ao estabilizar no ILS e quando próximo de 1.500 ft, foi efetuado o desacoplamento do PA, prosseguindo-se o voo sob operação manual do PF.

Logo após a passagem do marcador externo, o PNF realizou um “call out” de “speed”, em função da velocidade diminuir abaixo da Vref. de 123KIAS e aproximar de 120 KIAS. Foi tomada atitude de correção por parte do PF, o qual, em 02 segundos, acelerou para N1=75%, restabelecendo a velocidade, segundo dados do FDR.

Próximo de 300 ft de rádio-altímetro, o PNF realizou “call out” de “runway in sight”. O PF, segundo seu próprio julgamento, sentiu-se um pouco acima da rampa ideal para efetuar o toque na marca de 1.000 ft e efetuou então uma redução de potência para “power off”, estabelecendo uma atitude de “pitch down”, numa rápida picada.

Devido ao aumento da razão de descida, o PNF manifestou-se novamente, alertando verbalmente o PF para a situação. O PF tomou a atitude de avançar parcialmente as manetes de potência para a frente e diminuir a razão. Essa tentativa de

correção não foi suficiente para evitar um pouso brusco. A aeronave tocou a pista com razão de descida estimada de 1800 ft/min. O valor máximo certificado no momento do toque é de 600 ft/min.

O PF, quando nas correções de velocidade de razão de descida, tentou manter a velocidade (próxima da  $V_{Ref}$ ) sem fazer uso adequado da combinação potência x ângulo de ataque. Por sua vez, o PNF, quando alertou ao PF de que a velocidade estava baixa e que a razão de afundamento estava alta, não se apercebeu da deficiência do PF para a adequada correção. A potência dos motores não foi utilizada para diminuir a razão de afundamento e sim para tentar corrigir a velocidade. O fato é que a pouca potência utilizada em um espaço de tempo muito reduzido não diminuiu a razão de afundamento, agravado pela aeronave ter aumentado o “pitch” a cabrar.

Devido ao baixo alerta situacional, ocasionado pela descontração existente na cabine de comando, a tripulação não percebeu que o vôo da aeronave não se encontrava dentro dos padrões de segurança – aproximação não estabilizada.

É importante ressaltar, ainda, que aproximações estabilizadas tornam-se mais seguras do que alterar o perfil de vôo, na tentativa de se fazer um pouso mais curto. A combinação do uso dos comandos de vôo com o ajuste de potência, no caso de uma modificação de trajetória a baixa altura, reduz a margem de erro que o piloto possa cometer, exigindo, portanto, atenção e habilidade maiores.

Também não foi observado pelos pilotos o procedimento técnico-operacional previsto no Manual Operacional de Vôo (MOV), no que diz respeito ao aviso do GPWS. A tripulação não atentou que o aviso determinava uma condição insegura próxima ao toque.

Apesar do colapso da fuselagem traseira da aeronave, tal extensão de danos não foi imediatamente percebida, nem processada pelos pilotos, quer por indicações dos sistemas da aeronave, quer por comunicação da tripulação de cabine.

Essa percepção por parte dos pilotos foi afetada pela distribuição da desaceleração vertical (fator de carga) ao longo das estações da fuselagem da aeronave, a qual apresentou seus valores mais baixos, exatamente nas estações correspondentes à cabine de pilotagem e, valores mais elevados nas estações correspondentes à área fraturada e nas imediatamente posteriores.

Após a conclusão do pouso, o PNF fez um “speech” através do “Public Adress”, informando aos passageiros que permanecessem em seus assentos. Esta atitude evitou o pânico entre os passageiros.

A aeronave continuou taxiando pela pista principal. As comunicações entre os pilotos, registradas no CVR, demonstraram a preocupação desses em rapidamente avaliar alguns sistemas e o comportamento da aeronave. Eles procuravam por indícios de falha no controle direcional, por estouro de pneus, por falha do trem de pouso e sistema de freios. Nesse ponto, foi verificado o não comprometimento desses no desempenho do táxi em execução.

Durante a continuação do táxi, a Torre Curitiba informou aos pilotos que os bombeiros e a INFRAERO já haviam sido acionados. O PNF questionou e respondeu que a aeronave estava em condições normais, quando então o operador da Torre informou que a aeronave estava “partida da asa para trás”.

Imediatamente, já na Taxiway India, o comandante interrompeu o táxi da aeronave e iniciou os procedimentos para executar uma evacuação de emergência, informando à Torre sua intenção.

Durante a evacuação, ocorreu a ativação do alarme de fogo no APU por duas vezes. Após a primeira ativação, que durou 24 seg, foi executado o procedimento de *APU Fire* com o corte do mesmo. O procedimento obteve sucesso, com a extinção do fogo que se iniciava no APU, apesar da penetração de alguma fumaça no interior da cabine de passageiros,

A evacuação foi executada utilizando-se unicamente a porta principal da aeronave, conduzida pela comissária que se encontrava no posto dianteiro. A Segunda comissária, devido à localização de seu assento ficar na área afetada pelo abaixamento dessa estrutura (cauda), teve sua movimentação restringida, necessitando inclusive do auxílio de um passageiro para erguer-se de seu assento. Apesar do princípio de fogo no APU e da penetração de alguma fumaça na cabine de passageiros, a evacuação obteve sucesso, não tendo sido registrado nenhum dano à integridade física a qualquer das pessoas a bordo.

Os pilotos desenergizaram a aeronave e, após todos os passageiros e as comissárias terem desembarcado, abandonaram a aeronave.

## V. CONCLUSÃO

### 1. Fatos

- a. a aeronave realizava o voo SL310, do Rio de Janeiro para Curitiba, realizando escala em Campinas;
- b. a tripulação estava com seus certificados de habilitação técnica e capacidade física em dia;
- c. os serviços de manutenção foram considerados periódicos e adequados;
- d. a aeronave encontrava-se dentro do peso limite para pouso;
- e. o aeródromo de Curitiba operava em condições IFR, com teto de 300 ft;
- f. a aeronave recebeu vetoração radar para interceptar a aproximação final do procedimento Charlie Uno para a pista 15;
- g. a tripulação, durante a aproximação final, apresentava baixo nível de alerta situacional;
- h. quando na rampa do *glide slope* o PF desconectou o PA;
- i. o PNF acompanhava o voo, orientando o PF quanto à razão de descida e velocidade;
- j. a 330 ft, as manetes foram posicionadas para a frente, ocorrendo diminuição da razão de descida e desvio do *glide slope*;
- k. a 260 ft, ambos os motores foram reduzidos para *flight idle*, ocasionando redução na *Vref* e aumento da razão de descida,
- l. a aeronave tocou o solo com uma razão aproximada de 1800 ft, vindo a sofrer danos estruturais extensos;
- m. avisados pela TWR, os tripulantes ingressaram na pista de táxi e efetuaram a parada total da aeronave;

- n. a evacuação de emergência foi realizada pela porta principal da aeronave, tendo sido bem sucedida;
- o. a aeronave sofreu avarias graves; e
- p. todos a bordo saíram ilesos.

## 2. Fatores contribuintes

### a. Fator Humano

#### (1) Aspecto fisiológico

Não contribuiu

#### (2) Aspecto psicológico – Contribuiu.

Houve participação de fatores, com características próprias, que ocasionaram falhas de atenção, julgamento e avaliação perceptual de distâncias e temporalidade.

A deficiência qualitativa de treinamento, a falta do gerenciamento dos recursos de cabine e o baixo alerta situacional foram fatores contribuintes significativos para o acidente.

### b. Fator Material

Não contribuiu.

### c. Fator Operacional

#### (1) Deficiente Instrução - Contribuiu

O PF atuou deficientemente no emprego da correta técnica de pilotagem na combinação dos parâmetros Velocidade x Razão de Descida.

#### (2) Deficiente Supervisão - Contribuiu

O instrutor designado pela empresa para supervisionar a aquisição de experiência operacional em rota não havia recebido instrução específica para o desempenho dessa tarefa. Faltou supervisão a nível técnico e operacional.

O Departamento de Aviação Civil aceitou o programa de treinamento da empresa e, até a data do acidente, não havia completado o processo de aprovação.

#### (3) Pouca Experiência de Vôo na Aeronave - Contribuiu

O PF possuía boa experiência de vôo, mas não neste tipo de aeronave. Encontrava-se na fase de aquisição de experiência operacional em rota. A ação inadequada foi decorrente também da pouca experiência na aeronave e na circunstância da operação, que requeria uma correção rápida próxima ao solo.

#### (4) Deficiente Coordenação de Cabine – Contribuiu

Os pilotos não utilizaram adequadamente os recursos disponíveis na cabine para a correta operação da aeronave. O PF não efetuou as correções necessárias para modificar a trajetória da aeronave, o que era sua atribuição. O instrutor (PNF), por sua vez, não corrigiu ou interferiu no vôo do PF de forma eficaz, o que seria sua responsabilidade já que era supervisor da operação.

Os pilotos não observaram, ainda, o procedimento técnico-operacional previsto no manual de Operações de Vôo (MOV), no que diz respeito ao aviso do GPWS. A tripulação não atentou que o aviso determinava uma condição insegura próxima ao toque.

Ficou caracterizado um ineficaz cumprimento das tarefas afetas a cada tripulante, além da não observância das normas operacionais.

#### (5) Influência do Meio Ambiente - Contribuiu

Na aproximação IMC feita, o PF variou os parâmetros, permanecendo alto na rampa. Ao atingir condições visuais, o PF aumentou a razão de descida da aeronave. O PNF, preocupado em localizar a pista, não considerou uma correção inadequada do PF.

#### (6) Deficiente Aplicação de Comando - Contribuiu

O PF, com a intenção de reduzir a razão de descida, não aplicou corretamente, em amplitude e a tempo, a potência disponível nos motores.

Próximo ao toque, o PF aumentou o ângulo de "pitch", tentando diminuir a razão de descida. Considerando a baixa altura (aproximadamente 80 ft) e a potência dos motores ("IDLE"), a aeronave continuou com uma alta razão de descida (aproximadamente 1.800 ft/min), sem que a ação tomada pelo PF alterasse a sua trajetória. O PNF não interferiu na aplicação dos comandos. Houve, portanto, uso inadequado dos comandos da aeronave por parte dos tripulantes, em condições para os quais estavam habilitados.

#### (7) Deficiente Julgamento - Contribuiu

O PF, mesmo sendo alertado pelo PNF quanto à baixa velocidade e à alta razão de descida, julgou estar aplicando uma correção adequada, contudo manteve a aeronave em uma performance incompatível para o pouso.

O PNF, apesar de possuir experiência de vôo e na aeronave, demonstrou desconhecimento dos seus limites no que tange ao ponto de irreversibilidade de uma situação insegura.

O PNF limitou-se em alertar o PF sobre a situação, não orientando-o sobre a maneira correta de efetuar as correções.

O PNF superestimou a capacidade do PF e não assumiu ou tentou assumir os controles.

#### (8) Outros aspectos operacionais - Indeterminado

Os pilotos não tinham conhecimento da razão máxima de descida durante o toque para a qual a aeronave foi certificada, tampouco tinham conhecimento da variação dessa razão com relação ao peso.

A disponibilidade do piloto automático até a MDA poderia ter minimizado o desvio de rampa observado.

## VI. RECOMENDAÇÕES

*Recomendação de Segurança, conforme definido na NSMA 3-9 de 30 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.*

*As Recomendações a seguir foram emitidas pelo Departamento de Aviação Civil.*

### 1. À RIO SUL:

- a. O Setor de Operações/Treinamento deverá elaborar, obter aprovação do DAC e colocar em uso uma revisão do Programa de Treinamento da empresa, a fim de que cumpra todos os requisitos estabelecidos pela seção 121.413, do RBHA 121, para formação de instrutores de vôo e examinadores credenciados **(DIPAA/001/A/99)**;
- b. O Setor de Operações/Treinamento deverá elaborar, obter aprovação do DAC e colocar em uso a revisão do Programa de treinamento da empresa, a fim de que inclua um curso genérico de familiarização teórica e prática com aeronaves à reação para pilotos em treinamento inicial **(DIPAA/002/A/99)**;
- c. Incluir no M.O.V. orientação sobre o correto uso da potência de aeronaves à jato em aproximações estabilizadas, alertando para o perigo do uso de “power off” no segmento final da aproximação para pouso **(DIPAA/003/A/99)**.

### 2. À EMBRAER

- a. Apresentar a solução da deficiência na aquisição e tratamento dos dados de vôo pelos equipamentos FDAU e IC600, com atualização para a nova versão do “software”, através da emissão de Boletim de Serviço, visando a incorporação da mesma pelos operadores nas aeronaves afetadas **(DIPAA/034/C/99)**;
- b. Efetivar a emissão e divulgação de Boletim Operacional aos operadores desse tipo de aeronave, alertando sobre as conseqüências de pouso com “power off” **(DIPAA/046/A/99)**.

### 3. AO IFI-CTA/DAC

Estudar, elaborar e emitir Diretriz de Aeronavegabilidade tornando mandatário o requerido pelo Boletim de Serviço que será emitido pela EMBRAER, visando a solução da deficiência na aquisição e tratamento dos dados de vôo pelos equipamentos FDAU e IC600 **(DIPAA/115/C/99)**.

### 4. AOS OPERADORES

Observar o previsto no Boletim de Serviço SB 145-0312-0010 (Anexo 3), aprovado pelo IFI/CTA, em 17 de março de 1999, que soluciona o problema da falta de

monitoramento de “pitch trim”, do sistema de aviônicos Honeywell Primus 1000 **(DIPAA/116/A/99)**.

## 5. AO DAC

- a. O STE, através da Divisão de Qualificação Profissional (TE-2), deverá estudar a viabilidade de revisar os requisitos da seção 121.434, do RBHA 121, a fim de que a experiência de operação em rota para pilotos seja supervisionada por examinadores credenciados, em vez de instrutores de vôo. Os novos requisitos devem esclarecer que o objetivo da aquisição de experiência operacional limita-se à adaptação do tripulante às rotinas operacionais da aeronave, ao gerenciamento do vôo e à padronização da empresa, durante operações normais **(DIPAA/117/A/99)**;
- b. O STE, através da Divisão de Qualificação Profissional (TE-2), deverá revisar os requisitos aplicáveis dos RBHA 121 e 135, a fim de que seja tornada obrigatória a instrução prática, em simulador de vôo, das manobras e procedimentos que não possam ser realizadas na aeronave por motivo de segurança de vôo ou pela impossibilidade de reproduzir em vôo as condições operacionais requeridas **(DIPAA/118/A/99)**;
- c. O STE, através da Divisão de Qualificação Profissional (TE-2), deverá tomar as providências necessárias para que as exigências de qualificação referentes à experiência de operação em rota da seção 121.434, do RBHA 121, não sejam confundidas com os requisitos de treinamento de vôo, visando a proficiência técnica num particular tipo de aeronave, estabelecidos pela seção 121.424 do mesmo regulamento **(DIPAA/119/A/99)**;
- d. O STE, através da Divisão de Qualificação Profissional (TE-2), antes de aprovar a utilização de um simulador de vôo por operadores brasileiros, deverá avaliar as características funcionais e de desempenho do mesmo, visando certificar-se de que permitem a realização das manobras e procedimentos descritos no programa de treinamento da empresa **(DIPAA/120/A/99)**;
- e. O STE, através da Divisão de Qualificação Profissional (TE-2), deverá reavaliar o programa de treinamento das empresas aéreas, avaliando diretamente o ambiente, os métodos e material didático e os auxílios e dispositivos de treinamento empregados **(DIPAA/121/A/99)**;
- f. O STE, através da Divisão de Qualificação Profissional (TE-2), deverá fiscalizar o cumprimento dos programas de treinamento de empresas aéreas já aprovados pelo DAC, mediante o acompanhamento periódico dos cursos teóricos e instruções práticas, bem como da verificação dos registros individuais dos tripulantes **(DIPAA/122/A/99)**;
- g. A DIPAA, através das SIPAA dos SERAC, deverá emitir DIVOP sobre regras básicas para o uso da potência na execução de aproximações em aeronaves a

reação. (Aproximação estabilizada, proibição de “power off”, antecipação nas correções) **(DIPAA/123/A/99)**.

---