



CENIPA

COMANDO DA AERONÁUTICA ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA

CENIPA 04

Sistema de Investigação e Prevenção
de Acidentes Aeronáuticos

RELATÓRIO FINAL

AERONAVE	Modelo: CESSNA 550 – Citation II Matrícula: PT-LML	OPERADOR: Riana Táxi Aéreo
ACIDENTE	Data/hora: 15 AGO 1997 - 22:25 Z Local: Bairro Jardim Elisabete Município, UF: Cocal do Sul - SC	TIPO: Perda de controle em voo

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 decolou de Porto Alegre, às 19:00P, com destino ao Rio de Janeiro, conduzindo dois tripulantes a bordo. Por volta das 19:25P, a aeronave foi avistada na localidade de Cocal do Sul (SC). Segundo informações de alguns moradores da localidade, foi percebida uma explosão em voo.

A aeronave partiu-se em vários pedaços, tendo a parte maior colidido com o solo em atitude lateral.

Houve perda total da aeronave e ambos os pilotos faleceram no local.

II. DANOS CAUSADOS

1. Pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	02	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
llesos	-	-	-

2. Materiais

a. À aeronave

A aeronave sofreu danos acima de qualquer recuperação.

b. A terceiros

Houve a destruição parcial de uma residência.

III. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

1. Informações sobre o pessoal envolvido

a. Horas de vôo CO-PILOTO		PILOTO
Totais.....	8.382:00	2.172:00
Totais nos últimos 30 dias.....	10:00	13:00
Totais nas últimas 24 horas.....	02:00	02:00
Neste tipo de aeronave.....	265:50	231:00
Neste tipo nos últimos 30 dias.....	10:00	13:00
Neste tipo nas últimas 24 horas.....	02:00	02:00

b. Formação

O piloto era formado pelo Aeroclube do Espírito Santo desde 1976.

O co-piloto era formado pelo Aeroclube de Jacarepaguá.

c. Validade e categoria das licenças e certificados

Os pilotos possuíam licença categoria Piloto de Linha Aérea e estavam com seus Certificados de Habilitação Técnica válidos.

d. Qualificação e experiência de vôo

Os pilotos eram qualificados e possuíam experiência para o tipo de vôo.

e. Validade da inspeção de saúde

Os pilotos estavam com seus Certificados de Capacidade Física válidos.

2. Informações sobre a aeronave

A aeronave, modelo Cessna 550 e nº de série 550-0013, foi fabricada em 1978 e pertencia à TAM - Táxi Aéreo Marília, tendo sido alocada à Riana Táxi Aéreo em 16 de abril de 1997.

A TAM adquiriu a aeronave em 13 de dezembro de 1988, junto à Citicorp Leasing Internacional Inc. No período de 30 de junho de 1995 a 23 de setembro de 1996, a aeronave foi cedida à ARPA, uma empresa aérea Paraguaia. Nesse período, manteve a matrícula nacional, voando em território paraguaio. A manutenção periódica da aeronave continuou sendo prestada pela oficina da TAM - Táxi Aéreo Marília. Entretanto, informações outras apontam indícios de uma manutenção inadequada em oficina não homologada na cidade de Assuncion, no Paraguai.

Pesquisado junto à oficina homologada da Cessna no Paraguai, esta confirmou não ter executado qualquer tipo de manutenção no período em que a aeronave

permaneceu em Assuncion, mas teve conhecimento de que a aeronave efetuou manutenção naquela localidade.

Quando do retorno da aeronave para o Brasil, foi verificado o surgimento de rachaduras na longarina da asa esquerda, durante a vistoria inicial junto à empresa TAM – Táxi Aéreo Marília. As rachaduras foram inspecionadas conforme prevê o fabricante e foram consideradas dentro do limite de tolerância. Foi recomendado inspecionar novamente após 300 horas de voo.

Estava com seus certificados de matrícula e aeronavegabilidade válidos.

A última inspeção, prevista no plano de manutenção Método II, foi realizada na oficina da TAM - Táxi Aéreo Marília, no dia 11 de agosto de 1997, tendo voado após esta inspeção um total de 10:00h.

A última revisão geral, do tipo IAM, foi também realizada pela TAM, no dia 12 de março de 1997, tendo voado após esta revisão um total de 98:00h.

Quanto ao plano de manutenção da aeronave tipo Citation II cumprido pela TAM na referida aeronave, conforme previsto no manual do fabricante, foi constatado que, em 26 de julho de 1997, houve a troca do motor direito - o motor S/N PCE 70895 com 4.726,7 horas totais e 1.202,4 horas após revisão foi substituído pelo motor S/N PCE 70686 com 7.439,7 horas totais e 3.441,6 horas após revisão. Em 11 de agosto de 1997, houve nova troca do motor direito, retornando o motor anterior.

Os serviços de manutenção foram considerados periódicos e adequados.

3. Exames, testes e pesquisas

A aeronave operava com peso de 12600 lb, dentro dos limites estabelecidos. Da mesma forma o CG estava dentro dos limites.

Foram examinados vários componentes da aeronave, cujas conclusões descrevem-se abaixo:

- foram realizados exames em partes fraturadas da aeronave, que não revelaram a presença de pré-trincas ou defeitos que pudessem ter contribuído para a ocorrência das falhas. As características típicas de cisalhamento constatadas nas peças fraturadas evidenciam que as mesmas romperam por sobrecarga, durante o impacto da aeronave com o solo;

- o motor direito soltou-se em voo devido à aeronave ter ultrapassado o limite estrutural de vários componentes, entre eles, os pontos de fixação do motor. As conchas estavam fechadas, bem como o atuador do reverso. O atuador do reverso do motor esquerdo também estava fechado;

- à exceção do aileron direito e do profundor direito, que foram arrancados por sobrecarga durante a queda da aeronave, evidenciado pelas características de destruição da asa direita e pela marca de *sooting* na empenagem vertical, todos os demais foram encontrados. Os comandos ficaram dispostos seguindo uma linha de destruição na proa 225°. Os primeiros a serem encontrados foram o estabilizador vertical, seguido do profundor esquerdo e estabilizador horizontal. Por último, foi encontrado o aileron esquerdo;

- os filamentos das lâmpadas do painel de controle do reverso não apresentaram estiramentos, indicando que encontravam-se apagadas no momento do impacto da aeronave;

- no painel de direção de vôo, verificou-se que somente o filamento da lâmpada nº 8 (Alt Sel) apresentava estiramentos, indicando que se encontrava acesa no momento do impacto da aeronave;

- da análise dos motores, concluiu-se que não foram encontradas evidências de mau funcionamento causados por deficiência de lubrificação ou obstrução de filtros, em ambos os motores;

- no motor esquerdo, as evidências indicam que o mesmo estava sem potência e sem rotação no momento do impacto com o solo;

- no motor direito foram encontradas evidências de que o mesmo sofreu impacto com o solo no momento em que mantinha somente rotação inercial, sem o desenvolvimento de potência;

- no painel de alarmes não foi possível determinar se a luz de aviso *Cabine 10.000* acendeu em vôo, em razão dos danos sofridos pelo filamento da lâmpada, o que impossibilitou uma análise mais acurada;

- o restante das luzes de alarme estavam, da mesma forma, muito danificadas, dificultando uma análise dos filamentos;

- ambas as válvulas (*safety valve*) de segurança do sistema de pressurização estavam íntegras, limpas e funcionando corretamente. Não foi encontrado travamento que pudesse interferir no sistema de pressurização. Abriam e fecharam normalmente quando testadas;

- o trem de pouso estava baixado;

- o *speed brake* estava aberto;

- com relação à Caixa de Pressurização, apesar da análise técnica do CTA mostrar que não foi possível obter informações mais detalhadas que pudessem contribuir para o acidente, devido o painel de pressurização estar com a parte de trás totalmente destruída, dados coletados durante a ação inicial mostraram que a chave do seletor de pressurização estava na posição *OFF*. O seletor de pressurização é mantido na posição através de um ressalto conjugado por ação de mola;

- foi realizado exame na *Air Cycle Machine (ACM)* e chegou-se à seguinte conclusão: Considerando-se a dinâmica de funcionamento de uma máquina de ciclo de ar (ACM), os requisitos de precisão de seus elementos internos e as características encontradas nos exames visuais e laboratoriais, verificou-se que uma falha no sistema de rolamento a ar provocou um atrito excessivo do eixo com as folhas de rolamento, provocando o desprendimento das travas, que saíram de seu alojamento e posicionaram-se entre o eixo e o *housing*, ocasionando a parada da ACM. Esse fato não acarreta, de imediato, uma perda de pressurização, mas provoca uma elevação de temperatura que, segundo o fabricante, pode atingir no máximo 45°C, vindo a causar desconforto à tripulação;

- o sistema de oxigênio estava carregado. As linhas de distribuição foram danificadas, bem como os painéis de controle do sistema de oxigênio. Ambos foram encontrados com a chave na posição normal. As máscaras dos tripulantes não foram utilizadas, pois foram encontradas atrás dos assentos dos mesmos. As máscaras dos passageiros estavam soltas, demonstrando terem sido liberadas em vôo. Acima do FL 130, as máscaras caem automaticamente, em caso de depressurização da aeronave;

- com relação ao sistema de combustível, verificou-se que a aeronave estava abastecida com cerca de 2895 litros e foi encontrado combustível residual em ambas as turbinas;

- o selo da porta estava íntegro, denotando não ter sofrido qualquer desgaste ou rompimento em vôo; e

- o acidente exigiu, também, que fosse efetuado, em simulador de vôo, algumas situações que possam ter ocorrido em vôo. A missão desenvolveu-se em 06 (seis) vôos com duração de 03 (três) horas cada um. A simulação foi efetuada em Wichita, Kansas, EUA, junto a Flight Safety, responsável pelo treinamento dos pilotos da Cessna.

Inicialmente, foram realizadas todas as manobras pertinentes à aeronave, para depois seguir para o treinamento avançado, com execução de procedimento de descida em diversas configurações, assim realizados:

I - Abertura do reversor esquerdo em vôo

Dados: FL 330
VI 260 kt
N1 94%

Foi observado que a aeronave entrou em curva pela esquerda, perdendo altura e, após alguns instantes, estabilizou em determinada proa e altitude. O piloto automático permaneceu acoplado e a aeronave continuou voando normalmente, mantendo velocidade mais reduzida que a normal de cruzeiro.

2 - Abertura do reversor direito em vôo

Dados: FL 330
VI 260 kt
N1 94%

A aeronave apresentou as mesmas reações anteriormente relatadas, sendo que desta vez, pelo lado direito. Mais uma vez o piloto automático permaneceu acoplado.

3 - Abertura de ambos os reversores em vôo

Dados: FL 330
VI 260 kt
N1 94%

Nestas condições, a aeronave apresentou um *Pitch* inicial de subida com redução brusca de velocidade sem entrar em curva. Logo a seguir, houve estabilização da velocidade e da razão de descida. A aeronave mostrou-se plenamente controlável. O piloto automático permaneceu acoplado, com exceção do modo "Altitude".

4 - Simulação de descompressão rápida, com curva simultânea pela esquerda

Dados: FL 330
VI 260 kt
N1 94%

O treinamento seguiu basicamente o previsto no check-list. Houve o acendimento da luz *Alt Cabine 10.000 ft*. Foi reduzida a potência e comandado curva à esquerda, descendo inicialmente a uma razão de 5.000 ft/min.

Após alguns instantes, a curva foi descomandada e a descida prosseguiu normal até a altitude recomendada (FL 110).

A aeronave mostrou-se plenamente controlável. A velocidade aumentou rapidamente, porém foi facilmente reduzida através do *speed brake*.

5 - Simulação de descompressão lenta com perda de consciência na cabine

Essa simulação partiu de uma premissa de que os pilotos sofreram uma descompressão lenta e gradual, vindo a perder a consciência em tempo não superior a 01 minuto e 30 segundos. O tempo em questão foi obtido do manual *Physiological Training* da *Federal Aviation Administration*.

Desta feita, a simulação considerou os seguintes dados:

FL 330

VI 260 kt

N1 94%

Ambos os pilotos sem os cintos de ombros, em virtude de a aeronave estar nivelada.

Máscaras de oxigênio não colocadas, visto os pilotos não terem utilizado no dia do acidente.

A partir do vôo nivelado, o piloto em comando perdeu a consciência e caiu por sobre o comando de vôo. A aeronave, inicialmente, tende a manter-se nivelada. Observa-se um disparo de *force trim*, no sentido de elevar o nariz da aeronave, chegando até o limite de atuação. Ele acaba por desacoplar em razão de tamanho esforço sobre o manche (peso do corpo). Nestas condições, a aeronave assumiu uma atitude de descida muito brusca, atingindo rapidamente a VNE (Velocidade a Nunca Exceder). Houve perda de controle, não sendo mais possível recuperar a atitude de vôo. A aeronave chegou a atingir um ângulo de 90° com o solo.

Quanto à curva pela esquerda nada pode ser afirmado. Ela poderia ter ocorrido para o lado direito também. Acertadamente, o lado que o piloto caiu sobre o manche foi o que comandou a curva.

4. Informações meteorológicas

Não havia qualquer formação em rota e a visibilidade encontrava-se acima de 10 km.

5. Navegação

Nada a relatar.

6. Comunicação

Do momento do acionamento dos motores até à decolagem, registrou-se um intervalo de 20 minutos. Após a decolagem, a aeronave foi autorizada a prosseguir a

subida pelo eixo da aerovia UA 302 para o FL 330. Às 19:05P foi informada estar sob vigilância radar e, às 19:24P, foi efetuada a transferência de frequência.

A partir deste instante até o nivelamento, o piloto não fez nenhum reporte ao órgão de controle.

Após nivelar no FL 330, a aeronave prosseguiu na proa 061º.

Passaram-se aproximadamente 03 (três) minutos, quando, então, a aeronave começou a apresentar variações de proa e nível, tendo sido imediatamente questionada pelo controlador. Não foi obtido o retorno da mensagem.

7. Informações sobre o aeródromo

O acidente ocorreu fora de área de aeródromo.

8. Informações sobre o impacto e os destroços

Segundo testemunhas, foi percebido um clarão a aproximadamente 1.000 ft de altura, próximo à cidade de Cocal do Sul.

Os destroços espalharam-se num raio de 2.000 metros.

A maior parte, contendo a fuselagem, o motor esquerdo, a asa direita e alguns pedaços da asa esquerda, caíram no quintal de uma casa.

A linha de destroços mostra a proa 225º, onde observa-se que o estabilizador horizontal esquerdo e direito, as superfícies de comando, bem como pedaços da asa esquerda foram os primeiros componentes a se desprenderem da aeronave.

Na sequência, foram encontradas as superfícies de comando do leme, do estabilizador vertical e do flape direito.

Não foram encontrados o aileron direito e o profundor direito.

Os extintores de incêndio de ambos os motores estavam cheios. Não houve princípio de fogo nos referidos motores.

9. Dados sobre o fogo

Não houve ocorrência de fogo.

10. Aspectos de sobrevivência e/ou abandono da aeronave

Nada a relatar.

11. Gravadores de Vôo

Não requeridos e não instalados.

12. Aspectos operacionais

A aeronave foi acionada no Aeroporto Santos Dumont, base operacional da empresa, para efetuar o transporte de um passageiro no trecho SBGL - SBPA.

Decolou do Aeroporto do Galeão e pousou às 18:05P no destino.

Após o pouso, a aeronave foi abastecida com 902 litros de combustível. O co-piloto acompanhou o abastecimento. Segundo informações do abastecedor, o tripulante estava tranqüilo, com bom humor e foi bastante educado. Foi realizado o teste de detecção de água no combustível, cujo resultado foi negativo, ou seja, o combustível estava adequado para o uso, no que diz respeito à presença de água.

O plano de vôo para retorno ao Rio de Janeiro foi preenchido pelo comandante da aeronave, tendo sido entregue por ele próprio na Sala AIS do Aeroporto Salgado Filho.

Às 18:40P, o piloto solicitou autorização de táxi. Entretanto, devido ao tráfego aéreo intenso, a aeronave iniciou a rolagem com 20 (vinte) minutos de atraso. Neste intervalo de tempo, solicitou acionar um dos motores, devido a problemas com a bateria interna. Foi autorizado e, após o acionamento, solicitou outra vez iniciar o táxi, mas não foi autorizado.

A aeronave decolou de SBPA às 19:01P, subindo em rota na aerovia UA 302, conforme autorização do APP Porto Alegre.

Inicialmente, manteve uma razão de subida de 1.800 ft/min, nivelando no FL 330 às 19:26P, tendo na sequência atingido a velocidade de cruzeiro de 330 kt, às 19:28P.

A partir do contacto feito com o ACC após a decolagem, em que este informa à aeronave que esta estava sob vigilância radar, até o momento do nivelamento no FL 330, não houve mais contacto rádio da aeronave com o órgão de controle, o que durou cerca de 27 minutos.

Segundo a gravação do plote radar, passados aproximadamente 03 (três) minutos após o nivelamento, a aeronave começou a ter um ganho de altura, efetuando uma curva muito acentuada pela esquerda. Na sequência, a aeronave perdeu o controle e entrou numa espiral descendente.

A aeronave desapareceu do escopo radar às 19:30P, aproximadamente no FL 056, com proa desconhecida e sem estabelecer qualquer comunicação bilateral na frequência do ACC- Curitiba.

Os destroços da aeronave foram encontrados às 20:23P, no município de Cocal do Sul, distante 10 Km na direção nordeste do município de Criciúma.

O piloto tinha uma longa experiência de vôo (cerca de 8.000 horas) e a sua transição para comando do Citation 550 foi feita com aproximadamente 28 horas, sendo 25 horas de vôo em rota e 03 horas de vôo local. Não foi feito qualquer treinamento em simulador. Após isso, o piloto foi a cheque local/rota para comando da aeronave, tendo sido aprovado no tipo de aeronave, em 16 de setembro de 1996.

Verificou-se que o setor de operações da empresa apresentava falhas no seu gerenciamento. Ficou constatada a inexistência do setor de recrutamento e seleção, assim como a ausência de um programa de treinamento. O controle de horas dos tripulantes não era adequado, visto as horas dos pilotos declaradas pela empresa terem sido diferentes daquelas calculadas através das cadernetas de vôo. A empresa não possuía um PPAA (Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos) efetivo e atuante, tendo contratado um ASV havia pouco tempo.

13. Aspectos humanos

a. Fisiológicos

Pesquisas realizadas junto aos familiares dos tripulantes, bem como pesquisas de monóxido de carbono, de psicotrópicos, de dosagem de álcool etílico e exames toxicológicos realizados nos corpos dos tripulantes pelo Instituto Médico Legal do Rio Grande do Sul não apresentaram indícios de que o aspecto fisiológico tenha contribuído para o acidente.

Por outro lado, é possível que tenha havido hipóxia na tripulação, em decorrência de descompressão lenta da aeronave, o que será verificado mais a frente.

b. Psicológicos

Ambos os pilotos passavam por momentos de muita estabilidade familiar, demonstrando estarem muito felizes com suas famílias e com suas atividades profissionais dentro da empresa.

De acordo com testemunhas entrevistadas, ambos eram pessoas responsáveis, criteriosas e de fácil relacionamento. Não havia indícios de fadiga e pressão psicológica por parte da empresa nos tripulantes.

Não há indícios de que o aspecto psicológico tenha contribuído para a ocorrência do acidente, tanto a nível organizacional quanto a nível individual.

14. Aspectos ergonômicos

Nada a relatar.

15. Informações adicionais

Segundo especialistas em fisiologia aeronáutica, uma pessoa a 33000 pés de altitude, sem a utilização de oxigênio, tem apenas 1 minuto e 30 segundos de tempo útil de consciência.

A análise dos plotes no radar indicaram que a aeronave descreveu uma curva de aproximadamente 270° à esquerda e, após 30 segundos, houve perda de altitude. Apesar da descida brusca, os plotes detectados permaneceram encadeados, contribuindo para a manutenção da pista, mostrando que a aeronave continuou descendo muito rápido e em curva pela esquerda. O deslocamento no plano horizontal foi num raio inferior a 2 NM.

IV. ANÁLISE

A aeronave decolou de Porto Alegre com dois tripulantes a bordo com destino ao Rio de Janeiro. Vinte e cinco minutos após, foi avistada na localidade de Cocal do Sul (SC), por moradores da região, que informaram ter escutado uma explosão em vôo.

A aeronave partiu-se em vôo e colidiu com o solo. Os dois tripulantes faleceram.

Verificou-se que ambos os pilotos eram experientes na atividade aérea e possuíam suficiente experiência no tipo de aeronave. Estavam com seus CHT e CCF válidos.

Com relação ao fator humano, no que tange ao aspecto fisiológico, verificou-se que os pilotos estavam descansados e não possuíam problemas de ordem física, segundo informações de testemunhas. Da mesma forma, foram realizados vários tipos de exames nos corpos dos tripulantes e não foi encontrado indício algum de uso de drogas ou outras substâncias.

Com relação ao aspecto psicológico, verificou-se que os pilotos passavam por momentos de estabilidade emocional, familiar, financeira e profissional, não havendo indícios de contribuição deste aspecto a nível individual, psicossocial e organizacional.

Este acidente não é uma ocorrência em que seja possível se chegar à conclusão factual dos fatores contribuintes. O fato de não haver tripulantes sobreviventes, a falta de comunicação da tripulação com os órgãos de controle, informando qualquer anormalidade, a falta de gravação dos dados de vôo e da comunicação entre os tripulantes na cabine, pela ausência de FDR (Flight Data Recorder) e CVR (Cockpit Voice Recorder), respectivamente, dificultam em muito os trabalhos de investigação

Os exames realizados em partes fraturadas dos destroços da aeronave não revelaram a presença de pré-trincas ou defeitos que pudessem ter contribuído para a ocorrência de falha estrutural em vôo. Ao contrário, as características típicas de cisalhamento constatadas nas peça fraturadas evidenciam que as mesmas romperam por sobrecarga, durante o impacto da aeronave com o solo, ou devido à aeronave ter ultrapassado o limite estrutural de vários componentes, entre eles, o ponto de fixação do motor direito, que soltou-se em vôo.

Com relação à possível falha dos motores, não foram encontradas evidências de que pudesse ter ocorrido, de acordo com os exames realizados. As conchas reversoras dos motores da aeronave estavam fechadas, bem como o atuador do reverso de ambos os motores.

Tais fatos indicam que as possibilidades de falha de um dos motores ou de abertura de um dos reversos em vôo (que, mesmo que tivesse ocorrido, não causaria um descontrole da aeronave que levasse o vôo para atitude anormal, de acordo com os testes realizados em simulador de vôo nos Estados Unidos) são inexistentes.

A possibilidade de uma depressurização rápida da cabine da aeronave é descartada devido ao fato de as *Safety Valve* estarem funcionando corretamente, o selo da porta estar íntegro e o pára-brisa e todas as janelas terem sido encontrados no local dos destroços.

Apesar de o selo da porta estar íntegro, verifica-se que é possível ter ocorrido uma deformação deste em função da presença de algum objeto estranho entre a parede da porta e o respectivo selo, que teria provocado um pequeno vazamento por este selo. A aeronave, nas condições descritas, teria tido uma descompressão lenta e gradual e que, somando-se a uma falha na luz *Cabine 10.000ft*, não proporcionou meios de detecção pela tripulação, que teria perdido a consciência. Muito embora tal situação se caracterize como uma hipótese, verifica-se ser pouco provável, em virtude de não haver fatos que a evidenciem.

A hipótese mais provável verificada é a de que os pilotos teriam esquecido o seletor de pressurização na posição *off* (item de *check list* previsto no procedimento *Before Take Off*), quando da saída de Porto Alegre, motivados pelo longo tempo de espera para a decolagem. Tal hipótese é evidenciada pelo fato de o referido seletor ter sido encontrado em *off*, na caixa de pressurização, durante os exames da ação inicial.

É possível que tenha havido falha na luz *Cabine 10.000ft*, o que permitiria que os pilotos não identificassem que a cabine estivesse despressurizada. Verifica-se também que a aeronave não possuía alarme sonoro para esta condição de emergência.

Ao cruzar o FL 130 (13.000ft), com o seletor de pressurização desligado, as máscaras de oxigênio da cabine de passageiros teriam caído, conforme prevê o fabricante no caso de cabine despressurizada. Pelo fato de terem sido encontradas essas máscaras caídas, de não haver passageiros a bordo, somente os dois pilotos na cabine de pilotagem e de o ruído de abertura do compartimento de máscaras ser relativamente baixo, é provável que os pilotos não tenham tido conhecimento dessa ocorrência, posto, também, que não estavam utilizando suas próprias máscaras.

Na seqüência, a aeronave nivela a 33.000ft e os pilotos perdem a consciência, pois, possivelmente, já se encontravam em estado de hipóxia.

Dessa forma, é possível que um dos pilotos, ou ambos, que já teriam, ou teria um deles, retirado os suspensórios quando do nivelamento, tenha desmaiado e caído sobre o volante, comandando uma curva descendente pela esquerda. Com o piloto automático ligado e acoplado, a aeronave teria recuperado atitude e estabilizado no FL 295, mantendo, entretanto, a curva pela esquerda.

Verifica-se, através da seqüência do radar, que a aeronave continua a aumentar gradativamente a variação de rumo à esquerda. Conforme a inclinação aumentava para o lado esquerdo, acelerando a razão de curva, o(s) piloto(s) teria(m) forçado cada vez mais o volante para baixo com o peso do(s) seu(s) corpo(s).

Na seqüência, a aeronave entrou em atitude anormal, dando início a uma espiral descendente pela esquerda, com toda a potência dos motores.

A aeronave desceu a uma razão superior a 20.000ft/min., calculada com base nos dados do plote radar.

É possível que na seqüência, os pilotos ou um dos pilotos tenha recuperado a consciência durante a descida. Desta feita, o piloto teria acionado o *speed brake* e baixado o trem de pouso, no intuito de diminuir a razão de descida e estabilizar a aeronave. O avião, entretanto, continuou numa descida rápida sem nenhuma condição de recuperação da atitude de vôo, até se desintegrar em vôo, a uma altura aproximada de 1.500ft sobre a localidade de Cocal do Sul, causando um forte estrondo, que foi percebido por vários moradores da região.

Outra hipótese a ser verificada é com relação a ACM (Air Cicle Machine). Houve falha no sistema de rolamento a ar que provocou um atrito excessivo do eixo com as folhas de rolamento, provocando o desprendimento das travas, que saíram de seu alojamento e posicionaram-se entre o eixo e o *housing*, ocasionando a parada da ACM. Esse fato não acarreta, de imediato, uma perda de pressurização, mas provoca uma elevação de temperatura que, segundo o fabricante, pode atingir, no máximo, 45°C, o que causaria grande desconforto à tripulação.

Então, considerando tal fato, é possível que a decolagem e a subida tenham ocorrido normalmente até que o travamento da ACM tenha começado a prejudicar a pressurização. Ao perceber o aumento da temperatura da cabine, é possível que a tripulação, já próximo ao nivelamento, tenha iniciado uma pesquisa de pane. Ao colocaram a seletora de pressurização em “emergência”, é possível que os pilotos tenham se assustado com o ruído do fluxo de ar quente sangrando direto do motor esquerdo invadindo com pressão os dutos de ar para a cabine.

Devido à surpresa e à tentativa de solucionar o problema, os pilotos teriam posicionado a seletora de pressurização em *off*. Assim, tendo julgado necessário uma descida de emergência, somada ao ruído e a elevação de temperatura, os pilotos teriam realizado uma manobra tal que, estando já em vôo noturno e talvez momentaneamente dentro de nuvens, teria ocasionado a entrada em atitude anormal.

Convém ressaltar que a ACM é considerada, segundo seu fabricante, um componente “ON CONDITION”, ou seja, sem tempo previsto de vida útil e sendo substituído em função de suas condições.

Muito embora tenham sido verificados aspectos inadequados de supervisão organizacional da empresa, com relação à falta de treinamento em simulador e outros aspectos descritos no item 12, não há evidências de que tais aspectos tenham estado presentes nos elos de fatores que contribuíram para o acidente.

V. CONCLUSÃO

1. Fatos

- a. a aeronave decolou de Porto Alegre com destino ao Rio de Janeiro, com dois pilotos a bordo;
- b. os pilotos eram qualificados e possuíam experiência para o tipo de vôo;
- c. os pilotos estavam com seus CHT e CCF válidos;
- d. os serviços de manutenção da aeronave eram periódicos e as cadernetas de célula e motor estavam atualizadas;
- e. após nivelar no FL 330, a aeronave iniciou curva descendente à esquerda, vindo a se desintegrar em vôo e colidir com o solo nas proximidades de Cocal do Sul;
- f. o seletor de pressurização foi encontrado na posição “off”;
- g. as máscaras de oxigênio da cabine de passageiros estavam todas caídas de seus compartimentos e as máscaras de oxigênio dos pilotos não foram utilizadas;
- h. houve falha na ACM (Air Cicle Machine);
- i. a aeronave teve perda total; e
- j. os dois pilotos faleceram no local.

2. Fatores contribuintes

a. Fator Humano

Aspecto Fisiológico - Indeterminado

É possível que a tripulação tenha tido hipóxia, em decorrência de descompressão lenta da aeronave, e que tal hipóxia tenha causado perda da consciência dos pilotos e conseqüente perda de controle da aeronave.

Aspecto Psicológico - Não Contribuiu.

c. Fator Operacional

(1). Esquecimento - Indeterminado

É possível que a tripulação tenha esquecido de ligar o seletor de pressurização no cheque *Before Take Off*.

(2). Deficiente Coodenação de Cabine - Indeterminado

É possível ter ocorrido um ineficaz gerenciamento das tarefas afetas a cada tripulante, falha ou confusão na comunicação que poderia ter contribuído para a perda de controle da aeronave após terem julgado ser necessário a descida de emergência.

(3). Outros - Deficiência na Realização de Procedimento Padrão: Indeterminado

É possível que os pilotos tenham realizado o cheque *Before Take Off* inadequadamente ou tê-lo feito sem o auxílio do *Check List*.

d. Fator Material - Indeterminado

É possível que a luz de alarme *cabine 10.000ft* tenha falhado em vôo. No entanto, não se pode afirmar se houve tal falha, em decorrência do estado dos destroços da aeronave não permitirem um exame mais profundo nesse sentido. Mesmo que tenha falhado no seu acendimento, tal falha pode ter se caracterizado tanto por deficiência de material quanto por inadequada manutenção, o que caracterizaria contribuição do fator operacional.

Outra possibilidade a ser considerada é a falha da *Air Cicle Machine*, em decorrência de deficiência de projeto ou fabricação, o que poderia ter contribuído para a ocorrência do acidente.

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.

1. Operadores de C-550 deverão, no prazo de 3 meses:

- a. Tendo em vista a possibilidade do sistema de pressurização ter sido afetado pela pane da ACM (Air Cicle Machine), dar conhecimento aos seus pilotos das conseqüências de uma falha deste componente, no ambiente de cabine, principalmente no tocante :
 - à flutuação da pressurização;

- ao aumento da temperatura e o alto nível de ruído quando a seletora estiver em emergência; e
 - aos procedimentos corretos a serem adotados pela tripulação.
- b. Procurar, nos cursos da aeronave, fornecer treinamento em simulador de vôo às equipagens, visando a uma melhor performance frente às emergências não possíveis de serem treinadas em vôo de instrução.

2. O Departamento de Aviação Civil deverá, no prazo de 1 (um) ano.

Revisar os requisitos dos RBHA 121 E 135 aplicáveis às aeronaves que voam segundo esses RBHA, no referente ao treinamento em simulador de vôo, atualmente a critério dos operadores.

Em, 14/01/2000.