



MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA  
ESTADO - MAIOR DA AERONÁUTICA

Sistema de Investigação e Prevenção  
de Acidentes Aeronáuticos

RELATÓRIO FINAL (CENIPA 04)

AERONAVE	Modelo: BOEING 737-241 Matrícula: PP-VMK	OPERADOR VARIG
ACIDENTE	Data/hora: 03 Set 89 Local: São José do Xingu Estado: Mato Grosso	TIPO Pouso Forçado

I. HISTÓRICO DO ACIDENTE

No dia 03 de setembro de 1989, o B-737-200 PP-VMK, da VARIG, realizava o voo comercial regular RG-254, com escalas em Brasília, Imperatriz e Marabá.

Em Brasília houve troca de tripulação, tendo esta conduzido o voo normalmente até Marabá, sendo as duas últimas etapas operadas pelo co-piloto.

A operação da aeronave no trecho Marabá-Belém foi assumida pelo comandante.

Nos cheques que antecederam a partida nos motores, o comandante consultou o plano de voo computadorizado fornecido pela empresa e inseriu no curso do HSI ("Horizontal Situation Indicator") a radial 270 graus, cento e dezessete graus defasada com a radial 027 graus, esta prevista para a rota pretendida.

Foi ainda colocado no PMS ("Performance Management System") a distância para Belém (187 milhas náuticas).

Após a decolagem, que se deu às 20:35 UTC (Tempo Universal Coordenado) a aeronave interceptou e manteve a radial 270 graus de Marabá, ascendendo para o FL 290.

Julgando-se dentro da distância de alcance dos auxílios de Belém, os rádios de navegação e comunicação foram selecionados, porém não foram obtidos sinais de identificação, nem marcações dos auxílios aludidos.

Os contatos bilaterais com os órgãos de controle, normalmente conduzidos em VHF ("Very High Frequency"), mostraram-se infrutíferos. Foram veiculados então em HF (High Frequency), dado o insucesso citado. Entretanto, foram conseguidos contatos em VHF com outra aeronave que também se dirigia para o mesmo destino, tendo

esta algumas vezes intermediado as comunicações com o Centro de Controle de Belém.

Vinte e três minutos após a decolagem, o RG 254 efetuou o primeiro contato com a Sala AIS (sala onde se prestam Serviços de Informação Aeronáutica - AIS) - Belém, quando solicitou autorização para iniciar a descida. O ponto dito ideal para iniciá-la fora calculado com base em informações de distância contidas no PMS. A descida foi autorizada pelo Centro de Belém, através da Sala AIS (via HF), até o FL 200, com a recomendação de que o piloto continuasse tentando o contato em frequência VHF com aquele Centro.

Com base na distância voada indicada no PMS, o RG 254 prosseguiu seu voo e ao ultrapassar em 30 NM a suposta "vertical de Belém", o piloto executou uma curva de reversão, tomando a proa oposta, 090 graus, tentando alcançar de volta o destino, mantendo ainda o FL 200.

Instantes mais tarde, o comandante informou à Sala AIS - Belém que continuava sem contato em VHF com o Centro de Controle de Belém e solicitou prosseguir na descida, sendo autorizado para o FL 40. Neste momento, sintonizou as frequências de duas emissoras de rádio de Belém, a Rádio Liberal (1330 KHz) e a Rádio Guajará (1270 KHz).

Ao cruzar o FL 100, o RG 254 curvou à direita para a proa 165 graus e baixou para o FL 40, mantendo-se nesta altitude por 01:14 hora. A proa geral para o sul foi mantida pelas marcações de duas estações, supostas serem as Rádios Liberal e Guajará, que coincidiam com a proa geral de um rio, fatos que significavam, para o piloto, estar no rumo correto para Belém.

Continuava ainda o RG 254 sem receber os auxílios de navegação do destino.

Prosseguindo no voo, o Centro de Controle de Belém autorizou (via Sala AIS) o RG 254 a prosseguir na descida até 2000 pés, ao mesmo tempo em que o liberava para prosseguir visual para pouso, sem restrições. Entretanto, a aeronave manteve o FL 040, conforme posterior confirmação através do FDR (Flight Data Recorder).

Preocupado com o silêncio da aeronave, o Centro Belém acionou o Centro Brasília (ACC BR), para que, através do SELCAL (Sistema de Chamada Seletiva), código HL-EG, chamasse o RG 254. Este, ao responder, solicitou que Belém aguardasse um instante. Informou, minutos mais tarde, estar voando na proa 350 graus, sintonizando o NDB de Santarém, e com quarenta e cinco minutos de autonomia.

Neste ínterim, decorridas 02:10 horas da decolagem, a tripulação, incomodada com a demora da chegada e estimulada por outros fatores, percebeu então o erro da proa, inserido na saída de Marabá. Ascendeu para o FL 085 e buscava agora localizar-se nas cartas de rota, a fim de identificar um aeródromo para um pouso alternativo, sem no entanto, até aquele momento, informar suas intenções para os órgãos de controle.

Manifestou-se em seguida como estando na marcação 170 graus de Carajás, virando depois para 160 graus e mantendo o FL 085.

O RG 254 fora informado, por Belém, de que Carajás já havia encerrado suas atividades, mas que o auxílio-rádio VOR desta estação continuava operando normalmente.

A orientação direcional para Carajás fora baseada nas freqüências daquela estação, bem como da estação Marabá, 320 KHz e 370 KHz, respectivamente. A proa geral continuava sendo a sul.

Após a parada do motor esquerdo, a descida foi iniciada. Dois minutos mais tarde, o motor direito parou, e com ele os gravadores de vôo cessaram suas operações.

Diversos contatos foram estabelecidos em HF, nas freqüências 8855 KHz (Sala AIS - Belém e Manaus) e 5533 KHz (VARIG), pelo Centro Manaus, Centro Belém, pelas aeronaves RG 231 e RG 266, até a parada dos motores do RG 254, às 23:45 UTC.

Os flapes foram baixados até a posição "dois" e a velocidade mantida próxima ao limite de estol.

A descida foi realizada no escuro, com os faróis apagados e sem referências externas.

Os primeiros impactos ocorreram com as árvores de cerca de 30 metros de altura.

Do impacto decorreu grande desaceleração, tendo a aeronave sofrido danos graves e irreparáveis. Dentre os 54 ocupantes, 12 faleceram, 17 ficaram gravemente feridos e 25 tiveram ferimentos leves.

A aeronave foi encontrada nas coordenadas 10°46'S/052°21'W, a 1.100 quilômetros do destino pretendido, cerca de 44 horas após o acidente.

## II. DANOS CAUSADOS

### 1. Pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	--	12	--
Graves	02	15	--
Leves	04	21	--
Ilesos	--	--	--

### 2. Materiais

#### a. A aeronave

Ficou completamente irrecuperável.

#### b. A terceiros

Não houve.

## III. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

### 1. Informação sobre o pessoal envolvido

#### a. Horas de voo

	PILOTO	CO-PILOTO
Totais.....	6.928:06	884:48
Totais nos últimos 30 dias.....	56:27	60:00
Totais nas últimas 24 horas.....	06:27	06:27
Neste tipo de aeronave.....	980:00	442:12
Neste tipo nos últimos 30 dias.....	56:27	60:00
Neste tipo nas últimas 24 horas.....	06:27	06:27

#### b. Formação

O piloto é formado pelo Centro de Formação de Pilotos Militares, desde 1976.

O co-piloto é formado pelo Aeroclube do Brasil, desde 1982.

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

O piloto possui licença categoria PLA e certificado IFR válido.

O co-piloto possui licença categoria comercial e certificado IFR válido.

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

##### Informação sobre os pilotos

O COMANDANTE, nascido no Rio Grande do Sul, em 1957, conquistou o brevê em 1976. Foi declarado piloto de linha aérea em 01 Set 82. Voou vários aviões (B-727, L-188 e outros modelos militares), antes de tornar-se comandante em B-737-200.

Iniciou o curso teórico em aeronave tipo B-737-200 em 28 de março de 1988, vindo a concluí-lo com grau satisfatório em 19 de abril de 1988.

Foi considerado apto para voar na função de comandante no equipamento B-737 em 14 de setembro de 1988, tendo obtido bom rendimento nesta última fase de formação. Seu último cheque operacional foi realizado em 26 de maio de 1989.

Foi considerado qualificado e com experiência suficiente para realizar a missão.

O CO-PILOTO foi declarado piloto comercial em 02 de abril de 1984. Voou vários modelos menores de aeronave, antes de tornar-se co-piloto em aeronave B-737-200. Seu curso teórico, nesta aeronave, teve início em 01 de agosto de 1988 tendo-o concluído com menção satisfatória em 19 de agosto de 1988.

Foi declarado apto a exercer a função de co-piloto em aeronave tipo B-737-200 em 27 de março de 1989, tendo, naquela data, também realizado o seu último cheque operacional.

Foi considerado qualificado e possuidor de suficiente experiência para realizar a missão.

e. Validade da inspeção de saúde

Os tripulantes estavam com os Certificados de Capacidade Física válidos.

2. Informações sobre a aeronave

A aeronave foi fabricada em 1974 pela BOEING COMPANY, modelo B-737-241.

Sua última inspeção, chamada de "check D", fora realizada cumulativamente com a última revisão geral, em 09 Ago 89, tendo voado, após estas inspeções, 203:30 horas.

Possuía Certificado de Matrícula número 8.233, expedido em 20 de janeiro de 1985 e Certificado de Aeronavegabilidade número 8.233, expedido em 24 de junho de 1982.

Foi adquirida e operada pela VARIG, desde nova até o acidente, tendo voado um total de 33.373 horas.

No livro de bordo não foram encontradas discrepâncias que pudessem apresentar contribuição para o acidente. A manutenção e as revisões foram consideradas adequadas e periódicas.

3. Exames, testes e pesquisas

Confrontando as informações do FDR e do CVR com as declarações dos tripulantes e ainda com o estudo do alcance nominal dos auxílios no trecho voado, de Marabá até o local do acidente, onde a maior parte do vôo foi baseada em marcações

VOR e/ou NDB, a Comissão afastou a possibilidade de falha dos equipamentos de rádio navegação.

Quanto às condições das bússolas, a CIAA avaliou a "bússola magnética" (Stand by Magnetic Compass) que se apresentava em boas condições, e efetuou os testes que se seguem:

- a bússola foi colocada em diversos pontos da aeronave e sobre toda a carga recolhida nos porões. Em nenhum momento foi possível observar variações, por pequenas que fossem, indicando que na carga houvesse material magnético capaz de afetar a bússola ou quaisquer dos equipamentos.

A própria carga foi aberta e verificada, inclusive com detetor magnético, não sendo evidenciadas anomalias que pudessem sensibilizar o detetor;

- o PMS (Performance Management System) era o equipamento pelo qual os pilotos estavam conduzindo o voo do RG 254. Gerenciador de desempenho da aeronave, permite o PMS um ótimo controle sobre o consumo e o desempenho de todo o perfil vertical da aeronave. Conjugado com o piloto-automático e com o "auto-throttle" (controle automático da potência dos motores), esse equipamento permite ainda o ajuste automático da potência desejada, a aquisição e manutenção de subidas, níveis de cruzeiro e descidas.

Pelas declarações dos tripulantes e pelo rendimento do combustível, a comissão investigadora concluiu que o PMS operou corretamente durante todo o voo.

#### 4. Informações meteorológicas

O tempo era bom e a noite se mostrava estrelada.

#### 5. Navegação

- O PP-VMK pretendia executar um voo direto de Marabá (SBMA) a Belém (SBBE), no nível 290, fora de aerovia e na FIR Belém, por inexistir aerovia superior nesta rota pretendida, entre as duas localidades.
- Todos os auxílios da FIR Belém, à exceção do NDB de Carajás (CRJ-320 KHz), se encontravam operando normalmente, sendo recebidos e detetados por outras aeronaves que voavam para o mesmo destino (RG 266).
- O NDB Carajás, supostamente utilizado pela tripulação, estava fora de serviço desde o dia 05 Mai 87, conforme NOTAM classe I 247A/87, republicado pelo NOTAM classe II, 05 Nov 88. Como o

auxílio se encontrava temporariamente inoperante, foi mantido nas cartas aeronáuticas por força de legislação.

- Na manhã do dia seguinte ao acidente, uma aeronave laboratório, pertencente ao Grupo Especial de Inspeção em Voo - GEIV, inspecionou os auxílios de Marabá, Tucuruí, Belém e o VOR de Carajás, considerando-os dentro dos padrões recomendados e estabelecidos pela OACI, para operação no Brasil. A radial 027° de Marabá foi também avaliada. Quanto ao "STATUS" dos equipamentos avaliados, o parecer foi de que o desempenho dos auxílios oferecidos não influenciou para a ocorrência do acidente.
- De acordo com os registros do CVR (Cockpit Voice Recorder) durante os últimos 30 minutos de voo o RG 254 foi orientado pelas marcações indicadas pelos NDB, de freqüências 320 KHz e 370 KHz, supostamente Carajás e Marabá, respectivamente. Ambos apresentavam orientação geral para proa sul. Entretanto, conforme parecer emitido por aeronave laboratório em inspeção de voo, realizada no dia 13 de setembro de 1989, concluiu-se que as estações sintonizadas eram outras, possuidoras de freqüências similares:

<u>Estação Pretendida</u>	<u>Estação Recebida</u>
Marabá 370 KHz	Goiânia 370 KHz
Carajás 320 KHz	Barra do Garças 320 KHz

- Pelo CVR, foi possível ouvir a identificação do NDB GOI, porém de forma precária, uma vez que a transmissão do indicativo não ocorria continuamente. Ouviu-se, em duas situações diferentes, apenas um sinal, que os tripulantes acreditaram ser do NDB Marabá.
- Na tentativa de localizar Belém, foram também sintonizadas as freqüências de duas emissoras daquela localidade, Rádio Guajará (1270 KHz) e Rádio Liberal (1330 KHz) que, entretanto, não foram consideradas confiáveis por não emitirem seus prefixos.

#### 6. Comunicação

As comunicações com a Rádio Marabá (125.9 MHz) se deram normalmente. As freqüências do Serviço Móvel Aeronáutico (SMA) para a comunicação com os órgãos localizados na FIR Belém, estavam disponíveis naqueles órgãos e operando normalmente no dia 03 de setembro de 1989, conforme registro das gravações levadas a termo com outra aeronave (RG-266).

Todas as comunicações da aeronave com o ACC Belém se deram em HF na frequência de 8855 KHz.

As comunicações em HF do ACC Belém não são gravadas, porém estas são registradas normalmente no Livro de Registro de Comunicações (LRC).

As 21:35 UTC, exatamente uma hora após a decolagem do PP-VMK, o ACC Belém declarou esta aeronave como incursa na Fase de Incerteza.

As 21:40 UTC, o ACC Belém suspendeu todas as operações de pouso e decolagem em SBBE (Belém).

As 22:30 UTC, a Rádio Carajás deixou de operar, cumprindo o seu horário de serviço previsto no AIP e ROTAER.

As 22:47 UTC, o ACC Belém suspendeu todas as operações de pouso e decolagem em Santarém (STN).

As 23:07 UTC o ACC Belém tentou contato telefônico com Carajás visando a preparação daquele aeródromo para um pouso em emergência do PP-VMK. Depois de algumas tentativas, foi conseguida a comunicação com o superintendente da INFRAERO, daquela localidade.

A 00:04 UTC do dia 04 Set 89, a estação Carajás entrou em operação.

A 01:35 UTC, quatro horas mais tarde, o ACC Belém expediu rádio Detresfa PP-VMK, acionando os recursos SAR.

#### 7. Informações sobre o aeródromo

O aeródromo de Marabá dispõe de uma pista de pouso, medindo 2000 X 45 metros, de asfalto, com cabeceiras direcionadas para as proas 070° X 250°.

Dispõe de toda infra-estrutura requerida para a operação, diurna e noturna, de aeronaves do tipo Boeing 737-200. Não existe qualquer restrição operacional para a aeronave citada, que afete o peso máximo de decolagem, com exceção das restrições impostas em função do peso máximo de pouso no destino.

É um "aeródromo não controlado". Isto também significa que é desprovido de torre de controle (TWR). Está equipado com uma rádio que presta Serviço de Informações de Voo de aeródromo (item 5-7 da IMA 100-12). Desse modo, a Rádio Marabá não teve nem teria como observar se o RG-254 havia saído no rumo de Belém.

A empresa não possui DOV (despachante operacional de voo) naquela localidade, nem há obrigatoriedade para tal, conforme o que se encontra assente na legislação (IAC 2218, 03 Ago 73).

8. Informações sobre o impacto e os destroços

O impacto com o solo se deu nas coordenadas 10°46'S/052°21'W, em área de floresta densa. A aeronave se chocou com várias árvores antes da parada final. Veio a sofrer grande desaceleração quando do choque das asas com as árvores, tendo o piso sofrido torção, permitindo a soltura das poltronas e o empilhamento destas na parte dianteira da cabina de passageiros da aeronave. As portas dianteira esquerda e traseira direita ficaram emperradas. A escorregadeira dianteira não permaneceu inflada, provavelmente por ter sido furada por galhos, na abertura.

Todas as cadeiras, exceto as duas últimas filas da esquerda e a última da direita, soltaram-se ou foram arrancadas dos trilhos. As filas completas (três cadeiras, lado a lado) foram projetadas para a frente, amontoando-se em alguns pontos da cabine. Essa aglomeração foi responsável pela maioria dos traumatismos sofridos pelos passageiros. Uma cadeira apresentava corrosão numa das pernas de fixação; outras foram arrancadas do ponto de fixação e algumas soltaram-se dos trilhos.

A borda da cadeira do 2P, de metal, que se sobressai ao estofamento do encosto, provocou o traumatismo na parte posterior do crânio do co-piloto.

A aeronave sofreu danos totais, sendo considerada irrecuperável. As partes mais atingidas foram:

- a. fuselagem - torcida por flexão e dobramento em vários pontos, porta dianteira esquerda emperrada, janela de emergência emperrada, porta traseira direita presa contra o solo;
- b. seção dianteira - arrancado o radome e, ainda, rasgo na lateral direita;
- c. asas - arrancadas no impacto com árvores;
- d. motores - arrancados no impacto;
- e. trem de pouso - apesar de recolhidos, foram arrancados e danificados.

9. Dados sobre fogo

Não houve fogo. O pouso forçado se deu com a aeronave exaurida de combustível, com os motores apagados e extintores de incêndio acionados.

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

## a. Das buscas

Dos 54 ocupantes, 11 faleceram no local, sendo os demais atendidos após quarenta e oito horas, quando veio a falecer mais um passageiro.

O primeiro e o último sobreviventes foram resgatados cerca de 48 horas e 63 horas, após o acidente, respectivamente.

Quatro horas após a decolagem, o ACC Belém declarou a aeronave na "Fase de Perigo", tendo o RCC (Centro de Coordenação e Salvamento) nesse mesmo horário, acionado o 29/109 GAV (Campo Grande) para engajamento nas buscas.

A 01:45 UTC, o RCC Belém iniciou tentativas de contato com o INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais) com fins de obter informações de possíveis sinais de alarme, captados pelos satélites de busca e salvamento.

As 12:50 UTC do dia 04, o RCC Belém recebeu da Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo, via telefone, as coordenadas 09250'S/052204'W e 10257'S/051255'W, fornecidas pelo INPE, como alarmes recebidos do Sistema de Busca e Salvamento por Satélite (COSPAS - SARSAT).

De posse desses indícios, o RCC programou as buscas para aquela área, na manhã do segundo dia.

Na área de probabilidades, todas as aeronaves SAR recebiam, intermitentemente, os sinais de emergência da rádio-balisa na frequência de 121.5 Mhz. Entretanto, em nenhum momento, este sinal sensibilizou o equipamento VHF-DF (RECALADA) dos aviões de busca.

As 21:00 UTC do dia 04, o RCC Belém recebeu da DEPV mais três coordenadas fornecidas pelos satélites, que foram: 10243'S/052220'W, 10251'S/051241'W e 10245'S/051245'W.

As 10:20 UTC do dia 05, foi concentrada a grande parte dos recursos SAR e iniciadas as buscas na área de São José do Xingu (MT).

As 17:15 UTC, o RCC Belém, através do RCC Brasília, recebeu a informação de que sobreviventes teriam chegado à Fazenda Curumaré, município de São José do Xingu, sem contudo dispor da identificação geográfica daquela Fazenda. Foi plotada, posteriormente, nas coordenadas 10249'S/0522045'W.

Ato contínuo, para lá foram deslocadas três aeronaves SAR, tendo o SC-130 2462 avistado os destroços da aeronave, e lançado material de sobrevivência e primeiros socorros.

Para melhor coordenação das atividades de resgate, foi montado na própria Fazenda Curumaré o Subcentro RCC Belém.

b. sobrevivência

Na noite do dia 3 para 4 de setembro, dia do acidente, foi impossível a retirada dos feridos dentre as ferragens das poltronas, devido à pouca iluminação, ao teto tombado e à gravidade das lesões.

Na manhã seguinte foi iniciado o socorro das vítimas que estavam entre as ferragens. A falta do KIT de sobrevivência na selva, inexistente a bordo, bem como a deficiência de medicamentos e material para curativos, dificultou as condições de sobrevivência e agravou a situação de alguns feridos.

Aproximadamente às 11:00 UTC, o comandante retirou o TLE (Transmissor Localizador de Emergência) do seu compartimento e o acionou, utilizando-se de água resultante do gelo derretido das caixas de refrigerantes, acrescido de URINA, já que este TLE não é do tipo ativado por impacto, e sim, por imersão em líquido.

Não foi possível submergi-lo completamente, porém, assim mesmo, sua ativação foi confirmada pelo recebimento de sinais que foram detetados, através da interferência provocada no som de um "WALKMAN" de um dos sobreviventes. Tal sinal foi recebido pelo satélite do sistema COSPAS/SARSAT ainda nessa manhã.

Nesse ínterim foi organizada uma expedição para tentar localizar água na região, bem sucedida pela presença, no grupo, de um garimpeiro, cuja experiência muito contribuiu para a descoberta de um riacho.

Na manhã do dia 5, foi organizada nova expedição, agora para ir em busca de socorro. Não foi feita nenhuma sinalização efetiva que facilitasse a visualização pelas aeronaves SAR, que sobrevoavam as proximidades. Os fumígenos utilizados demonstraram ser ineficazes em condições de mata fechada.

Esta expedição atingiu a Fazenda Curumaré e, às 17:15 UTC, notificou às autoridades aeronáuticas. Três aeronaves se

deslocaram para o local, sendo então finalmente localizada a aeronave acidentada.

Nesta mesma noite, um helicóptero resgatou um dos feridos.

Os procedimentos de sobrevivência adotados foram intuitivos, já que os tripulantes não haviam recebido treinamento específico de sobrevivência. A presença de um garimpeiro com experiência em mata muito contribuiu para o relativo sucesso da sobrevivência.

Nas atividades de preparação para o pouso de emergência, de socorro e de atendimento aos feridos, ficaram evidenciadas a liderança do comandante e a experiência e iniciativa da comissária-chefe, mormente nos instantes finais que antecederam o pouso forçado.

#### 11. Gravadores de voo

A aeronave estava equipada com um registrador de voz (Cockpit Voice Recorder), montado no porão traseiro. Dotado de quatro canais de gravação através de fita magnética, foi encontrado ileso e funcionando de forma adequada a permitir leituras corretas.

Também estava equipada com FDR (Flight Data Recorder) do tipo analógico, montado no cone de cauda. Este equipamento é capaz de gravar até cinco parâmetros, servindo-se de fita metálica para efetuar tais gravações. Foi encontrado intacto, todavia, dois dos cinco parâmetros existentes, se apresentaram inadequados para a leitura (velocidade e altitude).

Os parâmetros acessíveis à leitura foram os seguintes: tempo (hora e minuto), indicação de rumo magnético e PTT (transmissão externa). A indicação de altitude apresentou dados defasados e não houve indicações de velocidade.

Ambos os gravadores foram recuperados dos destroços, e demonstraram ter funcionado até o momento do apagamento dos dois motores, ocasião em que cessaram suas gravações.

#### 12. Aspectos operacionais

##### a. Plano de Voo Computadorizado

A rota prevista a ser voada, Marabá - Belém, deveria ser conduzida de acordo com o plano de voo IADS (Inteligência Artificial Dados e Sistemas), gerado nos computadores da VARIG e disciplinado no Boletim RG/OZ-046, Revisão 3, de 12 de junho de 1989. Neste plano IADS, o rumo magnético é

representado com quatro dígitos, sendo o último representativo de décimo de grau, porém sem a vírgula (ou ponto) decimal. Para as aeronaves B-737-200, este último dígito é sempre igual a zero (1600 = 160.0). Tal plano, que em verdade se constitui num planejamento, previa, para o trecho MA-BE, dentre outras informações, o MC 0270 (Magnetic Course). Na realidade, o último dígito deveria ser considerado decimal zero, passando o MC a ser 027.0 (027 graus).

O boletim RG OZ-046, editado em 10 Jan 86, complementado posteriormente por quatro revisões, tinha por finalidade dar conhecimento das características do plano de vôo IADS, atualmente chamado Plano VARIG.

A primeira revisão (OZ-046 - Revisão 1, de 23 Jan 89) fora feita para incluir descrição das siglas usadas na identificação dos dados do plano de vôo.

A segunda revisão do mesmo boletim, datada de 12 Fev 86, visava a inclusão do significado de algumas informações do plano de vôo e melhora da redação de certos textos. Neste boletim, tal qual no anterior, a indicação "MC" (Magnetic Course) vinha sinalizada com quatro dígitos, dos quais o último da direita propunha valores decimais, sem, entretanto, existir uma vírgula para confirmar esta proposta.

A terceira revisão fora emitida para comunicar a extensão do uso do sistema de planos de vôo computadorizados para todas as bases domésticas, em substituição aos planos até então em vigor.

Em todas as revisões referidas, não há qualquer alerta sobre o "lay out" do parâmetro "MC", em especial a necessária atenção ao quarto dígito, dito decimal, porém sem a vírgula ou ponto que o distinguiria como tal.

A quarta revisão (OZ-046 - Revisão 4, emitida no dia 05 de setembro de 1984, dois dias, portanto, após a ocorrência do acidente), teve por finalidade COMPLEMENTAR A INFORMAÇÃO SOBRE O CAMPO MC - MAGNETIC COURSE (RUMO MAGNÉTICO).

O quarto dígito mereceu, nesta revisão, acentuado destaque.

b. Coordenação de vôo

A empresa possui um sistema de acompanhamento da programação de seus vôos, através de um controle da hora de pouso,

decolagem, número de passageiros, atrasos e seus motivos e outros. Este acompanhamento é feito por um setor conhecido por Coordenação que, eventualmente, aciona as aeronaves, via HF, com a finalidade de coordenação de tráfego. Entretanto, neste dia, a aeronave ultrapassou o tempo de voo estimado pelo piloto no seu contato inicial, sem que a COORDENAÇÃO viesse a efetuar qualquer chamada para alertar, informar ou auxiliar o piloto.

c. Coordenação de Cabine

A tripulação é composta de um Piloto Voando (PF) e um Piloto Não Voando (PNF). Um é segurança do outro (filosofia BOEING).

Um piloto, ao selecionar uma proa ou rumo, deve ser supervisionado pelo outro (e não ser seguido ou acompanhado). Uma descida padrão inclui um briefim sobre o procedimento a ser realizado, o que não foi feito.

Ao perceber que algo não parecia normal, ambos os pilotos deveriam ter checado os procedimentos até então realizados.

d. Aspectos do Pré-voo

A busca ao plano computadorizado do sistema VARIG deu-se em função da carta de rádio-navegação de alta não conter a proa Marabá - Belém.

O piloto interpretou erradamente o rumo, e o co-piloto limitou-se a inserir o mesmo rumo em seus instrumentos, sem conferi-lo.

13. Aspectos humanos

a. Enfoque fisiológico

Não havia quaisquer restrições impostas aos tripulantes por condições de saúde para realização da atividade aérea.

Não foram realizados exames toxicológicos nos tripulantes, em virtude do tempo decorrido entre o acidente e o início do resgate.

Não há evidências de fadiga aérea, pois os períodos precedentes de repouso e a qualidade do descanso usufruído fazem concluir que os tripulantes estavam descansados.

A jornada de trabalho realizada no dia anterior começou no Galeão, às 0630P, e se encerrou em Brasília, às 1400P, após cerca de 07:30 horas de jornada e cinco pousos.

representado com quatro dígitos, sendo o último representativo de décimo de grau, porém sem a vírgula (ou ponto) decimal. Para as aeronaves B-737-200, este último dígito é sempre igual a zero (1600 = 160.0). Tal plano, que em verdade se constitui num planejamento, previa, para o trecho MA-BE, dentre outras informações, o MC 0270 (Magnetic Course). Na realidade, o último dígito deveria ser considerado decimal zero, passando o MC a ser 027.0 (027 graus).

O boletim RG OZ-046, editado em 10 Jan 86, complementado posteriormente por quatro revisões, tinha por finalidade dar conhecimento das características do plano de voo IADS, atualmente chamado Plano VARIG.

A primeira revisão (OZ-046 - Revisão 1, de 23 Jan 89) fora feita para incluir descrição das siglas usadas na identificação dos dados do plano de voo.

A segunda revisão do mesmo boletim, datada de 12 Fev 86, visava a inclusão do significado de algumas informações do plano de voo e melhora da redação de certos textos. Neste boletim, tal qual no anterior, a indicação "MC" (Magnetic Course) vinha sinalizada com quatro dígitos, dos quais o último da direita propunha valores decimais, sem, entretanto, existir uma vírgula para confirmar esta proposta.

A terceira revisão fora emitida para comunicar a extensão do uso do sistema de planos de voo computadorizados para todas as bases domésticas, em substituição aos planos até então em vigor.

Em todas as revisões referidas, não há qualquer alerta sobre o "lay out" do parâmetro "MC", em especial à necessária atenção ao quarto dígito, dito decimal, porém sem a vírgula ou ponto que o distinguiria como tal.

A quarta revisão (OZ-046 - Revisão 4, emitida no dia 05 de setembro de 1984, dois dias, portanto, após a ocorrência do acidente), teve por finalidade **COMPLEMENTAR A INFORMAÇÃO SOBRE O CAMPO MC - MAGNETIC COURSE (RUMO MAGNÉTICO)**.

O quarto dígito mereceu, nesta revisão, acentuado destaque.

b. Coordenação de voo

A empresa possui um sistema de acompanhamento da programação de seus vôos, através de um controle da hora de pouso,

decolagem, número de passageiros, atrasos e seus motivos e outros. Este acompanhamento é feito por um setor conhecido por Coordenação que, eventualmente, aciona as aeronaves, via HF, com a finalidade de coordenação de tráfego. Entretanto, neste dia, a aeronave ultrapassou o tempo de voo estimado pelo piloto no seu contato inicial, sem que a COORDENAÇÃO viesse a efetuar qualquer chamada para alertar, informar ou auxiliar o piloto.

c. Coordenação de Cabine

A tripulação é composta de um Piloto Voando (PF) e um Piloto Não Voando (PNF). Um é segurança do outro (filosofia BOEING).

Um piloto, ao selecionar uma proa ou rumo, deve ser supervisionado pelo outro (e não ser seguido ou acompanhado). Uma descida padrão inclui um brifim sobre o procedimento a ser realizado, o que não foi feito.

Ao perceber que algo não parecia normal, ambos os pilotos deveriam ter checado os procedimentos até então realizados.

d. Aspectos do Pré-voo

A busca ao plano computadorizado do sistema VARIG deu-se em função da carta de rádio-navegação de alta não conter a proa Marabá - Belém.

O piloto interpretou erradamente o rumo, e o co-piloto limitou-se a inserir o mesmo rumo em seus instrumentos, sem conferi-lo.

13. Aspectos humanos

a. Enfoque fisiológico

Não havia quaisquer restrições impostas aos tripulantes por condições de saúde para realização da atividade aérea.

Não foram realizados exames toxicológicos nos tripulantes, em virtude do tempo decorrido entre o acidente e o início do resgate.

Não há evidências de fadiga aérea, pois os períodos precedentes de repouso e a qualidade do descanso usufruído fazem concluir que os tripulantes estavam descansados.

A jornada de trabalho realizada no dia anterior começou no Galeão, às 0630P, e se encerrou em Brasília, às 1400P, após cerca de 07:30 horas de jornada e cinco pousos.

O comandante havia retornado de um período de férias regulamentares.

b. Enfoque psicológico

O laudo do exame psiquiátrico a que se submeteu o comandante, após o acidente, concluiu pela capacidade funcional do avaliado, não estando vivendo reflexos psicopatológicos. Não foi apontado qualquer diagnóstico nosológico.

Foram ainda evidenciadas características psicológicas que contribuíram para o desenrolar dos eventos, tais como:

- excesso de autoconfiança nos tripulantes - acompanhamento inadequado e desprovido da supervisão recíproca entre os pilotos e demasiada confiança de ambos no plano computadorizado;
- deformação perceptual - percepção enganosa de parte do padrão estimulativo - auditivo, confundindo o NDB 370 KHz (MRB), com 370 KHz GOI, de Goiânia.

Tais estímulos auditivos foram alterados pela "expectativa de chegar".

Os aspectos psicológicos, a seguir descritos, foram identificados como presentes, e como tal, seguem suas definições operacionais:

Ansiedade - Mal-estar ao mesmo tempo psíquico e físico, caracterizado por temor difuso, sentimento de insegurança, desgraça iminente.

Automatismo - Ação executada sem reflexão ou intuito consciente.

Bloqueio - Termo usado para designar os obstáculos que impedem a transmissão de informações perceptivas ao cérebro. A capacidade dos processos racionais e das possibilidades mentais do indivíduo permite uma reação, mais ou menos imediata, que busca reativar as estruturas de ação, suprimidas ou inibidas.

Bloqueio Emocional - Inibição do pensamento ou outras formas de reação conciliatória, devido ao excesso de emoções, usualmente do grupo do medo.

Duração da predisposição - As predisposições diferem, extraordinariamente, quanto à sua duração. Algumas são extremamente rápidas, e duram apenas o tempo suficiente para dar lugar à predisposição para a percepção seguinte. Outras predisposições são mais duradouras.

Fascinação da atenção - Nesse caso o piloto percebe todos os aspectos significativos da situação mas não dá a resposta certa.

Embora esteja consciente da situação, ele se sente desligado dela, como se fosse irreal, como se estivesse observando-a de fora, de longe. Os acontecimentos parecem não ter uma significação pessoal. Em geral, isso ocorre em situação muito sensível, em que o perigo de morte é real, e em que o controle da situação foi perdido quase totalmente.

Fixação da atenção - Ocorre quando o piloto se concentra em um grupo de estímulos, excluindo outros que também exigem a sua atenção.

Percepção Enganosa - Ocorre por multiplicidade de estímulos, proximidade de impulsos, ou contigüidade do campo visual.

Percepção falha - Quando um estímulo não é bem recebido pelos sentidos, leva ao cérebro uma idéia falseada da realidade.

Predisposição - Os efeitos da predisposição na percepção dependem: das características da predisposição; da força da estrutura do padrão de estímulo; do acordo ou desacordo entre o que é "exigido" pela predisposição e o que é "exigido" pelo padrão de estímulo.

"Saliência" da Predisposição - Algumas predisposições dominam inteiramente a consciência do percebido. Se o Sr. Fulano está, insistentemente, em busca de nova chave perdida numa gaveta em desordem, tem uma saliente predisposição para ver a chave nas coisas mais disparatadas.

#### 14. Aspectos ergonômicos

Não aplicável.

#### IV. ANÁLISE

Os dados coligidos levam à conclusão de que a aeronave B-737-200, matrícula PP-VMK, dotada de modernos recursos tecnológicos, pretendendo voar de Marabá para Belém, não conseguiu atingir seu objetivo. Permaneceu voando durante três horas e quinze minutos, até que, esgotado o combustível, pousou forçado, noturno, na floresta amazônica.

Tal fato se deu em função de haver a aeronave adotado, na saída, rumo diferente do exigido para aquela rota.

Concluiu também a Comissão de Investigação, que todos os requisitos necessários e essenciais à realização do voo, tais como a sanidade da tripulação, condições funcionais da aeronave, infraestrutura aeronáutica, meteorologia, dentre outros, apresentavam-se favoráveis à execução do voo.

FATOR HUMANO

Embora os pilotos apresentassem condições psicológicas adequadas ao vôo, foram identificadas variáveis tais como: percepção enganosa, distração, bloqueios, automatismos, predisposições, fixação da atenção ao objetivo, erro de posição geográfica, dentre outros.

Tais características psicológicas serão apresentadas conforme a seqüência cronológica dos acontecimentos.

O rumo incorreto de saída foi inicialmente ajustado pelo comandante e posteriormente imitado pelo co-piloto, quando retornou da inspeção externa da aeronave.

Conforme já descrito, a proa fora lida no plano de vôo IADS, visto não haver, na carta de alta, esta indicação. O rumo correto para aquela rota deveria ser 027º e o planejamento fornecia esta informação como sendo 0270. Os pilotos identificaram-na como sendo 270 graus.

A contigüidade de apresentações do campo visual, somada à combinação numérica, redundou numa proa exequível (270 graus), culminando por induzir os pilotos a uma falha de percepção, logo no início das atividades. É de se notar que, se o rumo sugerido exibisse valores superiores a 36 graus, por exemplo, 0380 graus, o erro não se apresentaria, por exorbitar dos limites de proa magnética.

Assim, o comandante, ao consultar o plano computadorizado, passou por um processo de falha perceptual (percepção falha) na leitura dos dados.

O fato da atenção estar, no momento da consulta, distribuída a outros estímulos (distribuição da atenção), facilitou a falha na percepção das informações.

Da decolagem até o início da descida para o destino pretendido, a tripulação acabou por envolver-se num processo de automatismo, porquanto, em que pese, neste trecho, não estarem recebendo qualquer auxílio de rádio-navegação de Belém, acreditaram, por predisposição, estarem no rumo correto.

Com dificuldades de comunicação em VHF com o Centro Belém, efetuaram contato com outra aeronave que, voando para o mesmo destino, informou estar recebendo normalmente os auxílios daquela localidade. Devido à atenção marginal, não despertou aos pilotos a necessidade de uma reavaliação na sua navegação, preferindo aceitar

a hipótese de falha nos instrumentos de bordo. E assim prosseguiram o vôo por simples manutenção de proa.

Tal a confiança em chegar ao destino, que levou o comandante a solicitar autorização para iniciar a descida. A crença de que estava próximo a Belém foi reforçada pela liberação da descida para o nível 200.

Após ultrapassada a vertical do "destino", apenas evidenciada pelas indicações negativas no PMS, o comandante decidiu retornar, na proa oposta, motivado pela predisposição e reforço da posição "Vertical Belém". Estava influenciado pelas marcações do PMS, que indicavam já haver ultrapassado em trinta milhas a estação pretendida.

Não localizando o destino proposto, o comandante buscou, de balde, atingir o objetivo. Sintonzou a frequência de duas emisoras de Belém e, autorizado, desceu para o FL 040. Passou a acompanhar as curvas de um rio (Xingu), perseguindo as marcações do equipamento ADF. Estes estavam sintonizados nas FREQUÊNCIAS das Rádios Liberal e Guajará que, apesar da recepção auditiva, não forneciam os prefixos, tornando, por conseguinte, não confiáveis suas marcações.

O piloto concentrou-se em um grupo de estímulos visuais, buscando contato visual com Belém, e mantendo-se na proa indicada pelas emisoras que supunha serem do destino, esqueceu-se de outros estímulos que exigiriam sua atenção, como a necessidade de subir para localizar-se, economizar combustível, etc. Acabou por envolver-se em um processo de fixação de atenção e ansiedade, que fizeram-no acreditar e esperar o contato visual com Belém.

O co-piloto, sentindo-se incomodado com a demora da chegada, lembrou-se de que as proas de chegada a Belém correspondiam a uma numeração baixa. Além disso, divisou a constelação do Cruzeiro do Sul, reforçando a concepção de que algo saíra incorreto. Estes estímulos vão provocar uma mudança do foco de atenção, obrigando os pilotos a reverem a navegação e a posição da aeronave. Surpreenderam-se por não portarem régua ou plotador de bordo. Decidiram por consultar a carta de rádio-navegação de baixa altitude, e, ao fazerem-no, perceberam o erro da proa adotada na saída de Marabá.

Diante da situação, o comandante decidiu subir para o FL 085, a fim de localizar um aeródromo para um pouso alternativo.

Eram decorridas 02:10 horas de vôo.

Com a confirmação da desorientação, um estado de comoção abateu-se sobre o comandante. A certeza de haver rumado corretamente, ter ultrapassado, voltado, procurado mapear-se com o uso do radar, perseguido auxílios de emissoras comerciais, buscado referências visuais, enfim, fizeram crer ao comandante que agira corretamente. A força de estimulação "achar Belém" causou um tipo de bloqueio, a nível emocional/perceptual, agravando a multiplicidade de predisposições e a fascinação da atenção, fazendo inclusive a tripulação ignorar o tempo voado à baixa altitude, bastante significativo para o tipo da aeronave.

Os pilotos reconheceram a gravidade da situação, todavia, não notificaram o Centro de Controle, tampouco a Coordenação da empresa, do estado emergencial em que se encontravam.

Por duas vezes o CVR registra diálogos em que a tripulação acreditava ter havido uma pane de bússola. Entretanto, a Comissão não encontrou quaisquer evidências de mau funcionamento da bússola, ou dos equipamentos de rádio-navegação.

Uma vez cientes da falha cometida, presume-se que o diálogo registrado fora desenvolvido num clima de autodefesa, pautado no receio de repercussões negativas que poderiam ser infligidas à tripulação.

Mesmo com dúvidas, surge agora uma segunda e diferente predisposição: atingir Marabá ou Carajás.

Os pilotos sintonizaram nos ADF as frequências 370 KHz (Marabá) e 320 KHz (Carajás) e, obtida desta sintonia uma proa geral sul, para lá rumaram.

Envolvidos pelo erro de posição geográfica, pois julgaram ter voado próximo a Belém, a proa sul se mostrava viável. Ocorre que os sinais de rádio recebidos não provinham das estações pretendidas, e sim, de Goiânia e Barra do Garças - MT. Chegaram a ouvir um indicativo em código morse e, sob pressão emocional e ansiedade, consideraram-no como sendo o indicativo de Marabá.

Predispostos a crerem estar no rumo de Marabá, os pilotos seguiram as marcações do ADF. A predisposição é salientada ao escutarem os dois únicos indicativos do NDB de Goiânia. Todos os estímulos são ajustados de forma a corroborar a predisposição de atingir Marabá. A atenção estava fascinada com tal hipótese, de forma que a tripulação manteve-se em vôo nivelado, até que, frustrada, verificou que a alternativa seria o pouso forçado.

É interessante lembrar que a fascinação da atenção foi observada em pleno processo de ansiedade. A gravação enfatiza: - (...) "que isto não passe de um sonho"... " Que isto não passe de um sonho para todos nós"...

Verifica-se então, sob o enfoque psicológico, que o excesso de confiança do comandante na sua navegação, do co-piloto no comandante da aeronave, de ambos no plano computadorizado, agravado pelos diversos aspectos psicológicos já mencionados, máxime para aqueles voltados à falha perceptual, fixação de atenção e à predisposição a acreditar estarem num rumo correto, redundaram na situação emergencial, tornando irreversível o acidente.

#### FATOR MATERIAL

Não houve contribuição do fator material para a ocorrência do acidente.

O exame dos destroços indica que, no momento do impacto, a aeronave estava praticamente nivelada, com os trens de pouso recolhidos, motores girando em catavento ou parados, os flapes baixados a 20% e os tanques de combustível vazios.

Quanto ao desprendimento das cadeiras, a Comissão solicitou à Divisão de Homologação Aeronáutica do IFI-CTA, um parecer sobre as falhas ocorridas com a estrutura do piso, das cadeiras e suas fixações, que levaram ao colapso total das mesmas conforme já descrito.

A avaliação foi efetuada utilizando-se fotos do local do acidente e do interior da aeronave, da apresentação de duas gravações de vídeo realizadas no local do acidente, no levantamento de dados e distâncias medidas pela equipe de investigação e nas inspeções efetuadas nas partes das poltronas retiradas (pernas e fixações). A partir destes dados foram efetuadas as seguintes observações e análises:

#### Estimativa do Fator de Carga Horizontal Máximo:

Foram utilizados os seguintes dados:

Velocidade de aproximação = 205 km/h (111 kt).

Distância percorrida após o corte das asas = 30 m.

Considerou-se a hipótese de que o fator de carga máxima ocorreu durante o corte das asas e isto ocorreu com um deslocamento igual à corda na raiz.

A velocidade com que a fuselagem saiu após o corte das asas poderá ser estimada pela distância percorrida (30 m) e com uma desaceleração de 0,5 g, o que nos dá uma velocidade de 60 km/h,

portanto a variação de velocidade no corte das asas foi de 145 km/h.

A aceleração desenvolvida para se ter tal variação de velocidade num espaço de 5 metros nos dá o valor aproximado de "15g".

Embora este valor esteja baseado em estimativa e hipóteses, podemos ver que provavelmente a aceleração desenvolvida foi maior que a utilizada no PROJETO DA AERONAVE, estabelecida em 9g.

#### Análise do Piso da Aeronave

Pelas fotos e pelas gravações do vídeo pôde-se observar que o piso de cabine de passageiros ficou destruído. A parte inferior da fuselagem apresentou deformações muito grandes, causadas por impacto direto com as árvores.

Pôde-se ver que as divisórias da cabine estavam com deformações causadas pelo rebaixamento do teto.

As poltronas que permaneceram incólumes no local estavam na região do piso que não sofreu deformações significativas.

Um dos requisitos para homologação e aprovação da aeronave (FAR 25) preconiza que as portas e saídas de emergência devem funcionar adequadamente após um "minor crash", isto é, com desaceleração de até 9g. Duas portas (dianteira esquerda e traseira direita) e as saídas de emergência sobre as asas ficaram emperradas, devido às deformações da fuselagem.

#### Análise das Falhas das Poltronas e suas Fixações

As poltronas são de fabricação da WEBER Aircraft Corporation.

Normalmente a parte dianteira das pernas falha por compressão, o que era de se esperar numa aplicação de carga para frente ou para baixo, fatos que devem ter ocorrido neste acidente.

Entretanto, existem partes dianteiras das pernas das poltronas que falharam por tração, condição inesperada que não deveria ter ocorrido neste tipo de acidente. Nota-se, nestes casos, que houve solicitações diferentes das esperadas, por exemplo, àquelas devidas às deformações do piso.

Isto pode justificar a liberação de poltronas que se encontravam vazias.

Pelo exposto, conclui-se que neste acidente foram ultrapassados os limites de projeto previstos para esta aeronave, sendo, portanto, de se esperar, a liberação das poltronas.

Não houve necessidade de análise metalográfica das fraturas das poltronas, uma vez que não reside aí a causa das falhas.

As cadeiras dos tripulantes possuem uma borda metálica que acompanha o estofamento do encosto. Esta borda não possui uma cobertura protetora. Durante os impactos, o co-piloto bateu com a cabeça contra a referida borda, vindo a sofrer lesão grave com suspeita de fratura na parte posterior da cabeça.

A Comissão constatou que a proteção da borda da cadeira foi motivo de DIVOP (Divulgação Operacional) emitida pelo DAC, mas não considerado pela Operadora.

#### FATOR OPERACIONAL

##### Meteorologia

As cartas meteorológicas de tempo significativo do dia 03 de setembro de 1989 indicavam ausência de formações em toda a região sobrevoada pelo PP-VMK.

Os Boletins Meteorológicos (METAR) das 20:00 e 21:00 UTC de Marabá, Belém e Carajás indicavam condições satisfatórias para a realização de voo visual.

Pelas declarações dos pilotos, as condições de névoa seca e/ou fumaça, características dessa época naquela região, dificultaram a aproximação para o pouso no trecho Imperatriz - Marabá, etapa anterior ao acidente. Essas condições se apresentaram um pouco mais deterioradas devido à proximidade do pôr-do-sol no local onde foi realizada a descida.

Pela tabela, o pôr-do-sol em Marabá e em Belém ocorreu às 21:16 UTC.

No local onde foi realizada a descida, cerca de 250 milhas náuticas a oeste de Marabá, o pôr-do-sol foi calculado ter ocorrido às 21:33 UTC.

O PP-VMK atingiu o FL 040, nesta área considerada, aos 21:28 UTC, cerca de cinco minutos antes do pôr-do-sol.

O pouso forçado na selva ocorreu aos 23:50 UTC, em condições de noite escura, sem pontos de referência externa.

As dificuldades de visualização, devido à proximidade do pôr-do-sol, e à névoa seca, contribuíram para as dificuldades de orientação quando da tentativa de localizar Belém ou outro ponto marcante.

##### Infra-estrutura

O voo pretendido pelo PP-VMK teria como auxílios balisadores de proa os VOR/DME e NDB de Belém e de cauda os VOR/DME e NDB de Marabá.

Todos esses auxílios à navegação permitem a superposição de sinais de VOR/DME e de NDB no nível voado, o que assegura uma navegação completamente apoiada nos auxílios da origem (Marabá) e do destino (Belém).

Aproximadamente a meia distância entre Marabá e Belém ainda se encontra Tucuruí, cujos auxílios (NDB e VOR/DME) possibilitam tomadas de marcações relativas, assegurando uma alternativa de controle de navegação em altitude, em caso de falha dos auxílios à navegação de Belém. A sintonização destes auxílios teria, de imediato, indicado que o rumo voado era divergente e incorreto para Belém. Bastaria para isso um cheque cruzado com a carta de rota. Porém, não foi realizado.

Distantes do destino planejado cerca de trinta minutos de vôo, encontram-se São Luis e Macapá, ambos com superposição de cobertura de NDB e VOR/DME em relação aos auxílios de Belém.

A Oeste de Marabá (radial 270), na distância calculada (240 NM), onde o PP-VMK desceu para o FL 040, os auxílios mais próximos eram os de Santarém, Altamira e Carajás, distantes mais de 180 NM, portanto fora de suas coberturas nominais que são de aproximadamente 80 NM no FL 100.

Todos os auxílios foram inspecionados no dia subsequente ao acidente e considerados como operando normalmente. Entretanto, pelo exposto anteriormente, o PP-VMK encontrava-se em uma região e em um nível de vôo onde não se tem cobertura dos auxílios da FIR Belém.

Os canais de comunicação do ACC Belém em HF não estão sendo gravados, porém através do livro de registro de comunicações e das declarações dos operadores do ACC, foi constatado que o procedimento de descida aprovado pelo ACC Belém pautou-se nas solicitações e informações do PP-VMK quanto à sua intenção e credibilidade de posição no espaço, entendendo-se, sem que a aeronave tenha declarado, que a mesma encontrava-se com alguma dúvida quanto à sua posição.

Foram também utilizadas, como auxílios para Belém, duas emissoras comerciais, Rádios Guajará e Liberal, respectivamente, 1270 KHz e 1330 KHz. Todavia, pela distância que se encontravam de Belém, e a baixa altitude em que voavam, tornou-se muito difícil a obtenção de marcações confiáveis destas rádios-difusoras.

As marcações obtidas, acusadas pelos pilotos e confirmadas pelo FDR, indicavam o rumo geral sul (aproximadamente 200 graus).

As rádio-difusoras, com freqüências iguais ou próximas às que foram selecionadas e com maior probabilidade de sintonia pelo PP-VMK, seriam a Rádio Clube de Goiânia (1320 KHz) e a Rádio Brasil Central (1270 KHz), ambas da cidade de Goiânia e ao sul.

As distâncias entre a aeronave e aquelas estações eram maiores que a distância para Belém, porém a grande variação de potência de transmissão de rádio-difusoras e as condições atmosféricas de propagação de ondas eletromagnéticas contribuíram para que os ADF do PP-VMK captassem os sinais das estações ao sul e não as de Belém, afastando a aeronave em vez de aproximá-la de Belém.

A emissão dos sinais dos auxílios de rádio-navegação sofre interferências de solo, portanto, seus alcances são proporcionalmente maiores, quanto maior for a altitude de vôo da aeronave. No local onde o PP-VMK desceu não seria possível a obtenção de nenhum auxílio primário de navegação (VOR/DME e NDB). Entretanto, marcações de rádio-difusoras foram recebidas, tudo devido à potência e característica de transmissão e aos fenômenos atmosféricos que afetam essas transmissões.

Quanto à recepção equivocada dos sinais de Marabá e Carajás, sabe-se que as distâncias da aeronave para Barra do Garças e Goiânia eram bem maiores que as distâncias para Carajás e Marabá. Em condições normais, os ADF não captariam aqueles rádio-faróis. Entretanto, por fenômenos atmosféricos já citados, findaram por serem recebidos.

Com a finalidade de esclarecer este fenômeno de receptividade, um avião-laboratório do GEIV, baseado nos dados do FDR, CVR e nas declarações dos tripulantes, repetiu parte da rota voada pelo PP-VMK, entre os pontos de coordenadas 10°41'S/052°21'W e 08°00'S/054°04'W, no FL 085, das 22:13 às 22:34 UTC. Durante este vôo foram recebidas marcações em tolerância de acordo com os critérios de avaliação no Brasil e recomendados pela OACI, porém sem identificação dos rádio-auxílios de GOI e BAG. Quando do abandono da área de avaliação para Cachimbo, no FL 110, foi observada a identificação de ambos NDB (GOI e BAG).

Em que pesem os tons de identificação recebidos no FL 110, na rota para Cachimbo, devido à distância de cerca de 600 NM para os auxílios, as marcações recebidas eram oriundas da propagação ionosférica de ondas eletro-magnéticas.

Em face disto, conclui-se que os NDB BAG e GOI apresentam marcações intermitentes naquela área, não se considerando cobertura

confiável de auxílios, por não existir a identificação dos mesmos. Este fato ainda justifica as variações apresentadas pelos ponteiros dos ADF e a proa geral voada no trecho final do voo.

Foi observada alguma dificuldade do ACC Belém em atender à solicitação do PP-VMK para colocar em operação a infra-estrutura de Carajás. Não obstante a brevidade dos 57 minutos dispendidos, do momento do início das providências para a entrada em operação daquele aeródromo, acredita-se que acionamentos de infra-estrutura de aeródromos para situações de emergência devam ser objeto de estudo e criada uma legislação específica.

O ACC Belém cobre, em VHF, toda a área do voo planejado (Marabá-Belém) e suas alternativas, no nível 290, entretanto, os contatos com o PP-VMK só se deram em HF, pelo fato do mesmo estar fora da cobertura VHF daquele Centro.

O contato em VHF do PP-VMK com o RG-266, outra aeronave que se aproximava de Belém, só foi possível enquanto as duas aeronaves voavam em altitude, mas não era possível com os rádios de comunicação VHF de Belém.

Em VHF é prevista a escuta da frequência 121.5 MHz e no hemisfério sul o silêncio rádio, aos 15 e 45 minutos de cada hora. Isto poderia ter sido usado numa tentativa de contato com outras estações e/ou aeronaves, o que facilitaria a localização e orientação da aeronave ainda em voo.

Não foi utilizado o serviço de recalada (VHF-DF), disponível no ACC Belém, por ser este serviço atrelado às comunicações em VHF, não conseguidas pelo piloto.

As interdições dos aeródromos de Belém e Santarém pelo ACC Belém deram-se em cumprimento ao estabelecido na IMA 100-12 de 22 de outubro de 1987, e em função das informações do PP-VMK fornecidas àquele órgão de controle.

#### ASPECTOS OPERACIONAIS

Pelos fatos e circunstâncias presentes nesta investigação, a Comissão pôde verificar que, apesar de os inúmeros fatores que contribuíram para a desorientação do voo e para o acidente terem seus mecanismos disparados por desvios psicológicos, suas ações se manifestaram no campo operacional.

Seguindo a cronologia dos eventos, os itens mais relevantes foram:

- seleção de uma proa incorreta;
- incapacidade de verificar o erro em tempo hábil;

- descida para níveis baixos sem a certeza da recepção dos auxílios do destino planejado;
- utilização de marcações de rádio-difusoras e de auxílios NDB sem a devida identificação dos mesmos;
- atuações insuficientes para uma correta localização antes e após a identificação do erro inicial (proa incorreta).

Também contribuiu para aumentar as dificuldades de localização, o voo nivelado a baixa altitude, até que o combustível se esgotasse. O voo em altitude permite um baixo consumo, além de aumentar a recepção dos sinais dos auxílios-rádio, à volta.

#### 1. Descida sem referência

Reforçados pela redução da milhagem voada, indicada na tela (DISPLAY) do PMS, os tripulantes abandonaram o nível de cruzeiro sem terem obtido qualquer sinal de rádio-navegação, que confirmasse a distância e a proa para Belém (pelo FDR às 20:59 UTC). Quando atingiram o FL 200, nivelaram.

Segundo as declarações do comandante, ao atingir esse nível, continuou as tentativas de orientação-rádio e de visualização do terreno através do radar de bordo na posição "mapeamento". O radar havia sido checado e estava bom, no entanto não "pegava" a ilha nem a cidade, apenas um rio. Apesar desses indícios de que a área sobrevoada provavelmente não era as proximidades de Belém, os tripulantes não tiveram seus mecanismos internos de alerta disparados. A "distância PMS" havia passado de zero, provável vertical de Belém, e já estava em contagem negativa (afastando-se 30 NM), isto é, já teriam ultrapassado Belém. O tempo decorrido nesse nível foi de dezoito minutos.

As 21:20 UTC, o RG-254 informou para a rádio Belém, na frequência 8855 KHz, que continuava sem contato com o Centro Belém em VHF e solicitou prosseguir descendo, no que foi autorizado até o FL 040.

A descida foi continuada, agora na proa 090 graus (proa inversa de 270 graus) até a "vertical estimada do destino", onde chegou, às 21:29 UTC e no FL 120.

As 21:28 UTC, o RG-254 foi informado pelo Centro Belém de que o pouso estava livre, caso estivesse avistando Belém. Seguiu-se aí um apego às referências visuais (leito de um rio) e aos instrumentos, após sintonizarem a frequência de duas emissoras comerciais.

A identificação destas rádio-difusoras selecionadas não foi positiva. Em uma delas era transmitido um programa esportivo. Devido às dificuldades de clareza e intensidade, essa frequência foi abandonada e a escuta de uma outra rádio foi mantida. O programa que estava no ar era um programa religioso e não foi recebido o indicativo da estação. As proas encontradas no FDR indicam que as oscilações dos ponteiros (das marcações) eram provavelmente inferiores a 10 graus para cada lado, portanto, consideradas confiáveis, exceto pela falta de identificação da rádio.

De acordo com as declarações dos tripulantes, os rádios de bordo foram checados pelos corta-circuitos e por todos os procedimentos alternativos recomendados, sem que a "pane" fosse detectada. Para eles alguma coisa não estava correta, possivelmente seria uma pane no porão eletro-eletrônico (ECO-ECO), abaixo da cabine, fora do alcance físico e técnico.

As 21:55 UTC, o RG-254 confirmou estar sintonizando as rádios Guajará e Liberal, e sem comunicação em VHF.

As 22:06 UTC, o RG-254 informou estar com 01:40 de autonomia, no FL 040 e solicitou as condições meteorológicas de Belém (METAR-SBBE) que lhe foram fornecidas pelo ACC-BE. Em seguida, informou o recebimento e que acusaria avistando o aeródromo de Belém. O Centro Belém interrogou se o RG-254 estava recebendo marcações do NDB e VOR/DME de Belém. O RG-254 informou estar recebendo somente as rádio-difusoras locais.

Em resposta, e por estar o aeródromo interditado para pousos e decolagens, aguardando o pouso do RG-254, o Centro Belém autorizou a descida para 2000 pés, ajuste 1007 hpa e deu instruções para prosseguir para o pouso em condições visuais. O RG-254 entretanto, manteve o FL 040.

As 22:42 UTC, assumiu a posição no Centro Belém um Coordenador de Busca e Salvamento, que estabeleceu contato com o RG-254.

O reconhecimento de que havia saído de Marabá na radial incorreta deve ter ocorrido, aproximadamente, às 22:45 UTC, motivado por estímulos externos (tempo de voo e a observação do Cruzeiro do Sul) que levaram o co-piloto a comentar a demora em chegar, a ação simultânea do comandante em consultar a carta de aerovias inferiores e do co-piloto em consultar a carta de descida (arco DME) de Belém.

Da decolagem, às 20:35 UTC, até o momento do referido reconhecimento, haviam decorrido duas horas e dez minutos, das quais uma hora e quatorze minutos voados no FL 040, tempo precioso que foi gasto na tentativa de encontrar o destino.

Ao se descobrir fora da área em que até então pensava encontrar-se, o piloto projetou a sua posição estimada. Pelos seus cálculos iniciais, estaria a sudoeste de Marabá, já na cobertura de outra Carta de Rota: a L-3. A confiabilidade dessa posição, em função do grande número de curvas realizadas, das diversas proas tomadas sem o controle do tempo de cada uma, era impossível. Seria necessária uma marcação confiável.

O comandante pediu ao co-piloto que lhe alcançasse a Carta de Rota L-3, uma carta de baixa altitude que fornece mais dados no terreno, maior número de auxílios, enfim maior número de recursos para as aeronaves que voam a baixa altura, com maiores restrições.

Enquanto aguardava a Carta, o comandante iniciou a subida para o FL 085 para economizar o combustível e informou ao Centro Belém que estava na proa 350 graus, sintonizando Santarém.

Segundo declarações do comandante, estava com cerca de 2.200 quilos de combustível, motivo pelo qual decidiu subir lentamente para voar mais tempo, e optou por nivelar no FL 085, que alcançou com 1.800 quilos de combustível.

A Carta de Rota de Aerovia de Baixa, L-3, não foi encontrada pelo co-piloto, apesar de estar a bordo. Como alternativa, o comandante decidiu por sintonizar os rádio-faróis (NDB) de Carajás e Marabá, cujas frequências foneceram marcações de proa, porém sem o tom de identificação, importante dado que garante a confiabilidade da sintonia.

As 23:05 UTC, o RG-254 acusou estar com proa 190 graus e, um minuto depois, acusou proa 170 graus de Marabá e também recebeu Carajás.

A partir de então as proas, conforme o FDR, indicam o sentido geral do rumo sul, e após 23:15 UTC, a aeronave se estabilizou na proa 165 graus.

Pelos cálculos baseados nas marcações obtidas, a posição estimada do RG-254 seria a sul-sudeste de Santarém e a noroeste de Marabá-Carajás.

Tendo sintonizado Santarém, cuja marcação de proa recebeu 350 graus, sintonizou também Marabá e Carajás, cujas marcações de proa eram aproximadamente 170 graus.

Pelo FDR, o RG-254 tomou a proa 165 graus às 23:08 UTC, tendo voado nessa proa até três minutos antes do fim das gravações.

Os preparativos para o pouso forçado tomaram grande parte dos últimos trinta minutos disponíveis de gravação do CVR.

Os pilotos decidiram voar nivelado até que o combustível se esgotasse, para então fazerem uma descida, em voo planado, até alcançarem a copa das árvores. A descida foi iniciada após a parada do motor 1, com pouco menos de cem quilos de combustível indicado. Cerca de um minuto após o motor 2 parou, e as gravações se encerraram. Foi utilizada a configuração de flapes na posição 2, e trens recolhidos.

Até serem resgatados, os tripulantes tinham certeza de que haviam voado na proa de Marabá.

Na realidade, haviam se afastado daquele auxílio na proa sul, tendo passado a cerca de 100 NM no través da localidade chamada Cachimbo, quando ainda tinham mais de trinta minutos de autonomia, o que lhes permitiria voar aproximadamente 105 NM.

## 2. Dificuldades de localização e orientação

Concorreram para a incapacidade da tripulação em verificar o erro de navegação, os fatos (procedimentos) e circunstâncias que se seguem:

- a falta de consulta às "cartas de rota", para cruzar as informações do Plano de Voo, com os auxílios disponíveis;
- a utilização da indicação de distância do PMS como instrumento de navegação, para o início da descida;
- o "reforço de posição geográfica" (vertical do destino) dado pelo PMS e a indicação, através da contagem negativa, de que estavam se afastando do destino;
- em função do reforço, a descida para níveis baixos, reduzindo a possibilidade de recepção dos auxílios de rádionavegação;
- seguir por longo tempo a proa das rádio-difusoras selecionadas como alternativa, sem a devida identificação (procedimento alternativo recomendado);
- pesquisa insuficiente frente às anormalidades que se apresentavam. Na realidade, a falha era uma deficiência na navegação

e os pilotos se ativeram a um possível problema com os rádios ou com as bússolas;

- perda da noção de tempo, em função das tarefas desenvolvidas na cabina, das pistas falsas fornecidas ocasionalmente pelos instrumentos utilizados (PMS e ADF) e da redução de velocidade.

Quanto às dificuldades encontradas para se reorientarem, o insucesso obtido se deveu aos fatos que se seguem:

- os pilotos não conseguiram localizar-se corretamente após tomarem conhecimento de que estavam fora da área até então considerada;
- as buscas de localização por tempo/velocidade/proas voadas não resultaram satisfatórias, tendo em vista a grande variedade de curvas e proas tomadas, sem a cronometragem dos tempos dispendidos;
- o vôo estava sendo conduzido fora da cobertura dos auxílios selecionados, tendo em vista a distância em que se encontravam destes auxílios;
- a seleção de outros auxílios (Cachimbo, Alta Floresta, etc) foi prejudicada, provavelmente devido à suposição de que a carta JEPPESEN, então em uso, não forneceria os dados existentes na carta L-3, não localizada pelos pilotos e mais tarde encontrada nos destroços;
- Os pilotos receberam marcações de rádio-faróis sem a identificação;
- afastamento demasiado na proa sul, por perseguição de sinais emitidos por estações diferentes das pretendidas (Goiânia e Barra do Garças, ao invés de Marabá e Carajás);
- a ilusão de que nunca estiveram perdidos; e
- a baixa altitude em que nivelaram nesta fase do vôo, contribuindo para as dificuldades de sintonização encontradas. Teria sido conveniente a ascensão para níveis mais altos.

#### COORDENAÇÃO DE TRÁFEGO

O Centro Belém poderia ter questionado o RG-254, que por 01:10 hora dizia estar próximo a Belém, a baixa altitude, sem contudo acusar um contato positivo. Entretanto, sem que a aeronave tenha declarado "emergência", informando suas intenções, o ACC Belém, neste período, tomou as seguintes providências:

- às 21:35 UTC, trinta minutos após o estimado do RG-254 para a entrada na TMA, declarou a aeronave em situação de "INCERTEZA", interditando o aeródromo de Belém para pousos e decolagens;
- permaneceu mantendo contato com a aeronave, assessorando sua descida e fornecendo informações meteorológicas tranquilizantes de Belém;
- indagou se a aeronave não estava recebendo marcações dos auxílios de Belém, informando ao mesmo tempo que tais auxílios operavam normalmente;
- fez várias chamadas para a aeronave em vôo e, não obtendo respostas, acionou o SELCAL (Sistema de Chamada Seletiva) da mesma, até obter a informação de que ela estava prosseguindo para Santarém;
- interditou Santarém para pousos e decolagens;
- acionou Carajás visando a preparação daquele aeródromo para um pouso de emergência do PP-VMK; e
- à 01:35 UTC expediu rádio DETRESFA, acionando os recursos SAR.

A Comissão observou que o fato do piloto não ter utilizado as cartas de navegação para corroborar as informações do plano de vôo, ter utilizado o PMS como instrumento da navegação, ter seguido marcações de auxílios-rádio sem a devida identificação dos mesmos, entre outros, denota um afastamento da doutrina prevista no Manual de Operações da Empresa, para a condução do vôo.

#### ANÁLISE DO POUSO FORÇADO

Os manuais de vôo não fazem qualquer referência ao procedimento de pouso forçado fora da pista, com ou sem motor, para o B-737-200. Como referência alternativa, é previsto o pouso na água nos procedimentos de emergência (DITCHING).

Pelo exposto os pilotos não tinham à sua disposição instruções suficientes e adequadas para realizarem os procedimentos mais corretos para essa manobra e suas ações.

Os tripulantes decidiram aguardar em vôo nivelado, no FL 085, a parada dos motores pelo esgotamento do combustível a bordo.

Na gravação do CVR, é possível ouvir-se os pilotos discutirem várias vezes os procedimentos que iriam adotar após a parada dos motores.

Em nenhum momento aventaram a possibilidade de uma descida controlada. Os pilotos também não efetuaram qualquer consulta à seção de procedimentos anormais (Abnormal Procedures) dos manuais

de vôo, disponíveis a bordo, conforme é recomendado pelo fabricante e pela operadora, nos casos de procedimentos não usuais.

O APU foi mantido ligado para suprir de energia elétrica a aeronave, após a parada dos motores.

A preocupação toda ficou voltada para a possibilidade de encontrar a pista alternativa de Carajás e/ou o pouso forçado na selva.

Quando o motor Nº 1 parou, a descida foi iniciada. O combustível indicado era de cerca de cem quilos.

Cerca de dois minutos mais tarde o motor 2 e o APU pararam por falta de combustível.

Os tripulantes passaram o "Stand by Switch" para a posição "battery" para que os instrumentos de vôo, de navegação e comunicação pudessem operar até o pouso.

A descida foi feita em vôo planado. O comandante controlou pelos instrumentos a velocidade e a razão de descida. O co-piloto anunciou os parâmetros e os níveis que foram cruzados durante a manobra.

Devido ao baixo nível de combustível dos tanques principais, as bombas do sistema hidráulico (refrigeradas pelo combustível) apresentaram superaquecimento.

Após a parada dos motores, as bombas do sistema A (mecânicas) apresentaram baixa pressão e, por isso, foram desligadas. Os pilotos disseram que essa foi uma ação reflexa, sem explicação.

Os flapes pararam na posição 2 por falta de pressão hidráulica.

Uma das bombas do sistema B foi mantida ligada.

Segundo os pilotos, na descida a velocidade foi mantida próxima à de atuação do "Stick Shaker", cerca de 150 kt, a qual proporcionava uma razão menor que 1000 ft/min.

O co-piloto disse lembrar-se de ter anunciado as razões e as velocidades até cruzarem 1000 pés de altitude.

Pelos cálculos baseados no gráfico de velocidade versus peso, para a configuração de flape (interpolação), a velocidade de atuação dos "Stick Shaker", para o peso de 33.500 quilos, esteve abaixo de 115 kt (flape 1) e bastante acima de 108,5 kt (flape 5).

Os ensaios realizados em simulador por pilotos de prova e engenheiros de ensaio, produziram os parâmetros que se seguem:

- o simulador utilizado não estava programado para efetuar o vôo planado. Os motores foram utilizados em "Idle". O peso mais baixo conseguido foi de 33.506 quilos;
- o "Stick Shaker" atuou entre 116 e 118 kt;
- a razão de descida variou de 1000 a 1200 ft/min de 8500 a 5000 ft de altitude. Abaixo de 5000 ft, a razão caiu para cerca de 1000 ft/min. O ângulo de ataque ficou entre 8 e 9 graus de "Nose Up". O flape foi mantido na posição 2;
- o tempo de descida até 1000 ft foi de oito minutos;

Em outras tentativas conseguiu-se o vôo com o APU em funcionamento e os motores cortados. Os resultados não foram completamente avaliados.

Passando à análise dos dados encontrados, podemos concluir que, quando os motores e o APU silenciaram, as condições em que a aeronave se encontrava eram:

- em vôo com o "Stand by Switch" em auto, a bateria passou automaticamente a suprir de força alternada os instrumentos de controle, os instrumentos de navegação do comandante e os rádios de comunicação;
- como a temperatura local não é propícia ao congelamento, não comentaremos a perda de proteção contra a formação de gelo;
- todos os faróis da aeronave ficaram inoperativos;
- a falta de combustível nos tanques impediu a refrigeração das bombas hidráulicas do sistema B. As bombas superaqueceram e, de acordo com o AFM, essa condição provoca o corte ("Shut Down") da respectiva bomba no modelo B-737-241.

Quando os avisos de baixa pressão das bombas do sistema A (mecânicas) se iluminaram, os tripulantes desligaram as respectivas bombas.

As bombas, quando os motores estão em "Windmill" (girando pela força do vento), geram uma pressão suficiente para atuar o sistema hidráulico (baixar os flapes, evitar o "Manual Reversion", etc).

Colocando os "Switches" das bombas do sistema A para "OFF", as válvulas ("Check Valves") isolam as bombas, o que despressuriza o sistema.

A pressão residual existente na linha do sistema A foi esgotada quando os flapes atingiram a posição 2, situação em que os mesmos foram encontrados.

O "Switch" de uma das bombas do sistema B foi mantido em "ligado", o que pode ter produzido alguma pressão e evitado o

endurecimento dos comandos pela falta de pressão nos atuadores hidráulicos ("Manual Reversion"). No entanto, as bombas do sistema B nesse tipo são cortadas automaticamente quando o sensor de temperatura sente um superaquecimento, fato que provavelmente ocorreu.

O contato com as árvores foi estimado ter ocorrido com velocidade superior a 115 kt e razão de descida em torno de 800 ft/min.

A maior configuração de flape a ser usada, tendo em vista a possibilidade da perda de um dos motores, seria a de flape 25° com trem recolhido.

A aeronave em condições monomotor com trem em baixo não consegue voar com flape baixado mais de 15°.

A aeronave sobrevoou, nos últimos dez minutos de vôo, algumas luzes. Essas luzes indicam a existência de vida no local (vilas, fazendas, etc), além de serem pontos de referência para o pouso em emergência. Nesse acidente, o pouso ocorreu numa área de florestas com árvores de até 35 metros de altura, a cerca de 6 km (3.7 NM) de um extenso pasto (mais de 15 km X 10 km), sem obstáculos e em terreno com suaves ondulações (plano). Nessa área existem algumas fazendas, todas equipadas com geradores elétricos.

Os tripulantes não consultaram as instruções disponíveis a bordo para executar a manobra (descida, "ditching", etc). Essa consulta faz parte da doutrina operacional da empresa e, se realizada, poderia ter contribuído para reduzir os danos durante o pouso forçado.

## V. CONCLUSÃO

### 1. Fatos

- a. Os pilotos estavam com seus Certificados de Capacidade Física (CCF) e de Habilitação Técnica (CHT) válidos.
- b. As quarenta e oito horas que antecederam ao acidente nada configuraram que pudesse ter interferido ou reduzido o desempenho dos pilotos.
- c. A investigação do Fator Humano considerou os pilotos em condições fisiológicas e psicológicas adequadas para realizar o vôo.
- d. A aeronave estava com Certificado de Aeronavegabilidade válido, não tendo sido encontradas discrepâncias no Livro de Bordo que pudessem apresentar contribuição para o acidente.
- e. A manutenção e as revisões foram consideradas periódicas e adequadas.

- f. Todos os auxílios da FIR Belém encontravam-se operativos e sendo recebidos por outras aeronaves que voavam naquela FIR, à exceção do NDB de Carajás (conforme NOTAM classe II 05/05/88, de 20 Out 88).
- g. As frequências do Serviço Móvel Aeronáutico (SMA) para comunicação com os órgãos localizados na FIR Belém estavam disponíveis e operando normalmente.
- h. Durante os cheques que antecederam a partida dos motores, o comandante consultou o Plano de Vôo Computadorizado fornecido pela Empresa e inseriu, por falha de percepção, a radial 270 no curso do HSI. A correta seria 027. O co-piloto, ao retornar de inspeção externa, inseriu no seu HSI, por imitação, a mesma proa observada no instrumento do comandante.
- i. O Plano de Vôo Computadorizado IADS é utilizado desde 1986 pelos tripulantes da Empresa, tendo recebido três revisões para o B-737-200, desde sua efetivação até a data do acidente.
- j. Sua representação gráfica admite dificuldade discriminativa visual na leitura. O rumo magnético é representado por quatro dígitos, sendo o último décimo de grau, porém não existe separação por ponto decimal (0270 = 027.0).
- k. As Cartas Meteorológicas de Tempo Significativo, no dia 03 de setembro de 1989, indicavam a ausência de formações em toda a região sobrevoada pelo PP-VMK.
- l. A aeronave subiu para o FL 290 e manteve a radial 270 de Marabá por cerca de quarenta minutos.
- m. No suposto ponto ideal de descida, o RG-254, utilizando apenas as informações do PMS, desceu para o FL 200, sob aprovação do ACC-Belém. Mesmo sem indicação dos auxílios-rádios e sem contato em VHF, continuou estimando sua posição tão somente pelas indicações decrescentes do PMS.
- n. Acreditando ter ultrapassado a vertical de Belém, optou por regressar na proa oposta (090 graus), descendo para o FL 040.
- o. Sintonizou as frequências das rádio-difusoras 1330 KHz, 1270 KHz e 1420 KHz, tendo a indicação aproximada da proa 165° que coincidia com a direção de um rio, de dimensões marcantes.
- p. As restrições de visibilidade devidas à proximidade do pôr-do-sol e à névoa seca contribuíram para as dificuldades de

- orientação encontradas pelo piloto, quando da tentativa de localizar visualmente Belém ou outro ponto significativo.
- q. A aeronave manteve a proa geral sul (165, 170 graus, etc) por setenta e quatro minutos, mantendo o FL 040 enquanto tentavam identificar o tipo de problema ocorrido.
  - r. Quando da descoberta do erro na proa de saída, subiu para o FL 085 e sintonizou as frequências do NDB de Carajás e Marabá, 320 KHz e 370 KHz, respectivamente, não as tendo identificado.
  - s. Acreditando estar recebendo marcações dos auxílios Marabá e Carajás, aproou-os até ocorrer a parada dos dois motores por falta de combustível. Na realidade, as marcações obtidas eram dos NDB de Goiânia (370 KHz) e Barra do Garças (320 KHz).
  - t. A descida até o pouso forçado foi realizada no escuro e sem referências externas.
  - u. A aeronave sofreu grande desaceleração, resultando em danos irrecuperáveis. Dos 54 ocupantes, doze faleceram e diversos ficaram gravemente feridos em consequência dos impactos e do deslocamento das cadeiras da cabine dos passageiros.
  - v. A desaceleração da aeronave no impacto excedeu o limite estrutural previsto para a fixação das poltronas da cabine de passageiros.
  - x. A aeronave foi encontrada nas coordenadas 10°46S/052°21W, cerca de 44 horas após o acidente.

## 2. Fatores contribuintes

### a. Fator Humano

- (1). Aspecto fisiológico - Não contribuiu para o acidente.
- (2). Aspecto psicológico - Contribuíram para o acidente as variáveis psicológicas situacionais seguintes:
  - (a). Percepção enganosa - Na leitura do plano e inserção de proa incorreta pelo comandante.
  - (b). Reforçamento - Na leitura e inserção de proa incorreta pelo co-piloto e conferência com a proa colocada pelo comandante.
  - (c). Atenção marginal e nível de atenção - O não reconhecimento de condições que significariam estar distante do objetivo: solicitação de "ponte VHF" quando as outras aeronaves falavam normalmente com o Controle; "recepção" de emisoras comerciais, e não recepção dos NDB do destino, etc.

- (d). Predisposição - Manutenção do estímulo de estar indo para o objetivo fixado (Belém).
  - (e). Duração da predisposição - Manutenção do FL 040 por longo tempo.
  - (f). Reforçamento da predisposição - Recepção de marcações ao selecionar frequências de rádio-difusoras de Belém.
  - (g). Fixação da atenção - Busca permanente de proas, contatos rádio ou contornos de rios, como alternativa, para sua chegada ao objetivo fixado.
  - (h). Bloqueios - Demora em identificar o engano inicial de proa e plotar-se na navegação.
  - (i). Erro de posição geográfica.
- b. Fator Material - Não contribuiu para o acidente.
- c. Fator Operacional
- (1). Deficiente supervisão - Representação gráfica inadequada do Plano de Vôo Computadorizado.
  - (2). Deficiente coordenação de cabine - Não houve supervisão nas atividades de cabine. As ações não foram supervisionadas, porém imitadas.
  - (3). Deficiente pessoal de apoio - A falta de um contato rádio por parte da Coordenação de Vôo da operadora com a aeronave em vôo, após o significativo atraso do pouso em Belém, podendo assim quebrar a cadeia de eventos do acidente.
  - (4). Aspecto piloto caracterizado por influência do meio-ambiente - Dificuldades de visualização devido ao pôr-do-sol e à névoa seca. Marcações de auxílios-rádio recebidas de grande distância, oriundas da propagação ionosférica de ondas eletromagnéticas.
  - (5). Aspecto piloto caracterizado por deficiente planejamento - Falta de consulta às cartas de rota para cruzar as informações do plano de vôo.
  - (6). Aspecto piloto caracterizado por deficiente julgamento - Inadequada avaliação e utilização dos equipamentos de rádio-navegação, redundando na perseguição de marcações sem a correta sintonia e identificação.
  - (7). Aspecto piloto caracterizado por outros fatores operacionais - Afastamento da doutrina operacional.

## VI. RECOMENDAÇÕES

1. A VARIG deverá:  
(RS 009/91-A)

- a. modificar a apresentação gráfica do Plano de Voo Computadorizado IADS, visando a facilitar sua visualização. Suprimir no campo MC (Magnetic Course), o dígito decimal para as aeronaves que não o necessitam;
- b. determinar, junto ao Grupo de Voo e em estreita coordenação com o fabricante, que estudos sejam desenvolvidos visando a desenvolver e coletar parâmetros e padronização corretos a serem obedecidos em procedimentos de emergência de pouso forçado, fora de pista. Esta busca de dados deverá ter como escopo a controlabilidade da aeronave nos instantes iminentes do pouso.

O adequado treinamento em simulador, deverá constituir-se em ato contínuo à padronização auferida.

## c. enfatizar junto ao grupo de pilotos:

- a leitura dos NOTAM;
  - a utilização das Cartas de Navegação, como meio prioritário único e confiável de orientação e navegação;
  - o balizamento das rotas através do cruzamento das informações dos auxílios-rádio na área voada;
  - a prática da identificação positiva dos auxílios de rádio-navegação sintonizados;
  - a orientação e confirmação de sua posição geográfica para início da descida;
  - o fornecimento do máximo de informações aos órgãos de controle de voo, no caso de discrepâncias ou anormalidades, visando alimentá-los com subsídios que os permitam prestar um apoio adequado;
  - a necessidade do contato com a Coordenação da Operadora para comunicar as anormalidades ocorridas;
- c. planejar palestras, através de sua área de prevenção de acidentes, com o propósito de alertar seus tripulantes para os limites humanos da atenção, percepção e memória;
  - d. aperfeiçoar seus currículos de sobrevivência na selva, utilizando-se dos ensinamentos advindos da presente experiência. Este trabalho deverá ser acompanhado pelo DAC;
  - e. escalar, na equipe de comissários, pelo menos dois com mais de um ano de experiência na profissão;

f. dotar as aeronaves de equipamento TLE, que atuem por desaceleração, em substituição àquele acionado por imersão, ora empregado na aeronave sinistrada, pelo que se depreende das características das rotas usuais das linhas aéreas, que na sua quase totalidade, são desenvolvidas sobre a área continental.

2. O DAC deverá:

(RS 010/91-A)

- a. restabelecer a obrigatoriedade da existência de "KIT" de sobrevivência na selva, a bordo das aeronaves de Transporte Aéreo Regular, bem como estudar a viabilidade de substituição do fumígeno por outro tipo mais eficiente;
- b. considerar a necessidade de criação, em área pertinente, de um grupo de trabalho para analisar o binômio instrução/verificação, ora utilizado pelas Empresas de Transporte Aéreo Regular.

A automação introduzida nas novas aeronaves tem por finalidade diminuir a carga de trabalho das tripulações. Em contrapartida, cria a necessidade de um maior nível de alerta. No entanto, a confiabilidade desses equipamentos desenvolve uma credibilidade em seu funcionamento que age exatamente ao contrário, deixando que detalhes básicos do voo sejam relegados a um plano secundário, ou até mesmo não considerados, tais como: navegação, orientação espacial, etc.

Este grupo de trabalho deve, portanto, focar, entre outros, os seguintes tópicos:

- currículos atuais de formação dos tripulantes;
- mínimos exigidos no treinamento inicial, periódico e reciclagem;
- doutrina de operações, sua essência, método de transmissão e realimentação;
- atualização técnico-profissional, com a introdução de novos fundamentos (por exemplo a Gerência dos Recursos da Cabina, etc);
- necessidade de formação de instrutores; e
- reavaliação do sistema de verificação de aprendizado.

Na solução destes problemas, novas técnicas de instrução e acompanhamento devem ser buscadas e desenvolvidas em prol da Segurança de Voo.

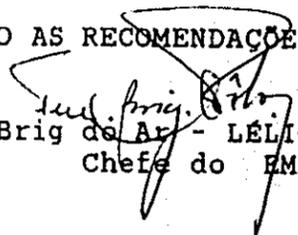
- c. testar, junto com a DEPV, o INPE e o COMTA, o TLE Garret Rescu 99, a fim de reavaliar o quadro apresentado durante as buscas do acidente.
3. A DEPV deverá:  
(RS 011/91-A)
- a. envidar esforços para que todas as comunicações dos Órgãos de tráfego aéreo sejam gravadas;
  - b. normalizar o acionamento de estações-rádio ou aeródromos fora do horário normal de funcionamento para atender a situações de emergência;
  - c. compatibilizar a IMA 100-12 (Regras do Ar e Serviço de Tráfego Aéreo) e a MMA 64-3 (Manual de Busca e Salvamento) no tocante às fases de emergência de uma aeronave e as providências a serem tomadas pelos órgãos de proteção ao voo;
  - d. alertar os RCC quanto à eficácia da busca eletrônica a grande altitude, por emissões de VHF e UHF;
  - e. divulgar entre os órgãos regionais de busca e salvamento, em que pese a fase experimental do Sistema COSPAS/SARSAT, as peculiaridades deste, assim como a sua evolução e estágio atual, estabelecendo canais de comunicação confiáveis para intercâmbio de informações;
  - f. avaliar as dificuldades encontradas na área de logística e infra-estrutura, no tocante ao deslocamento e operação do RCC, bem como das unidades de resgate envolvidas, adotando as medidas julgadas cabíveis.
4. O CECOMSAER deverá evitar que a imprensa, na busca de informações, prejudique os serviços de salvamento e investigação nos acidentes aeronáuticos. Deverá avaliar as situações e conduzir, sempre que necessário, elementos de segurança acompanhando os trabalhos da reportagem. (RS 012/91-A)
5. O CENIPA, através do Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, deverá notificar o Ministério das Comunicações

para que assegure o cumprimento da legislação em vigor no tocante à emissão do prefixo das rádio-difusoras nos intervalos de tempo previstos.

Em, 23/ABR/91

  
PAULO FERNANDO PERALTA - Cel Av  
Chefe do CENIPA

APROVO AS RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA:

  
Ten Brig de Ar. - LÉLIO VIANA LÔBO  
Chefe do EMAER

AJ/NP.-