

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

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



**RELATÓRIO FINAL  
A-Nº005/CENIPA/2008**

**OCORRÊNCIA: ACIDENTE AERONÁUTICO**

**AERONAVE: PT-MFK**

**MODELO: ATR-42-300**

**DATA: 16 JUL 2007**



# ADVERTÊNCIA

*Conforme a Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986, Artigo 86, compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – SIPAER – planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes aeronáuticos.*

*O presente Relatório Final é um documento técnico que reflete o ponto de vista do SIPAER em relação às circunstâncias que podem ter contribuído para esta ocorrência, bem como estabelece providências para a prevenção de futuras ocorrências.*

*Este relatório está em conformidade com a Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro através do Decreto nº21.713, de 27 de agosto de 1946. No Anexo 13 da Organização de Aviação Civil Internacional - OACI, consta que o propósito da investigação não é determinar culpa ou responsabilidade, mas sim, exclusivamente, o de prevenção de acidentes aeronáuticos.*

*A elaboração deste Relatório Final foi conduzida com base em fatores contribuintes e hipóteses levantadas, sem recorrer a qualquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade civil ou criminal; consequentemente o uso que se faça deste relatório para qualquer propósito que não o de prevenção de futuros acidentes, poderá induzir a interpretações e conclusões errôneas.*

## **SUMÁRIO**

ABREVIATURAS

SINOPSE

RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA DE VÔO

DIVULGAÇÃO

1. HISTÓRICO DO ACIDENTE
2. DANOS CAUSADOS
  - 2.1 Pessoais
  - 2.2 Materiais
3. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO
  - 3.1 Informações sobre o pessoal envolvido
  - 3.2 Informações sobre a aeronave
  - 3.3 Exames, testes e pesquisas
  - 3.4 Informações meteorológicas
  - 3.5 Navegação
  - 3.6 Comunicação
  - 3.7 Informações sobre o aeródromo
  - 3.8 Informações sobre o impacto e os destroços
  - 3.9 Dados sobre fogo
  - 3.10 Aspectos de sobrevivência e/ou abandono da aeronave
  - 3.11 Gravadores de Vôo
  - 3.12 Aspectos organizacionais
  - 3.13 Aspectos operacionais
  - 3.14 Aspectos fisiológicos
  - 3.15 Aspectos psicológicos
  - 3.16 Aspectos ergonômicos
  - 3.17 Informações adicionais
4. ANÁLISE
5. CONCLUSÃO
  - 5.1 Fatos
  - 5.2 Fatores contribuintes
    - 5.2.1 Fator humano
    - 5.2.2 Fator material

**ABREVIATURAS**

|          |                                                                                   |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ANAC     | Agência Nacional de Aviação Civil                                                 |
| CCF      | Certificado de Capacidade Física                                                  |
| CVR      | Cockpit Voice Recorder – gravador de voz de cabine                                |
| Desc     | Desconhecido                                                                      |
| EMAS     | Engineered materials arresting system – sistema de retenção por materiais criados |
| FAA      | Federal Aviation Administration – congênere da ANAC nos EUA                       |
| FDR      | Flight Data Recorder – gravador de dados de vôo                                   |
| FL100    | Nível de vôo equivalente a 10.000 pés                                             |
| Grooving | Ranuras na superfície da pista para escoamento de água                            |
| IAC      | Instrução de Aviação Civil                                                        |
| INST     | Instrutor                                                                         |
| MLTE     | Multimotor Terrestre                                                              |
| MNTE     | Monomotor Terrestre                                                               |
| RESA     | Runway-end safety area - Área de segurança de final de pista                      |
| SRPV-SP  | Serviço Regional de Proteção ao Vôo de São Paulo                                  |

**SINOPSE**

O presente Relatório Final trata do acidente ocorrido em 16 JUL 2007 com a aeronave PT-MFK, operada pela Pantanal Linhas Aéreas Sul Matogrossenses S/A.

Não houve participação na investigação de representantes acreditados de outros países.

Logo após o pouso na pista molhada, a aeronave saiu pela lateral esquerda da pista e colidiu com obstáculos. Houve danos graves à aeronave, mas seus ocupantes ficaram ilesos.

Os fatores contribuintes deste acidente foram:

Fator Humano

Aspecto Operacional

Aplicação de comando

Condições meteorológicas adversas

Infra-estrutura

Instrução

**RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA DE VÔO**

*Recomendação de Segurança de Vôo é uma ação ou conjunto de ações proposto por órgão do SIPAER para o fim de eliminar ou mitigar um fator de risco associado a uma condição ou circunstância perigosa.*

Recomendações de Segurança de Vôo emitidas pelo CENIPA durante a investigação

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC):

**RSV (A) 54/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Conjuntamente com a INFRAERO-Congonhas e o SRPV-SP, propor projeto para a redução do risco imposto pelos obstáculos existentes nas faixas de pista das pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), notadamente no trecho compreendido entre as marcas de 1.000 pés de ambas as pistas. O projeto deverá observar medidas a curto prazo (até 6 meses) e a médio prazo (até 3 anos).

**RSV (A) 55/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

2. Que as operações da pista 17R-35L do Aeroporto de Congonhas (SBSP) fiquem restritas à condição de pista seca até que sejam feitas ranhuras para escoamento de água (*Grooving*) em sua superfície e que sejam efetuados todos os testes e exames previstos pela legislação aplicável.

**RSV (A) 56/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

3. No tocante à medição do coeficiente de atrito da superfície das pistas dos aeroportos, notadamente o Aeroporto de Congonhas (SBSP), requerer da administração aeroportuária comprovação da eficácia da metodologia, dos procedimentos específicos e do modo de calibração dos equipamentos, com vistas a assegurar consistência nos resultados das medições.

À INFRAERO:

**RSV (A) 57/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. No tocante à medição do coeficiente de atrito da superfície das pistas dos aeroportos que administra, notadamente o Aeroporto de Congonhas (SBSP), reavaliar a metodologia, os procedimentos específicos e o modo de calibração dos equipamentos, com vistas a assegurar consistência nos resultados das medições.

**RSV (A) 58/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

2. Verificar se a superfície da pista 17R-35L do Aeroporto de Congonhas (SBSP) está sofrendo alguma alteração nas suas características que possa comprometer o seu coeficiente de atrito.

**RSV (A) 59/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

3. Que as operações da pista 17R-35L do Aeroporto de Congonhas (SBSP) fiquem restritas à condição de pista seca até que sejam feitas ranhuras para escoamento de água (*Grooving*) em sua superfície e que sejam efetuados todos os testes e exames previstos pela legislação aplicável.

**RSV (A) 60/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

4. Conjuntamente com a Superintendência de Infra-Estrutura da ANAC e o SRPV-SP, propor projeto para a redução do risco imposto pelos obstáculos existentes nas faixas de pista das pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), notadamente no trecho compreendido entre as marcas de 1.000 pés de ambas as pistas. O projeto deverá observar medidas a curto prazo (até 6 meses) e a médio prazo (até 3 anos).

Ao Serviço Regional de Proteção ao Vôo de São Paulo (SRPV-SP):

**RSV (A) 61/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Conjuntamente com a INFRAERO-Congonhas e a Superintendência de Infra-Estrutura da ANAC, propor projeto para a redução do risco imposto pelos obstáculos existentes nas faixas de pista das pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), notadamente no trecho compreendido entre as marcas de 1000 pés de ambas as pistas. O projeto deverá observar medidas emergenciais (em até 6 meses) e definitivas (em até 3 anos).

À Pantanal Linhas Aéreas Sul Matogrossenses S/A:

**RSV (A) 62/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Incluir no Manual Geral de Operações (MGO) da empresa (nos itens 3.1 Requisitos dos Tripulantes e 4.28 Obrigações dos Tripulantes de Vôo durante as Fases Críticas de Vôo), e onde mais for cabível, texto que amplie a aplicação do conceito de Cockpit Estéril nas situações de emergência até que todos os ocupantes da aeronave tenham sido evacuados e estejam em segurança.

**RSV (A) 63/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

2. Providenciar que todos os tripulantes tomem imediato conhecimento que o conceito de Cockpit Estéril deve ser aplicado, além das situações já anteriormente previstas (i.e., do início do táxi até o cruzamento do FL100, e do FL100 até o estacionamento da aeronave), nas situações de emergência até que todos os ocupantes da aeronave tenham sido evacuados e estejam em segurança.

À BRA Transportes Aéreos S/A:

**RSV (A) 64/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Com base na performance de suas aeronaves em pista molhada, notadamente em casos de abortiva de decolagem na V1 e de pouso, reavaliar se, para ambas as pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), as margens de segurança estão dentro dos limites impostos pela legislação em vigor e daqueles preconizados como aceitáveis pela empresa.

À GOL Transportes Aéreos S/A:

**RSV (A) 65/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Com base na performance de suas aeronaves em pista molhada, notadamente em casos de abortiva de decolagem na V1 e de pouso, reavaliar se, para ambas as pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), as margens de segurança estão dentro dos limites impostos pela legislação em vigor e daqueles preconizados como aceitáveis pela empresa.

À Oceanair Linhas Aéreas Ltda:

**RSV (A) 66/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Com base na performance de suas aeronaves em pista molhada, notadamente em casos de abortiva de decolagem na V1 e de pouso, reavaliar se, para ambas as pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), as margens de segurança estão dentro dos limites impostos pela legislação em vigor e daqueles preconizados como aceitáveis pela empresa.

À TAM Linhas Aéreas S/A:

**RSV (A) 67/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Com base na performance de suas aeronaves em pista molhada, notadamente em casos de abortiva de decolagem na V1 e de pouso, reavaliar se, para ambas as pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), as margens de segurança estão dentro dos limites impostos pela legislação em vigor e daqueles preconizados como aceitáveis pela empresa.

À VARIG S/A:

**RSV (A) 68/A/2007 – CENIPA****Emitida em 16/08/2007**

1. Com base na performance de suas aeronaves em pista molhada, notadamente em casos de abortiva de decolagem na V1 e de pouso, reavaliar se, para ambas as pistas do Aeroporto de Congonhas (SBSP), as margens de segurança estão dentro dos limites impostos pela legislação em vigor e daqueles preconizados como aceitáveis pela empresa.

Recomendações de Segurança de Voo emitidas pelo CENIPA após o término da investigação:

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC):

**RSV (A) 60/A/08 – CENIPA****Emitida em , 15/04/2008**

1. Tornar obrigatória a inclusão na instrução dos pilotos de empresas detentoras de CHETA conteúdo detalhado sobre o uso dos comandos, mormente os pedais, na ocorrência de hidroplanagem.

**RSV (A) 61/A/08 – CENIPA****Emitida em , 15/04/2008**

2. Determinar a implantação de RESA em todos os aeroportos atendidos por aeronaves de transporte regular de passageiros.

**RSV (A) 62/A/08 – CENIPA****Emitida em , 15/04/2008**

3. Determinar a implantação de EMAS nos aeroportos atendidos por aeronaves de transporte regular de passageiros em que a RESA não for igual ou superior a 90 metros, priorizando os aeroportos com o maior número de movimentos e menores pistas.

**RSV (A) 63/A/08 – CENIPA****Emitida em , 15/04/2008**

4. Determinar às empresas detentoras de CHETA que revisem o conteúdo de seus Manuais Gerais de Operações, com vistas a manter nos mesmos apenas textos que tenham utilidade para a eficiência e a segurança das operações.

À INFRAERO:

**RSV (A) 64/A/08 – CENIPA****Emitida em , 15/04/2008**

1. Realizar um levantamento nos aeroportos que administra, com vistas à implantação de EMAS, quer nas cabeceiras das pistas, quer em outras áreas sensíveis. Atenção especial deverá ser dada ao Aeroporto de Congonhas (SBSP).

À Pantanal Linhas Aéreas Sul Matogrossenses S/A, recomenda-se:

**RSV (A) 65/A/08 – CENIPA**

**Emitida em , 15/04/2008**

1. Rever os procedimentos de *Trouble Shooting* usados na análise dos reportes de manutenção, notadamente aqueles referentes ao Cap 32 (Trem de Pouso).

**RSV (A) 66/A/08 – CENIPA**

**Emitida em , 15/04/2008**

2. Incorporar, na instrução dos pilotos, conteúdo detalhado sobre o uso dos comandos, mormente os pedais, na ocorrência de hidroplanagem.

#### **DIVULGAÇÃO**

- ANAC;
- INFRAERO;
- Pantanal Linhas Aéreas Sul Matogrossense S/A;
- SERIPA 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

|                 |                                                                                                                        |                                                |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>AERONAVE</b> | <b>Modelo:</b> ATR-42-300<br><b>Matrícula:</b> PT-MFK                                                                  | <b>OPERADOR:</b><br>Pantanal Linhas Aéreas S/A |
| <b>ACIDENTE</b> | <b>Data/hora:</b> 16 JUL 2007 – 12:42P<br><b>Local:</b> Aeroporto de Congonhas<br><b>Município, UF:</b> São Paulo - SP | <b>TIPO:</b><br>Perda de Controle no Solo      |

## 1. HISTÓRICO DO ACIDENTE

Às 11:15P do dia 16 JUL 2007, a aeronave PT-MFK decolou com 25 pessoas a bordo, para realizar o voo 4763, procedente de Araçatuba (SBAU) para Bauru-Arealva (SJTC). Com SJTC fechado por condições meteorológicas desfavoráveis, a aeronave alternou o Aeroporto de Congonhas (SBSP), na cidade de São Paulo.

Na Terminal São Paulo (TMA-SP), o Controle São Paulo (APP-SP) informou que a pista de Congonhas seria fechada temporariamente para avaliação da lâmina d'água, havendo expectativa de realização de algumas órbitas de espera. Contudo, a tripulação foi liberada para o segmento final de aproximação. O controle solicitou à tripulação que reportasse, após o pouso, a condição de frenagem na pista molhada.

Às 12:42P, a Torre São Paulo (TWR-SP) autorizou o pouso da aeronave na pista 17R, em cuja superfície havia água, devido à chuva leve que caía. Imediatamente após o toque do trem de pouso do nariz, a aeronave começou a deslizar para a esquerda, saindo pela lateral da pista. Já sobre o gramado, o trem de pouso esquerdo e seus pneus foram danificados pelo choque com uma caixa de concreto e, cerca de 100 metros adiante, o trem de pouso direito teve um de seus pneus rasgado pelo choque com o suporte de uma luz de balizamento. A aeronave atravessou a pista de táxi C, derrapou no gramado, sofreu um cavalo-de-pau e parou com o nariz voltado para a proa Norte, à margem da pista 17L/35R e a cerca de 400 metros do ponto onde saiu da pista na qual pousou.

Após a parada total da aeronave, a tripulação cortou os motores e comandou a evacuação dos 21 passageiros e quatro tripulantes, que saíram ilesos. A aeronave sofreu deformações estruturais na fuselagem e danos graves ao trem de pouso.

## 2. DANOS CAUSADOS

### 2.1 Pessoais

| Lesões | Tripulantes | Passageiros | Terceiros |
|--------|-------------|-------------|-----------|
| Fatais | -           | -           | -         |
| Graves | -           | -           | -         |
| Leves  | -           | -           | -         |
| Ilesos | 04          | 21          | -         |

## 2.2 Materiais

### 2.2.1 À aeronave

Danos graves aos trens de pouso, fuselagem e sistema hidráulico da aeronave.

### 2.2.2 A terceiros

Danos a duas caixas de concreto e a uma luz de balizamento do aeroporto.

## 3. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

### 3.1 Informações sobre o pessoal envolvido

| a. Horas voadas                      | PILOTO   | CO-PILOTO |
|--------------------------------------|----------|-----------|
| Totais.....                          | 7.420:00 | 947:00    |
| Totais nos últimos 30 dias.....      | 49:48    | 53:48     |
| Totais nas últimas 24 horas.....     | 06:42    | 06:42     |
| Neste tipo de aeronave.....          | 4.993:00 | 797:00    |
| Neste tipo nos últimos 30 dias.....  | 49:48    | 53:48     |
| Neste tipo nas últimas 24 horas..... | 06:42    | 06:42     |

#### b. Formação

O piloto em comando formou-se em 1982 pelo Aeroclube de Bragança Paulista. A co-piloto formou-se pelo mesmo aeroclube em 2005.

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

O piloto possuía licença de Piloto de Linha Aérea e certificados MLTE, MNTE, IFR e INST válidos. A co-piloto possuía licença de Piloto Comercial e certificados MLTE, MNTE e IFR válidos.

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

Toda a tripulação (piloto, co-piloto, comissária-chefe e comissária-auxiliar) possuía qualificação e experiência para realizar o voo.

#### e. Validade da inspeção de saúde

Os pilotos tinham Certificados de Capacidade Física (CCF) válidos.

### 3.2 Informações sobre a aeronave

A aeronave ATR-42-300, bimotora fabricada em 1990 pela Aerospatale Alenia sob o número de série 225, estava com o certificado de aeronavegabilidade válido. A última inspeção, tipo 300FH, foi realizada em 05 JUL 2007 pelo operador, Pantanal Linhas Aéreas. A aeronave voou 81h 42 min até o acidente.

Embora não tenha sido levantado qualquer problema que comprometesse a aeronavegabilidade da aeronave até o momento do acidente, os serviços de manutenção, em alguns casos, não foram eficazes.

Os reportes técnicos referentes ao Cap-32 (Trem de Pouso), como pneus, freios, anti-skid, mecanismo de centragem da bequilha e steering da aeronave, no período de 30 MAR 2007 a 16 JUL 2007, são sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1. Sumário dos reportes relativos aos trens de pouso.

| <b>Tipo de reporte</b>                                            | <b>Número</b> |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| ▪ Reportes referentes a pneus (de nariz ou principais)            | 12            |
| ▪ Reportes referentes a freios (desgaste, etc.)                   | 06            |
| ▪ Reportes de indicação errônea (luzes de indicação de posição)   |               |
| ▪ Trem de pouso de nariz                                          | 06            |
| ▪ Trens de pouso (todos)                                          | 04            |
| ▪ Reportes diversos (outros) referentes ao trem de pouso de nariz | 06            |
| ▪ Reportes diversos (outros) referentes ao trem de pouso (todos)  | 01            |
| ▪ Total de reportes referentes Cap 32 (incluindo pneus e freios)  | 35            |
| ▪ Total de reportes específicos do trem de pouso de nariz         | 12            |

Fonte: Manutenção da Pantanal

Como se verifica na Tabela 2, apesar das ações tomadas pela manutenção, o trem de pouso apresentou problemas que se repetiam. Por exemplo, observa-se que o item “trancos na roda do trem de nariz” registrado na OS 49603, em 30 MAR 2007, aparece novamente nos dias 21, 22 e 25 JUN 2007, bem como no dia 03 JUL 2007. Neste período foram executadas diversas intervenções para resolver o problema.

Entretanto, a continuação dos reportes referentes ao assunto indica que as ações corretivas, provavelmente, não foram eficazes, permitindo supor que o “*trouble shooting*” não era conduzido apropriadamente.

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

Tabela 2. Reportes relativos ao trem de pouso de nariz.

| Nº OS | Data Rep<br>Data Ação                       | DISCREPÂNCIA                                                                                                                                                | AÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 49603 | 30/03/07<br>03/04/07                        | Trancos na roda de nariz durante curvas e pushback                                                                                                          | Eliminada folga na haste superior do trem de nariz. Teste nos macacos OK. Encerrado ACR.                                                                                                                                                                                                                 |
| 50659 | 17/6/07<br>20/06/07<br>23/06/07<br>23/06/07 | Trem dianteiro com ruído forte nas decolagens (aparenta desbalanceamento e/ou ovalizada).                                                                   | LB RLB 25101-02 – Efetuada inspeção visual trem de nariz. Nada de anormal encontrado. Aeronave liberada em ACR Não MEL RLB 25101-03 – Item já se encontra em ACR não MEL conforme RTA Nº 25101-02, ver lista de ACR anexa 25101-02 – Vibração na roda de nariz nas decolagens após a mesma sair do solo. |
| 50662 | 18/6/2007<br>18/06/07                       | N/W Steering travou. Foi necessário reboque para retirar avião da pista.                                                                                    | RLB 25474-02 – Após restaurar o barramento DC com o reset do CB da DC EMERGENCY BUS de 25 AMP, efetuado táxi com a aeronave. Ficou OK.                                                                                                                                                                   |
| 50698 | 21/6/07<br>22/06/07<br>25/06/07<br>26/06/07 | Durante alinhamento para a decolagem em SBUR, na curva para o mesmo, barulho no trem de nariz, acendeu UNLOCKED no painel e apagou.                         | RFS – Efetuada inspeção detalhada do conjunto do trem de pouso, nas hastes, no suporte de fixação, nas rodas e no sistema atuador do STEERING. Nada de anormal encontrado. Inspeção OK.                                                                                                                  |
| 50743 | 25/6/07<br>25/06/07                         | Após comandar o trem de pouso em baixo em Marília e em São Paulo, indicou NOSE GEAR UNLK. Ao tocar a bequilha no solo a indicação de UNLK passou para LCKD. | LB 25111-02 – Ao mover o N/W STEERING até o batente ouve-se um "Estralho" no trem dianteiro.<br>RLB 25111-03,04 – Efetuada limpeza no conector do sensor de proximidade do trem de nariz. Checado OK.                                                                                                    |
| N/A   | 03/07/07<br>N/A                             | Observado que ao estersar o STEERING para a esquerda ouve-se estalo na bequilha. Quando isso ocorre há indicação de NOSE GEAR UNSAFE.                       | <b>ESTA OBSERVAÇÃO FOI COLOCADA AO PÉ DA PAGINA DA FOLHA DO RTA E NÃO HOUE NENHUMA AÇÃO DE MANUTENÇÃO.</b>                                                                                                                                                                                               |

Fonte: Manutenção da Pantanal

### 3.3 Exames, testes e pesquisas

#### 3.3.1 Relativos aos trens de pouso

O trem de pouso de nariz impactou uma caixa de concreto e recolheu-se no sentido contrário ao normal, alojando-se dentro da fuselagem. Portanto, vários de seus componentes sofreram danos por impacto e em virtude da retração forçada. Não foi possível realizar testes no mecanismo do “steering”, devido à destruição das linhas hidráulicas e de vários componentes do trem de nariz.

Os trens de pouso principais foram examinados quanto à montagem em geral, à integridade de seus componentes, ao estado geral dos discos, pastilhas de freios e linhas hidráulicas. Os componentes mostravam aspecto normal, sem falhas evidentes e sem sinais de travamento ou superaquecimento das pastilhas e freios.

#### 3.3.2 Relativos aos pneus da aeronave

Os quatro pneus dos trens principais e os dois pneus do trem de nariz foram analisados na divisão de pneus aeronáuticos da Goodyear, em São Paulo. O resultado da análise originou o “Tire Analysis Report nº 070704, de 19 JUL 2007”.

O relatório acusa que, além dos danos por impacto sofridos pelos pneus, o pneu principal número 4 (externo direito) sofreu desgaste em uma área oval na banda de rodagem, com reversão das características vulcanização (*rubber reversion*) e diminuição do grau de dureza (*shore*) da borracha, alterações condizentes com a ocorrência de hidroplanagem.

#### 3.3.3 Relativos à pista

O coeficiente de atrito da pista 17R/35L estava dentro do previsto, mas a macrotextura estava abaixo dos limites estabelecidos. Maiores detalhes são vistos em 3.7 *informações sobre o aeródromo*.

### 3.4 Informações meteorológicas

Havia chuva leve (-RA) em Congonhas desde às 09:00Z, tendo o pouso da aeronave no acidente ocorrido às **15:42Z**. O vento reportado pela TWR-SP foi de 300º/04Kt. Abaixo estão reproduzidos as observações METAR de interesse.

SBSP **1500** 02003KT 3000 -RA BR BKN006 OVC070 15/14 Q1022

SBSP **1600** 03004KT 4000 -RA BR BKN008 OVC070 15/14 Q1021

### 3.5 Navegação

No dia do acidente, a aeronave executou o seguinte circuito: Araçatuba (SBAU), Congonhas (SBSP), Bauru-Arealva (**SJTC**), Araçatuba, Congonhas, conforme esquematizado na Tabela 3. Exceto por Araçatuba (SBAU), os pousos foram feitos em pista molhada.

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

Tabela 3. Etapas voadas no dia do acidente.

| Decolagem |        | Pouso |        | Observação                                                                        |
|-----------|--------|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Local     | Hora   | Local | Hora   |                                                                                   |
| SBAU      | 06:32P | SBSP  | 08:03P | Sem anormalidades registradas                                                     |
| SBSP      | 08:42P | SJTC  | 09:46P |                                                                                   |
| SJTC      | 10:08P | SBAU  | 10:40P |                                                                                   |
| SBAU      | 11:15P | SJTC  | -      | O pouso em SJTC não ocorreu devido ao mau tempo. Em SBSP, a aeronave hidroplanou. |
| SJTC      | -      | SBSP  | 12:42P |                                                                                   |

### 3.6 Comunicação

As comunicações bilaterais entre a aeronave e os órgãos de controle de tráfego aéreo foram realizadas normalmente.

As comunicações entre o Controle de Aproximação São Paulo (APP-SP) e a aeronave (Pantanal 4763) constam integralmente da Transcrição de Gravação nº 051-APP, de 17 JUL 2007, do SRPV-SP. Às 15:17:54Z (12:17:54P), o APP-SP informou que a pista estava parada para medição de lâmina d'água, tendo a mensagem sido recebida e cotejada pela aeronave. Às 15:34:44, o Controle Final São Paulo (132.10MHz) solicitou à aeronave que, após o pouso, reportasse as condições da pista para a TWR. A aeronave cotejou esta mensagem.

As comunicações entre a Torre de Controle de Congonhas (TWR-SP) e a aeronave constam integralmente da Transcrição de Gravação nº 051-TWR, de 17/07/2007, do SRPV-SP. Às 15:40:31Z, a TWR-SP autorizou o pouso da aeronave na pista 17R e informou que o vento era de 300 graus com 04Kt.

### 3.7 Informações sobre o aeródromo

Desde 2004 havia problemas com a pista 17R/35L (principal), cujo coeficiente de atrito estava abaixo do nível de manutenção definido pela IAC-4302, de 28/05/2001, *Requisitos de Resistência à Derrapagem para Pistas de Pouso e Decolagem*. Em 22 MAR 2006, o PR-BRC (Boeing 737-400 da empresa BRA Linhas Aéreas S/A), após o pouso na pista molhada, parou na borda da ribanceira existente no final da pista. Conforme a Síntese de Incidente emitida pelo CENIPA, a aeronave sofreu hidroplanagem.

Em 28 DEZ 2006 houve uma reunião no CENIPA sobre as condições de SBSP. No início de 2007, a INFRAERO fechou a pista principal para serviços de recuperação. A pista foi reaberta no dia 29 JUN 2007 sem *grooving* (ranhuras no piso para o escoamento da água). Pilotos de diferentes tipos de aeronave reportaram que as condições de frenagem estavam precárias na pista molhada.

A INFRAERO avaliou as condições da pista poucos dias antes do acidente com o PT-MFK (ATR-42 da Pantanal) e a DIRENG (Diretoria de Engenharia da Aeronáutica) logo após o acidente com PR-MBK (A-320 da TAM). Ambas as avaliações foram feitas de acordo com a IAC-4302, cujo objetivo é:

*“definir requisitos de atrito e de textura superficial para pavimentos de pistas de pouso e decolagem resistentes à derrapagem e estabelecer procedimentos para o acompanhamento contínuo da evolução (monitoramento) de tais requisitos, com vistas à implementação de medidas preventivas e corretivas que assegurem às pistas de pouso e decolagem níveis de atrito adequados às operações aéreas, sob condições meteorológicas normais e adversas.”*

Conforme a IAC-4302:

*“Os pavimentos das pistas de pouso e decolagem dos aeródromos brasileiros devem ser construídos e mantidos de forma a atender aos requisitos de atrito e de textura superficial de resistência à derrapagem recomendados nesta Instrução, para evitar a perda do controle direcional e da capacidade de frenagem das aeronaves, quando da operação em pistas molhadas.*

*2.1.1 Para efeito de aplicação desta Instrução, considera-se como nível de manutenção o valor de atrito de 0,50, excetuado o caso de aeroportos que possuam planos especiais de manutenção, nos quais o nível de manutenção passa a ser aquele definido nesses planos.”*

Conforme a IAC-4302, as medições dos coeficientes de atrito das pistas de pouso e decolagem deverão ser realizadas com o equipamento de medida contínua de atrito *Mu-Meter*, dotado de sistema de espargimento de água, numa velocidade de 65 Km/h, a 3 metros do eixo da pista.

### 3.7.1 Medições realizadas pela INFRAERO

Conforme documentação fornecida pela INFRAERO-Congonhas, ocorreram medições do atrito da superfície da pista principal em duas ocasiões após os serviços de recuperação da mesma. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de atrito da pista principal de SBSP.

| Medição               |                       | Valor do atrito em Mu |      |      |             |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|------|-------------|
| Data                  | Sentido 17R/35L       | 1/3                   | 2/3  | 3/3  | Média       |
| 29/06/2007<br>1.200 m | 3m à direita do eixo  | 0,61                  | 0,59 | 0,60 | 0,60        |
|                       | 3m à esquerda do eixo | 0,56                  | 0,56 | 0,65 | 0,59        |
| 13/07/2007<br>1.615 m | 3m à direita do eixo  | 0,66                  | 0,74 | 0,63 | <b>0,68</b> |
|                       | 3m à esquerda do eixo | 0,74                  | 0,73 | 0,71 | <b>0,73</b> |

Fonte: INFRAERO

A primeira medição, feita em 29 JUN 2007, imediatamente antes da reabertura da pista, foi apenas uma medição de teste. Nesta ocasião, a medição cobriu uma extensão de 1.200 metros a partir da cabeceira 17R. A segunda medição foi feita em 13 JUL 2007, três dias antes do acidente, numa extensão total de 1.615 metros. Nesta ocasião, houve uma real medição do atrito. A pista estava seca em ambas as ocasiões, mas o *Mu-Meter* simulou uma lâmina d'água de 1mm. O resultado das medições é apresentado por terços do trecho total percorrido. Nas duas medições, o atrito foi avaliado a 3 metros de cada lado do eixo da pista.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos pela INFRAERO (0,68 e 0,73), a pista principal estava praticável sob o ponto de vista do nível de atrito de sua superfície, cujo mínimo previsto pela IAC-4302 é 0,50.

### 3.7.2 Medições feitas pela DIRENG

O Relatório Técnico RT08/EP-30/2007, de 20 JUL 2007, da DIRENG, apresenta os resultados da avaliação realizada nos dias 18 e 19 JUL 2007, na pista principal (17R/35L) do Aeroporto de Congonhas. A avaliação envolveu a caracterização das condições de atrito da referida pista 3m à esquerda e à direita do eixo, utilizando-se o *Mu-meter*, modelo MK-4, da DIRENG; e o ensaio de mancha de areia para determinação da macrotextura do pavimento. As conclusões do RT08/EP-30/2007 foram que:

*“Os valores de coeficiente de atrito obtidos como resultado das medições efetuadas na pista de pouso 17R/35L do Aeroporto de Congonhas mostraram-se superiores ao mínimo recomendado pela IAC 4302 (Requisitos de Resistência à Derrapagem para Pistas de Pouso e Decolagem).”*

No tocante à macrotextura, a IAC-4302 estabelece que:

*“2.2.1 A profundidade média da macrotextura do pavimento de uma pista de pouso e decolagem, medida de acordo com metodologia apresentada nesta Instrução, não deverá ser inferior a 0,50mm, ou outro valor específico constante de plano especial de manutenção, quando houver, sendo necessária ação corretiva apropriada, toda vez que esses níveis não forem alcançados.*

*2.2.2 A profundidade média da macrotextura recomendada para um pavimento novo é de 1 milímetro.”*

O Relatório Técnico RT09/EP-30/2007, de 27/07/2007, da DIRENG, apresenta os resultados da avaliação da macrotextura superficial do pavimento realizada nos dias 19 e 26/07/2007, na pista 17R/35L, através do ensaio de Mancha de Areia. As conclusões do RT09/EP-30/2007 foram que:

*“O Valor médio da profundidade da macrotextura obtido na medição do dia 19 de julho foi de 0,35mm. Juntando a medição do dia 19 com a do dia 26, onde se realizou uma bateria maior de ensaios e, também, em pontos mais afastados do eixo, a profundidade média passou para 0,42mm.*

*Entretanto, os ensaios de Mancha de Areia realizados pelos técnicos da DIRENG indicam que a macrotextura da superfície do pavimento da pista principal (17R/35L) do Aeroporto de Congonhas – SP, de acordo com a Instrução de Aviação Civil (IAC 4302), encontra-se, em 78% dos pontos ensaiados, abaixo dos níveis recomendados.”*

Assim, de acordo com a DIRENG, enquanto a macrotextura estava abaixo do previsto, a pista apresentava um coeficiente médio de atrito de 0,62, sendo 0,50 o limite mínimo estabelecido pela IAC-4302. No *dia do acidente*, todavia, a presença de água na pista (chovia desde o dia anterior), como seria esperado, reduzia a aderência de sua superfície a um nível indeterminado.

### 3.8 Informações sobre o impacto e os destroços



Em virtude da perda de controle no solo propiciada pela hidroplanagem, a aeronave saiu pela lateral esquerda da pista.

Já sobre o gramado, o trem de pouso esquerdo e seus pneus foram danificados pelo choque com uma caixa de concreto. No mesmo ponto o trem de nariz colidiu com a caixa de concreto adjacente, sofrendo ruptura de seu suporte e sendo recolhido forçadamente para dentro da fuselagem.

Cerca de 100 metros adiante, um dos pneus do trem de pouso direito rasgou-se ao chocar com o suporte de uma luz de balizamento.

Na sequência, a aeronave atravessou a pista de táxi C, derrapou no gramado subjacente, sofreu um cavalo-de-pau e parou com o nariz voltado para a proa Norte, à margem da pista 17L/35R e a cerca de 400 metros do ponto onde saiu da pista 17R/35L na qual pousou.

### 3.9 Dados sobre fogo

Nada a relatar.

### 3.10 Aspectos de sobrevivência e/ou abandono da aeronave

Conforme a entrevista com os tripulantes e a análise das gravações do CVR, após a parada da aeronave às 12:42:40, o piloto e a co-piloto voltaram-se para o corte dos motores. Na sequência, às 12:42:52, o piloto (comandante da aeronave) deu a primeira ordem para a evacuação.

Como o PA (*Passengers Address*, autofalante) não funcionava, provavelmente devido aos danos decorrentes do recolhimento forçado do trem de pouso de nariz para dentro da fuselagem, os comandos de evacuação foram feitos a viva voz. A co-piloto se dirigiu à porta da cabine e ordenou que a evacuação fosse feita pela porta principal.

Segundo a comissária-auxiliar, posicionada na parte frontal da aeronave, logo que a aeronave parou, ela soltou os cintos e notou que os passageiros também tentavam se levantar. Os motores ainda giravam quando dois passageiros (poltronas 2A e 2D) mostraram excesso de iniciativa e abriram as janelas de emergência. Ao tentar impedir a ação dos mesmos, chegou a ser empurrada por um deles. Tais passageiros se diziam pilotos e alegavam saber o que faziam. Um deles jogou a janela da saída de emergência para fora da aeronave e saiu pela mesma. O outro colocou a janela de emergência sobre uma poltrona e aguardou para sair pela porta principal, juntamente com os demais passageiros.

Quando a comissária-chefe, que estava na parte traseira da aeronave, levantou-se para verificar como estavam os passageiros, estes já se levantavam também. Segundo seu relato, a maioria dos passageiros estava calma. Não tendo ouvido a ordem de evacuação, tomou a iniciativa de abrir a porta principal da aeronave para a saída dos passageiros.

Em uma evacuação não-preparada, como foi o caso, a ordem para a evacuação deve ser dada de acordo com a hierarquia da tripulação (comandante, co-piloto, etc). Quando, algum tempo após a parada da aeronave, a ordem não é recebida pelas comissárias, estas devem iniciar a evacuação.

O tempo para aguardar variava entre 30 segundos (Manual Periódico de Comissárias, Rev 02, pág. 17) e 20 segundos (Manual Geral de Operações, Seção 7, pág. 6). Tal discrepância não influenciou a evacuação e já foi corrigida.

Exceto pelo passageiro que pulou pela saída de emergência, todos os demais saíram pela porta principal traseira, de modo ordenado, porém com lentidão. Havia preocupação dos passageiros em recuperar bagagens de mão e alguma hesitação devido à chuva e à lama que os aguardava fora da aeronave.

A lentidão dos passageiros decorreu da interpretação pelos mesmos de que não havia ameaça concreta. Ademais, conforme ilustra a Tabela 5, houve um período durante o qual o piloto e a co-piloto deixaram de acompanhar a evacuação dos passageiros.

Tabela 5. Extrato dos diálogos do CVR relativos à evacuação da aeronave.

| Hora     | Fonte     | Transcrição                                                                                                           |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:42:52 | Piloto    | Fala prá evacuar, evacuação!                                                                                          |
| 12:42:55 | Co-piloto | Tripulação, evacuação! (tentativa no autofalante, que não funcionou)                                                  |
| 12:42:57 | Co-piloto | Sai...sai, sai!                                                                                                       |
| 12:43:05 | Piloto    | Evacuação, evacuação!                                                                                                 |
| 12:44:05 | Piloto    | Torre, Pantanal...é pra evacuar.                                                                                      |
| 12:44:07 | Co-piloto | ...evacua gente, já era prá ter saído! ...pelo fundo.                                                                 |
| 12:44:18 | Piloto    | Saia com calma, com calma!                                                                                            |
| 12:44:39 | Piloto    | Torre, Pantanal 4762.                                                                                                 |
| 12:44:43 | TWR       | Prossiga!                                                                                                             |
| 12:44:44 | Piloto    | Positivo, tô evacuando a aeronave, perdeu o eixo da pista, aquaplanou...tá, tá sob controle e não tem fogo, positivo? |
| 12:44:53 | TWR       | Ciente, estamos ciente, e o bombeiro tá por precaução aí, positivo?                                                   |

Fonte: CVR da aeronave.

Entre a fala do piloto (comandante) “*Evacuação, evacuação*”, às 12:43:05, e a fala “*Torre, Pantanal...é pra evacuar*”, às 12:44:05, decorreram exatos 60 segundos durante os quais a tripulação técnica esteve absorta com outros detalhes. Na segunda fala mencionada, fica patente que o piloto surpreende-se com a lentidão da evacuação, ainda em curso.

### 3.11 Gravadores de Vôo

#### 3.11.1. Flight Data Recorder (FDR)

O conteúdo do FDR foi transposto para uma planilha e gravado em um CD por técnicos do laboratório de aviônicos da VEM Engenharia e Manutenção, em Porto Alegre, RS.

Os dados obtidos na leitura do FDR fundamentam e ilustram diversas conclusões no item 4, ANÁLISE.

#### 3.11.2 Cockpit Voice Recorder (CVR)

O conteúdo do CVR foi transposto para uma fita cassete no laboratório de aviônicos da TAM, em Jundiaí-SP. A seguir, a gravação foi transposta para um equipamento MP3, transcrita e, finalmente, sincronizada com o auxílio do FDR da aeronave, de imagens feitas por três câmeras do aeroporto e da transcrição da fonia entre a aeronave e os órgãos ATC.

A Tabela 6 traz um extrato do conteúdo do CVR, do qual se depreende os seguintes aspectos relevantes para a investigação:

- a) havia uma preocupação incontestável do pessoal do APP-SP com as condições de aderência da pista;
- b) os pilotos do ATR tinham conhecimento de que a pista estava molhada e puderam ouvir referências diretas quanto à mesma estar escorregadia;
- c) os pilotos do ATR foram surpreendidos com o comportamento da aeronave; e
- d) os pilotos do ATR saíram do foco da emergência em determinados momentos.

Tabela 6. Extrato do conteúdo do CVR da aeronave.

| Hora     | Fonte       | Transcrição                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:19:26 | APP-SP      | Pantanal 4763, boa tarde! Está em contato radar, está sob vigilância. A chegada é a Celso uno sete. Mas, vai ser parado São Paulo para medição de lâmina d’água da pista. Eu solicito que o senhoor... efetue órbita sobre a posição RANE. Se não for possível me informe! 4763. |
| 12:19:58 | Piloto      | ...lâmina d’água, meu                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12:30:56 | APP-SP      | TAM 3547 controle.                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 12:30:57 | TAM<br>3547 | Prossiga.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12:30:59 | APP-SP      | ...prosseguir na aproximação informando que a pista está molhada e escorregadia, mas sem poça d’água e já foi liberada...                                                                                                                                                        |
| 12:34:21 | APP-SP      | ...a pista tá molhada, escorregadia, OK, GOL?                                                                                                                                                                                                                                    |

| Hora     | Fonte     | Transcrição                                                                                                                                                                                                        |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:35:35 | APP-SP    | TAM 3547 controle.                                                                                                                                                                                                 |
| 12:35:37 | TAM 3547  | Prossiga controle.                                                                                                                                                                                                 |
| 12:35:38 | APP-SP    | ...Quando o senhor passar para a torre... como o senhor faz a averiguação da pista em uso por gentileza?                                                                                                           |
| 12:35:46 | TAM 3547  | Pois não, sobre alguma aquaplanagem...                                                                                                                                                                             |
| 12:35:52 | APP-SP    | ...escorregadia, se a pista tá molhada, encharcada...                                                                                                                                                              |
| 12:36:04 | APP-SP    | Pantanal 4763 também, OK? Para o tipo da sua aeronave, gostaríamos que se houvesse condições, ao livrar a pista, informar para a torre de controle como é que a senhora avalia aí as condições da aproximação, OK? |
|          | Co-piloto | Ele quer saber da aproximação ou da pista?                                                                                                                                                                         |
|          | Piloto    | As condições da pista.                                                                                                                                                                                             |
| 12:37:24 | Co-piloto | A co-piloto sai do foco do vôo e o piloto acompanha                                                                                                                                                                |
| 12:39:26 | Co-piloto | Torre São Paulo, boa tarde. Pantanal Quatro Sete Meia Três... passando externo, baixado e travado.                                                                                                                 |
| 12:39:33 | TWR-SP    | Reporte ao avistar, pista uno sete di...                                                                                                                                                                           |
| 12:39:37 | Co-piloto | Reportará avistando uno sete direita. Meia Três.                                                                                                                                                                   |
|          | Co-piloto | É prá informar pra torre ou pro solo as condições da pista?                                                                                                                                                        |
|          | Piloto    | Prá torre.                                                                                                                                                                                                         |
| 12:40:26 | TWR-SP    | ...decolagem autorizada, três zero zero graus quatro nós.                                                                                                                                                          |
| 12:41:30 | Anv       | Escuta-se o ruído do limpador de pára-brisas ligado.                                                                                                                                                               |
| 12:41:32 | Co-piloto | Avistou com três mil, Pantanal Quatro Sete Meia Três.                                                                                                                                                              |
| 12:41:37 | TWR-SP    | Autorizado pouso uno sete direita, três zero zero graus quatro nós.                                                                                                                                                |
| 12:41:43 | Co-piloto | Livre pouso uno sete direita. Quatro Sete Meia Três.                                                                                                                                                               |
|          | Co-piloto | Tá com quatro nós de cauda, tá?                                                                                                                                                                                    |
| 12:42:07 | Anv       | Trem toca o solo.                                                                                                                                                                                                  |
| 12:42:20 | Anv       | Trem esquerdo sai da pista.                                                                                                                                                                                        |
| 12:42:23 | Piloto    | Ai, cara####!                                                                                                                                                                                                      |
| 12:42:24 | Anv       | Som (trem de nariz e trem esquerdo colidem)                                                                                                                                                                        |
| 12:42:28 | Piloto    | Aiii, cara####!                                                                                                                                                                                                    |
| 12:42:30 | Co-piloto | Put# qu# par##...                                                                                                                                                                                                  |
| 12:42:32 | Anv       | Som de impacto mais definido, mais forte. (trem direito colide)                                                                                                                                                    |
| 12:42:35 | Piloto    | Segura, segura!                                                                                                                                                                                                    |
| 12:42:39 | Piloto    | Segura, segura!                                                                                                                                                                                                    |
| 12:42:40 | Anv       | Cessa o som de arrastamento da anv no solo.                                                                                                                                                                        |
| 12:42:41 | Piloto    | Corta os dois motor                                                                                                                                                                                                |
| 12:42:43 | Co-piloto | Tá travado...tem fogo?...tá cheirando a queimado.                                                                                                                                                                  |
| 12:42:45 | Piloto    | Corta os dois, corta, aqui, no punho! Corta no punho!                                                                                                                                                              |

| Hora     | Fonte     | Transcrição                                                                                                                  |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:42:49 | Co-piloto | Já foi feito...                                                                                                              |
| 12:42:52 | Piloto    | Fala prá evacuar, evacuação!                                                                                                 |
| 12:42:55 | Co-piloto | Tripulação, evacuação!                                                                                                       |
| 12:42:57 | Co-piloto | Sai...sai, sai!                                                                                                              |
| 12:43:03 | TWR-SP    | November 1390 tá autorizado posição e manter.                                                                                |
| 12:43:05 | Piloto    | Evacuação, evacuação!                                                                                                        |
| 12:43:14 | Co-piloto | Som de porta batendo...CVR num tô vendo.                                                                                     |
| 12:43:16 | Co-piloto | Cace##! O quê que aconteceu ali?                                                                                             |
| 12:43:19 | Piloto    | Aquaplanou.                                                                                                                  |
| 12:43:23 | Co-piloto | Tá cheirando muito queimado...                                                                                               |
| 12:43:24 | Piloto    | Calma, calma.                                                                                                                |
| 12:43:25 | Piloto    | Torre, torre, Pantanal 4762.                                                                                                 |
| 12:43:29 | TWR-SP    | Prossiga!                                                                                                                    |
| 12:43:31 | Piloto    | Torre, Pantanal 4762.                                                                                                        |
| 12:43:35 | TWR-SP    | 4763, bombeiro já foi acionado.                                                                                              |
| 12:43:37 | Co-piloto | Eu num tô achando o CVR...                                                                                                   |
| 12:43:41 | Piloto    | Put# qu# par##, bicho.                                                                                                       |
| 12:43:46 | Piloto    | Acabou a empresa...                                                                                                          |
| 12:43:48 | Co-piloto | Ah?                                                                                                                          |
| 12:43:49 | Piloto    | Acabou a empresa...                                                                                                          |
| 12:43:54 | Piloto    | Torre, Pantanal 4762.                                                                                                        |
| 12:44:00 | Piloto    | Torre, Pantanal 4762.                                                                                                        |
| 12:44:03 | TWR-SP    | Prossiga 4763.                                                                                                               |
| 12:44:05 | Piloto    | Torre, Pantanal...é pra evacuar.                                                                                             |
| 12:44:07 | Co-piloto | ...evacua gente, já era prá ter saído! ...pelo fundo.                                                                        |
| 12:44:18 | Piloto    | Saia com calma, com calma!                                                                                                   |
| 12:44:24 | Piloto    | Meu, que qui é isso, cara!? Nunca vi...                                                                                      |
| 12:44:28 | Co-piloto | Ininteligível...num tinha ali o que fazer                                                                                    |
| 12:44:29 | Piloto    | Sons de interruptores sendo mexidos.                                                                                         |
| 12:44:36 | Piloto    | Num consigo falar com a torre.                                                                                               |
| 12:44:39 | Piloto    | Torre, Pantanal 4762.                                                                                                        |
| 12:44:43 | TWR-SP    | Prossiga!                                                                                                                    |
| 12:44:44 | Piloto    | Positivo, tô evacuando a aeronave, perdeu o eixo da pista, aquaplanou...tá, tá sob controle e não tem fogo, positivo?        |
| 12:44:53 | TWR-SP    | Ciente, estamos ciente, e o bombeiro tá por precaução aí, positivo?                                                          |
| 12:44:58 | Piloto    | Positivo. Pista simplesmente aquaplanou, a aeronave tocou no chão e correu prá esquerda, impossível manter o eixo, positivo? |
| 12:45:06 | TWR-SP    | Positivo, ciente.                                                                                                            |

| Hora     | Fonte     | Transcrição                             |
|----------|-----------|-----------------------------------------|
| 12:45:15 | Piloto    | Meu Deus do céu...cara###...            |
| 12:45:29 | Piloto    | Cara### bicho...que qui é isso!?        |
| 12:45:33 | Piloto    | Meu, tocou o avião saiu...qui nem um... |
| 12:45:35 | Co-piloto | No, nossa!                              |
| 12:45:39 | Piloto    | Tira tudo!                              |
| 12:45:40 |           | FIM da gravação do vôo.                 |

Fonte: CVR da aeronave.

### 3.12 Aspectos organizacionais

#### 3.12.1 Manual Geral de Operações

No conteúdo do Manual Geral de Operações (MGO), além de diversas incorreções na redação (erros de grafia e de concordância), existem discrepâncias que podem causar confusão e dificultar o entendimento.

Ademais, o texto de certos procedimentos não atende à finalidade do MGO de promover uma operação eficiente e segura. Um exemplo claro é o item 5.2.4, que trata de aquaplanagem, reproduzido abaixo com os erros existentes.

##### **“5.2.4 Condições de Franagem**

As condições de frenagem dependem de diversos fatores, tais como:

Contaminação da pista;

Velocidade de pouso e de frenagem;

Peso de pouso; e

Tipo de aeronave.

Esses fatores, isolados ou combinados, podem causar o fenômeno de aquaplanagem.

A aquaplanagem ocorre toda vez que o contato direto entre a roda e a superfície da pista é total ou parcialmente, interrompido.

O motivo dessa interrupção é o fato de que a pressão externa exercida sobre a roda, por uma camada de água, passa a ser igual ou maior que a pressão interna dos pneus.

Normalmente, a aquaplanagem pode ser classificada em:

Aquaplanagem Viscosa;

Aquaplanagem Dinâmica;

Aquaplanagem de Reverso de Borracha.”

Verifica-se que o texto não traz informações úteis para o piloto lidar com o fenômeno aquaplanagem.

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

Assumindo-se que o MGO seja o documento apropriado para conter o texto sobre aquaplanagem, é preciso reformulá-lo, para que o mesmo seja de utilidade para o piloto lidar com o fenômeno. Concluindo-se que o MGO não é o local apropriado para este tipo de informação, o texto deve ser removido.

Neste aspecto, vale ressaltar que o MGO foi aprovado pela autoridade competente. Portanto, é necessário também que a metodologia empregada na revisão dos manuais apresentados pelas empresas seja aprimorada.

### 3.12.2 Práticas de Manutenção

Os procedimentos de manutenção, ou “*trouble shooting*”, precisam ser revistos. Conforme o item 3.2 *Informações sobre a aeronave*, apesar das ações corretivas tomadas pela manutenção, o trem de pouso apresentou problemas que se repetiram. Também ocorreram ações corretivas que não atenderam à discrepância descrita.

Neste aspecto, torna-se relevante o fato de que, como é usual em aviação, havia rotatividade de funcionários da empresa, inclusive do setor de manutenção, que chegavam e saíam em busca de melhores oportunidades profissionais.

### 3.12.3 Instrução dos Pilotos

O uso do pedal direito (lado oposto ao qual a aeronave hidroplanava) foi intuitivo, porém incorreto, tendo contribuído para a aeronave sair da pista. Tal erro talvez tivesse sido evitado caso a perda de aderência (e do ponto de apoio) provocada pela hidroplanagem e a força lateral gerada no leme fossem correlacionados, com ênfase, durante a instrução dos pilotos.

## 3.13 Aspectos operacionais

### 3.13.1 Treinamento da tripulação

Toda a tripulação (piloto, co-piloto, comissária-chefe e comissária-auxiliar) possuía qualificação e experiência para realizar o voo, bem como apresentava registros atualizados e satisfatórios de treinamento.

O piloto possuía 4.993 h em aeronaves ATR-42. Seu histórico de treinamento na companhia indica um desempenho normal ao longo de todas as avaliações. A co-piloto, na função há cerca de 12 meses, possuía cerca de 797 horas em ATR-42 e contava com um histórico de avaliações igualmente satisfatório.

Na semana anterior, ambos formaram dupla no simulador do ATR-42, na empresa ICARE, na França. Tratava-se do treinamento anual de reciclagem em simulador de voo, composto por duas seções de 4 horas, nas quais ambos sofreram avaliação de instrutor e chegador da própria companhia, sendo o registro de seus desempenhos considerados satisfatórios.

### 3.13.2 Estéril cockpit

Conforme o conteúdo do gravador de voz da cabine (CVR), durante a aproximação para o pouso, já abaixo do FL100, por cerca de 30 segundos, a tripulação engajou em diálogos que não eram essenciais à operação da aeronave naquelas circunstâncias. Portanto, embora não tenha contribuído no acidente, o procedimento padrão *estéril cockpit* não foi observado.

### 3.13.3 Uso do checklist

Após a parada da aeronave, estando as manetes emperradas, o corte dos motores foi feito pelos punhos de extinção de fogo, que comandam o embandeiramento das hélices, cortam o combustível e a energia elétrica para os motores. Tais ações deveriam ser (e foram) aplicadas sem o uso do *checklist*, pois, diante do risco de ocorrer fogo, a situação requeria o corte imediato dos motores.

Contudo, embora não exista no *checklist* um procedimento específico para a perda de controle no solo ou a saída da pista, o cumprimento de todos os demais itens aplicáveis poderia ter sido assegurado pela consulta aos itens *ON-GROUND ENGINE FIRE* e *ON-GROUND EMERGENCY EVACUATION* no *checklist*. Portanto, embora não tenha contribuído no acidente, houve falha na coordenação de cabine.

### 3.13.4 Falha na recepção

Após quatro chamadas à TWR-SP, que já havia respondido desde a primeira, o piloto finalmente a recebe, suscitando duas hipóteses. A primeira é que tenha ocorrido uma falha intermitente devido aos danos na área onde são alojados componentes do sistema de áudio. A segunda é que o piloto, após retirar os fones de ouvido, não tenha ajustado o volume do autofalante. A falha na recepção prejudicou a coordenação de cabine, pois aumentou a carga de trabalho do piloto, mas não contribuiu para o acidente.

### 3.14 Aspectos fisiológicos

Não foram encontrados indícios de alterações de ordem fisiológica.

### 3.15 Aspectos psicológicos

Não foram encontrados indícios de alterações de ordem psicológica.

### 3.16 Aspectos ergonômicos

Nada a relatar.

### 3.17 Informações adicionais

Nada a relatar.

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

## 4 ANÁLISE

A análise dos fatores intervenientes para o acidente está dividida em duas partes. A primeira, intitulada A Dinâmica do Acidente, tem natureza investigativa, ou seja, aborda como o acidente resultou da interação entre os diversos aspectos considerados, estando subdividida da seguinte forma:

|                                                       | Página    |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.1 A DINÂMICA DO ACIDENTE</b>                     | <b>28</b> |
| 4.1.1 FORÇAS ATUANTES NA AERONAVE.....                | 28        |
| 4.1.2 CONDIÇÕES DA PISTA 17R/35L .....                | 29        |
| 4.1.3 HIDROPLANAGEM .....                             | 31        |
| 4.1.4 PERDA DO CONTROLE DIRECIONAL .....              | 34        |
| 4.1.4.1 Uso dos pedais .....                          | 34        |
| 4.1.4.2 Uso do <i>steering</i> .....                  | 35        |
| 4.1.5 COMUNICAÇÕES COM OS ÓRGÃOS ATC .....            | 37        |
| 4.1.6 PRECEDENTES CONHECIDOS .....                    | 38        |
| 4.1.6.1 Relativos a Congonhas .....                   | 38        |
| 4.1.6.2 Relativos a aeronaves ATR-42 .....            | 38        |
| 4.1.7 IMAGENS FEITAS PELAS CÂMERAS DO AEROPORTO ..... | 40        |
| 4.1.8 EVACUAÇÃO DA AERONAVE .....                     | 41        |

A segunda parte, intitulada Gerenciamento do Risco Operacional, aponta para a **ausência** de algumas medidas para a mitigação do risco imposto pelas deficiências identificadas ao longo da investigação, **ausência esta** que foi contribuinte para o acidente. Esta parte encontra-se subdividida da seguinte forma:

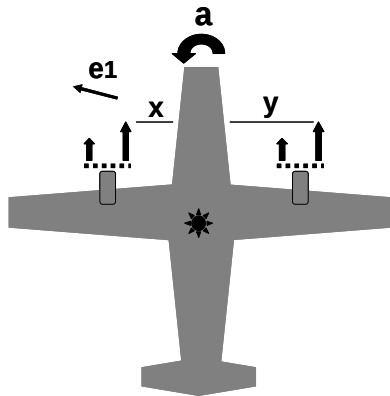
|                                                         | Página    |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.2 GERENCIAMENTO DO RISCO OPERACIONAL</b>           | <b>42</b> |
| 4.2.1 OBSTÁCULOS ADJACENTES ÀS PISTAS.....              | 42        |
| 4.2.2 OPERAÇÃO COM PISTA MOLHADA E SEM GROOVING .....   | 43        |
| 4.2.3 ÁREA DE SEGURANÇA DE FINAL DE PISTA – RESA .....  | 44        |
| 4.2.4 INSTALAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE RETENÇÃO – EMAS ..... | 45        |

## 4.1 A DINÂMICA DO ACIDENTE

Nesta parte será mostrado que o acidente resultou da interação entre deficiências preexistentes (condições latentes) e erros eventuais (falhas ativas).

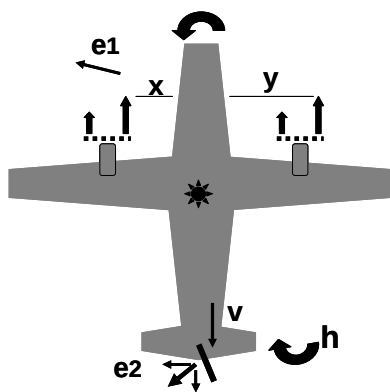
### 4.1.1 FORÇAS ATUANTES NA AERONAVE

Nesta subparte será mostrado que três forças jogaram a aeronave para a esquerda, levando-a a sair da pista.



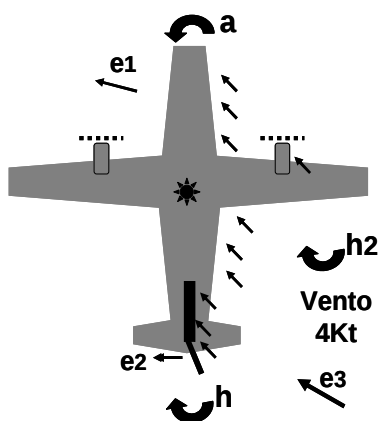
Como ilustrado na figura ao lado, durante a rotação das hélices, a pá que desce gera maior tração que a pá que sobe. Com isso, ocorre um desbalanceamento de forças em cada uma das hélices. Como o braço **y** é maior que o braço **x**, resulta o Momento anti-horário **a** (**torque**).

Do Momento criado, decorre o efeito **e1**, que é uma força que joga a aeronave para a esquerda. Tal efeito é usualmente identificado como “torque”. Quanto maior a tração das hélices, maior é o torque.



Para contrariar o torque, o piloto aplica o pedal direito, que move a superfície do leme para a direita, oferecendo maior resistência ao vento relativo **v**. Com isso, é gerado o Momento horário **h** (**pedal**), que contraria o Momento **a** (**torque**). Quanto maior a velocidade da aeronave, menor precisa ser o uso do pedal.

No entanto, conforme a figura ao lado, a deflexão do leme também resulta no efeito **e2**, que é uma força que joga a aeronave para a esquerda. Para uma dada velocidade, o efeito colateral **e2** aumenta com a deflexão do leme.



O vento reportado durante o pouso da aeronave foi de 300°/04Kt, ou seja, soprava para a frente e para a esquerda, conforme ilustrado na figura ao lado.

Devido às características da aeronave, a mesma apresenta tendência de virar o nariz para o lado de onde o vento vem, no caso, o direito, gerando o Momento horário **h2** (**vento**).

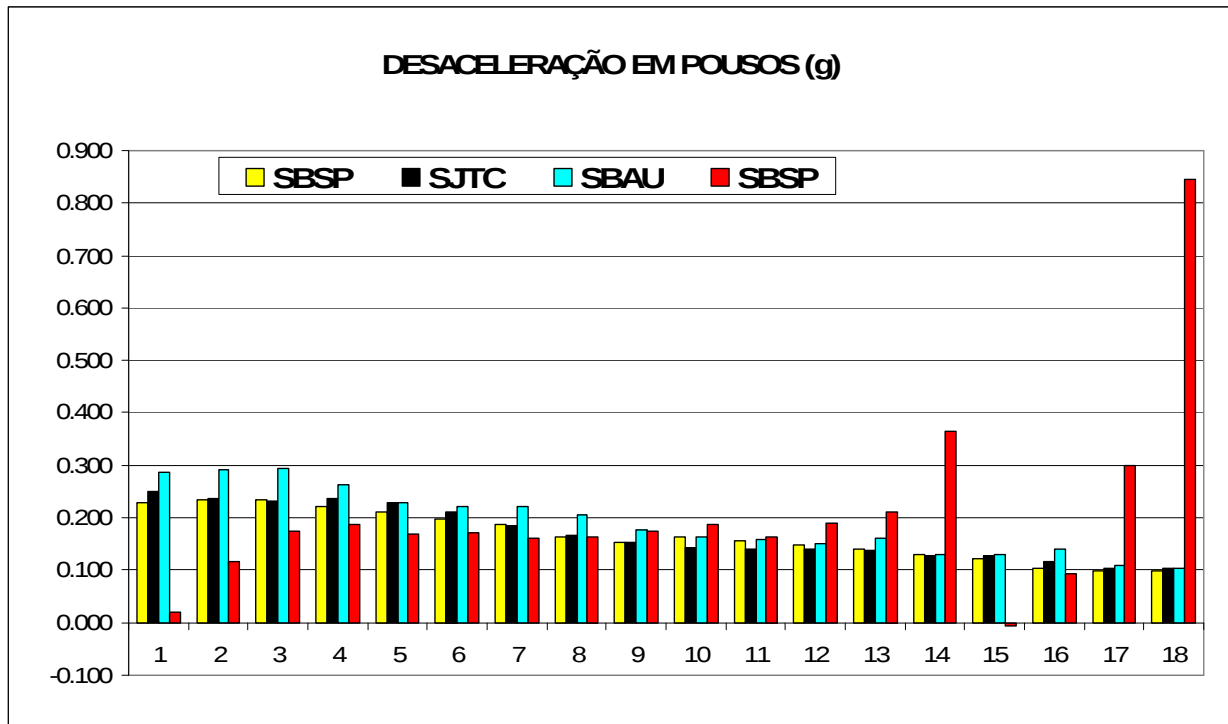
Adicionalmente, o vento também gerava o efeito **e3**, uma força que jogava a aeronave para a esquerda.

Nos pousos, para contrariar o somatório de forças para a esquerda (**e1 + e2 + e3**), evitando que a aeronave saia da pista, existe a resistência experimentada pelo sistema de trens de pouso da aeronave. A resistência (**F<sub>R</sub>**) decorre do produto do coeficiente de atrito (**μ**) entre as superfícies (pneu e pista) e a força Normal (**N**). A Normal é uma força de mesma intensidade e sentido contrário à parcela do peso da aeronave sustentado por cada pneu.

$$F_R = \mu \cdot N$$

O Gráfico 1, que cobre os 18 segundos após o toque dos trens principais em cada pouso, mostra que **a desaceleração da aeronave no pouso em que ocorreu o acidente foi atípica.**

Gráfico 1. Desaceleração nos pousos do dia do acidente.



Fonte: FDR da aeronave.

Nos demais pousos realizados naquele dia, a força **g** imediatamente após o toque dos trens principais foi da ordem de 0,2 a 0,3g, enquanto no pouso do acidente (quarto, em vermelho) foi de apenas 0,019g. Dois segundos após o toque, a desaceleração ainda era metade daquela experimentada nos demais pousos. Enquanto nos pousos anteriores a desaceleração diminui com o tempo, no pouso do acidente a desaceleração aumenta, atingindo picos com as colisões com obstáculos depois de a aeronave haver saído da pista.

A desaceleração atípica decorreu da baixa resistência oferecida pelo atrito entre os pneus e a superfície da pista.

#### 4.1.2 CONDIÇÕES DA PISTA 17R/35L

*Nesta subparte será mostrado que o parâmetro de 3mm para lâmina d'água é usado por outros países, mas que a metodologia usada para a verificação de água na pista é sujeita a erros de avaliação por parte do funcionário que a aplica.*

Conforme detalhado no item 3.7 *Informações sobre o aeródromo*, enquanto a macrotextura estava abaixo do previsto, a pista apresentava um coeficiente médio de atrito de 0,70 (INFRAERO) ou 0,62 (DIRENG), sendo 0,50 o limite mínimo estabelecido pela IAC 4302.

No entanto, a presença de água na pista (chovia desde o dia anterior) reduziu a aderência de sua superfície a um nível indeterminado. O tema água na pista era recorrente com relação à pista principal de SBSP.

No dia 28 DEZ 2006, por iniciativa e nas dependências do CENIPA, houve uma reunião para tratar das condições do Aeroporto de Congonhas. A reunião foi motivada pela existência de diversos relatos de condições que colocavam em risco a segurança das operações de aeronaves no citado aeroporto.

Dentre os pontos discutidos, a pista principal 17R/35L mereceu atenção especial. Em virtude do que foi deliberado naquela ocasião, houve uma nova reunião de técnicos da ANAC e da INFRAERO, na qual foi produzido um guia sobre os parâmetros e procedimentos para o monitoramento das condições da pista 17R/35L. O guia foi encaminhado pelo Ofício 01-BR/SIE/2007, de 25/01/2007, da ANAC à INFRAERO. A seguir estão reproduzidos trechos do guia.

*“Parâmetros e Procedimentos para Avaliação das Condições da Pista 17R/35L do Aeroporto de Congonhas em Caso de Precipitação.*

*1.3. Trecho molhado – a superfície apresenta-se encharcada com água, porém não há a formação de poças.*

*1.4. Trecho com poças – a superfície apresenta a formação de poças de água com lâmina inferior a 3mm, contíguas ou não.*

*1.5. Trecho contaminado – a superfície apresenta formação de poças de água, contíguas ou não, com lâmina igual ou superior a 3mm.*

*1.6. Chuva leve (até 5mm/h ou 0,8mm/10min) – precipitação pluviométrica capaz de tornar úmido um trecho de pista e, dependendo de sua duração, tornar um trecho molhado ou proporcionar a formação de poças.”*

A IAC 121-1011, *Procedimentos de Ajuste de Tração (Potência) Para Decolagem. Aviões Categoria Transporte*, cuja finalidade é a definição dos requisitos e procedimentos aplicáveis para despacho e execução dos procedimentos de decolagem nas operações segundo o RBHA 121 e nas operações segundo o RBHA 135 com aeronaves com mais de 19 (dezenove) passageiros, utiliza o parâmetro 3mm na definição de “pista contaminada”, conforme abaixo:

*“2.3. e) Pista contaminada – é uma pista na qual mais de 25% do comprimento sendo usado está coberto com uma lâmina de água parada ou outro contaminante (por ex.: gelo, “slush”, ou neve) com mais de 3mm de espessura. Também é considerada contaminada a pista em que o contaminante cobrir menos do que 25 %, porém está cobrindo uma área relevante para a operação como por ex.: área de rotação e saída do solo ou o segmento da pista onde o avião está em alta velocidade na decolagem onde o efeito de arrasto é mais relevante.”*

De forma semelhante, a Flight Safety Foundation (dos Estados Unidos), como parte de seu ALAR TOOL KIT, emitiu um boletim intitulado “FSF ALAR Briefing Note 8.5 – Wet and Contaminated Runways”, no qual faz referência à definição de pista contaminada adotada pela JAA (Joint Aviation Authorities, da Europa) que também utiliza o parâmetro 3mm.

Em outro trecho, o guia produzido pela ANAC/INFRAERO estabelece os procedimentos em caso de precipitação.

*“2.3 Em caso de chuva leve contínua, a TWR-SP deverá interromper as operações de modo a proporcionar à AAL (administração aeroportuária local) a realização de inspeção 60 minutos após o início das precipitações e 120 minutos após o início das precipitações.*

*2.3.1. A AAL, com base nas duas avaliações citadas em 2.3, realizadas durante a ocorrência de chuva leve contínua, poderá propor à TWR-SP o período para uma nova verificação.*

*2.4. Independentemente das informações transmitidas pela AAL, a TWR-SP deverá suspender as operações para a inspeção da pista, imediatamente após receber informe de qualquer aeronave sobre dificuldades com o controle direcional durante a operação de pouso ou decolagem, que possam estar relacionadas com a presença de água na pista.”*

De acordo com informações da INFRAERO, no final do mês de junho foram concluídos os serviços de recuperação da superfície da pista, tendo sido eliminados rebaixamentos e corrigido o gradiente, para permitir o adequado escoamento de água.

Chovia na manhã do acidente. Na ocasião, conforme informação do setor de meteorologia local, o índice pluviométrico da precipitação era de 3,5mm/h (chuva leve, conforme o item 1.6 do guia).

Segundo uma planilha fornecida pela INFRAERO, a pista foi interditada para a verificação de suas condições por inspeção visual. O Relatório de Ocorrência 049/07, de 16/07/2007, registra *“foi feita vistoria na pista (das 12:25 às 12:28hs) e não foi constatado poças ou lâmina d’água a pedido da TWR”*. O acidente ocorreu às 12:42h.

Contudo, dada a imprecisão da visão humana, sobretudo debaixo de chuva, tem-se que a reportada inexistência de poças d’água não significa, necessariamente, que não havia lâmina d’água e, de forma alguma, exclui a presença de água na pista, condição necessária e suficiente para provocar o fenômeno chamado hidroplanagem.

#### 4.1.3 HIDROPLANAGEM

*Nesta subparte será mostrado que os pneus da aeronave sofreram hidroplanagem.*

A hidroplanagem (também aquaplanagem) pode ser de três tipos: hidroplanagem dinâmica (total ou parcial), hidroplanagem viscosa, e hidroplanagem com destruição da borracha dos pneus.

A **hidroplanagem dinâmica total** ocorre quando os pneus do avião se deslocam sobre um filme ou camada de água, em vez de se deslocarem em contacto físico direto com a superfície da pista. A velocidade para a ocorrência de hidroplanagem dinâmica total é calculada multiplicando-se por 7,7 a raiz quadrada da pressão dos pneus (aterragem sem bloqueamento das rodas) ou por 9 (para decolagem abortada, com as rodas já no estado de rotação).

No caso do ATR-42, a velocidade típica a partir da qual pode ocorrer este tipo de hidroplanagem é 80Kt nos pneus dos trens principais e 65Kt nos pneus do trem de nariz. No pouso do acidente, o toque ocorreu com 95Kt.

A hidroplanagem dinâmica total requer considerável quantidade de água, como ocorre com pneus de automóveis quando passam sobre uma poça d'água, por exemplo. Com isso, é mais usual a ocorrência da **hidroplanagem dinâmica parcial**, ou seja, a aderência fica bastante reduzida, permitindo o deslizamento, mas sem ocorrer a separação completa entre o pneu e a pista por todo o tempo. Neste caso, podem ser experimentadas sucessivas hidroplanagens intercaladas com breves trechos de aderência reduzida. O corpo (no caso em tela, a aeronave) tende a manter a direção do deslocamento devido à Quantidade de Movimento ( $Q$ ) decorrente do produto de sua velocidade ( $v$ ) por sua massa ( $m$ ), ou  $Q = m.v$ .

A **hidroplanagem viscosa** ocorre quando a superfície da pista é muito lisa e se encontra lubrificada pela umidade (orvalho forte, chuva recente). A hidroplanagem viscosa pode ocorrer em qualquer velocidade e não requer a existência de lençóis ou poças d'água.

A **hidroplanagem com destruição da borracha dos pneus** é uma derivação da hidroplanagem viscosa e ocorre quando a fricção entre um pneu que entrou em deslizamento (bloqueado) e a superfície da pista gera calor suficiente para transformar a umidade em vapor d'água. O vapor provoca o derretimento da borracha, produzindo pressão sob o pneu e separando-o parcialmente da superfície da pista.

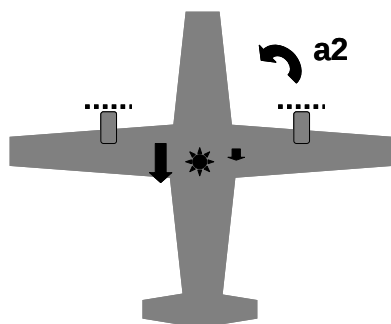


Os quatro pneus dos trens principais e os dois pneus do trem de nariz foram analisados na divisão de pneus aeronáuticos da Goodyear, em São Paulo. O resultado da análise originou o *Tire Analysis Report* nº 070704, de 19/07/2007.

O relatório acusa que, além dos danos por impacto sofridos pelos pneus, o pneu principal número 4 (externo do trem direito) sofreu desgaste em uma área oval na banda de rodagem, com reversão das características vulcanização (foto) e diminuição do grau de dureza da borracha, alterações condizentes com

a ocorrência de hidroplanagem.

Portanto, o cotejamento da teoria com as evidências apontadas pelo exame dos pneus, permite inferir que a aeronave, no caso do pneu externo do trem de pouso direito, sofreu hidroplanagem com destruição da borracha do pneu.



Supondo-se que não tenha havido hidroplanagem nas rodas do trem de pouso esquerdo (ou, mais provável, tenha havido em menor intensidade), haveria maior resistência ao avanço do trem esquerdo que ao avanço do trem direito. O resultado seria a geração de um Momento anti-horário **a2 (trem)**, que tenderia a girar o nariz da aeronave para a esquerda.

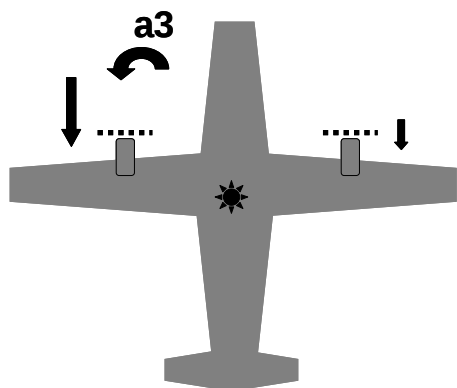
Conforme pode ser visto na Tabela 7, a aeronave experimentou uma diminuição em sua proa (giro à esquerda) logo após o toque dos trens no solo. Contudo, embora a mudança de proa possa ter sido causada pela ocorrência da hidroplanagem com destruição da borracha no pneu externo do trem direito, é mais provável que tenha resultado, inicialmente, do torque (efeito **e1**).

Tabela 7. Variação de proa da aeronave antes e após o toque no solo.

| Tempo (s)    | Torque Esq % | Torque Dir % | Deflexão Leme (°) | Low Pit | Proa (°) |
|--------------|--------------|--------------|-------------------|---------|----------|
| -3           | 27.1         | 27.4         | -1.4              |         | 167      |
| -2           | 27.1         | 27.4         | -0.7              |         | 167      |
| -1           | 20.2         | 21.8         | -0.9              | Normal  | 167      |
| <b>Toque</b> | 12.7         | 16.4         | -2.1              |         | 167      |
| <b>1</b>     | 4.0          | 9.8          | -3.5              |         | 166      |
| <b>2</b>     | 9.4          | 12.2         | -12.7             |         | 164      |
| <b>3</b>     | 16.4         | 14.5         | -17.3             | Low     | 161      |
| <b>4</b>     | 20.8         | 15.7         | -15.7             |         | 160      |
| <b>5</b>     | 21.5         | 13.3         | -22.3             |         | 162      |
| <b>6</b>     | 20.9         | 12.3         | -29.1             |         | 164      |
| <b>7</b>     | 28.6         | 12.3         | -29.3             | Low     | 164      |
| <b>8</b>     | 32.1         | 12.9         | -29.3             |         | 163      |
| <b>9</b>     | 29.7         | 12.2         | -29.3             |         | 162      |
| <b>10</b>    | 30.3         | 13.3         | -29.3             |         | 162      |
| <b>11</b>    | 29.0         | 15.8         | -29.3             | Low     | 162      |
| <b>12</b>    | 27.4         | 17.6         | -29.1             |         | 160      |
| <b>13</b>    | 46.1         | 37.5         | -20.9             |         | 155      |
| <b>14</b>    | 6.9          | 108.6        | *****             |         | 146      |

Fonte: FDR da aeronave.

A Tabela 7 também é útil para comprovar a ocorrência de hidroplanagem nos demais pneus, senão do tipo **com destruição da borracha**, do tipo **dinâmica parcial** ou do tipo **viscosa**. Constata-se que, após a aplicação do pedal a partir do segundo 2, o efeito aparece entre os segundos 4 e 7, quando ocorre um aumento de proa (giro horário). No entanto, a proa volta a diminuir a partir do segundo 7, mantendo a queda até a saída da aeronave da pista.



Isto ocorreu porque, após queda nos momentos antes do toque (redução do motor), a partir do segundo 3 o torque no motor esquerdo é maior que no motor direito. Após breve retardo, a tração diferencial, com o passo das hélices entrando em **reverso** (indicada por Low Pit), provoca um Momento anti-horário **a3**.

O Momento **a3 (reverso)** soma-se aos momentos anti-horários **a (torque)** e **a2 (trem)**, sobrepujando os momentos horários **h (pedal)** e **h2 (vento)**, já comentados anteriormente.

Entretanto, verifica-se que, em face da grande amplitude no uso dos pedais, e mesmo na tração diferencial em reverso, a variação de proa é pouco significativa. Tal fato indica que não havia aderência suficiente sob os trens de pouso principais, eixo sobre o qual a aeronave gira quando está no solo. Noutras palavras, todo o conjunto de trens da aeronave, incluindo o trem de nariz, deslizava na pista. Durante a hidroplanagem, a frenagem das rodas e o controle direcional da aeronave são ineficazes.

#### 4.1.4 PERDA DO CONTROLE DIRECIONAL

*Nesta subparte será mostrado que o steering foi ineficaz e que os pedais foram usados de modo inoportuno.*

Conforme as gravações do gravador de voz de cabine (CVR), a tripulação foi surpreendida pela perda de controle. A Tabela 8 traz um extrato dos diálogos.

Tabela 8. Extrato dos diálogos da tripulação sobre a perda de controle.

| Hora     | Fonte     | Transcrição                             |
|----------|-----------|-----------------------------------------|
| 12:43:16 | Co-piloto | .... O quê que aconteceu ali?           |
| 12:43:19 | Piloto    | Aquaplanou.                             |
| 12:44:24 | Piloto    | Meu, que que é isso, cara!? Nunca vi... |
| 12:44:28 | Co-piloto | ...num tinha ali o que fazer            |
| 12:45:33 | Piloto    | Meu, tocou o avião saiu...que nem um... |
| 12:45:35 | Co-piloto | No, nossa!                              |

Fonte: CVR da aeronave.

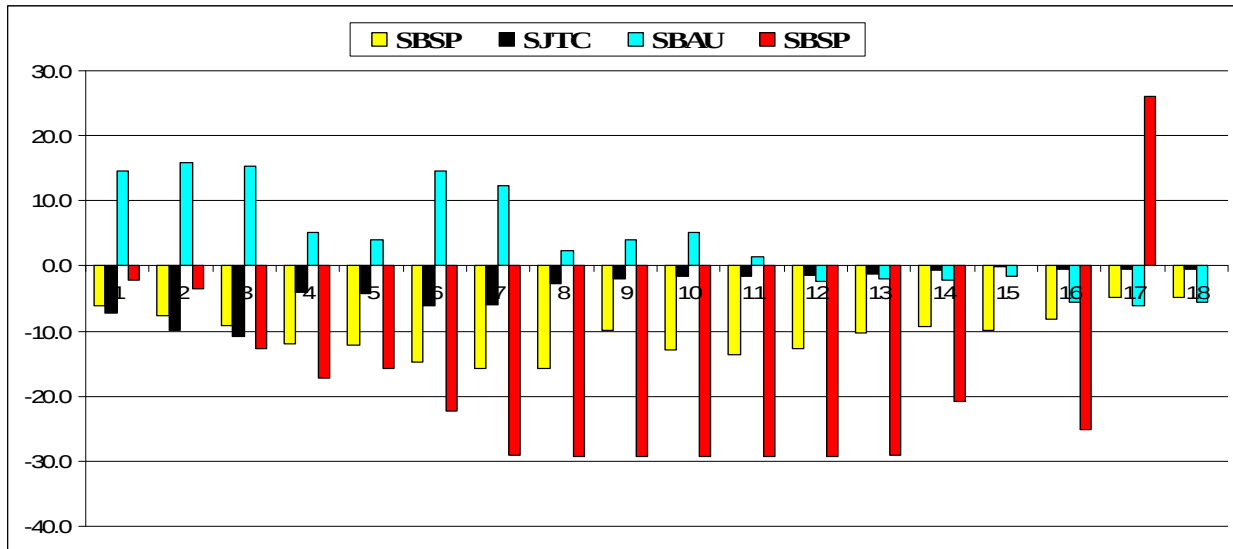
Como apresentado em 4.1.1. *Forças Atuantes na Aeronave*, o torque (**e1**), o uso do pedal direito (**e2**) e o vento (**e3**) produziram forças que atuaram na aeronave para a esquerda. Tais forças, sob condições normais, teriam sido contrariadas pelos mecanismos de controle direcional, quais sejam, os pedais, que comandam a superfície do leme, e o *steering*, que comanda a roda do trem de nariz.

##### 4.1.4.1 Uso dos pedais

Devido à hidroplanagem, os trens principais, que servem de eixo de rotação no plano horizontal com a aeronave no solo, perderam a aderência. Com isso, o uso do pedal direito a fundo (intuitivo, já que a aeronave saía para a esquerda) serviu apenas para agravar a situação, pois amplificou o efeito colateral **e2**, que, somado aos efeitos **e1** e **e3**, jogavam a aeronave para a esquerda.

No tocante ao uso dos pedais, o Gráfico 2 mostra a deflexão do leme em graus nos 18 segundos após o toque dos trens principais nos quatro pousos do dia. Os valores positivos indicam o uso do pedal esquerdo (leme à esquerda) e vice-versa. Verifica-se que, na maioria dos casos, o pedal direito é usado para contrariar o torque. Exceto por Araçatuba (SBAU), os pousos foram feitos em pista molhada.

Gráfico 2. Uso dos pedais (leme) nos pousos.



Fonte: FDR da aeronave.

- O primeiro conjunto de barras, em amarelo, retrata o primeiro pouso do dia, em SBSP, com vento alinhado de 2Kt. Nota-se o uso do pedal direito em função do torque.
- O segundo conjunto de barras, em preto, retrata o segundo pouso do dia, em SJTC, com vento calmo de 0Kt. Nota-se o uso do pedal direito em função do torque.
- O terceiro conjunto de barras, em azul claro, retrata o terceiro pouso do dia, em SBAU, com vento de direita de 12Kt. Nota-se o uso do pedal esquerdo, já que o nariz da aeronave tendia a virar para o lado direito, de onde o vento soprava. Neste caso, o vento e o torque provocaram forças para a esquerda, enquanto o uso do pedal esquerdo gerava uma força para a direita.
- O quarto conjunto de barras, em vermelho, retrata o quarto pouso do dia, em SBSP, quando ocorreu o acidente. O vento vinha da direita/cauda com 4Kt. Nota-se que, após pouco uso do pedal direito (**h-pedal**) nos dois segundos iniciais [pois o vento vinha da direita e o nariz girava para a direita (**h2-vento**), contrabalançando parcialmente o Momento **a-torque**], o piloto pisa fundo no pedal direito. Neste instante, a aeronave começava a virar o nariz para a esquerda devido à ação combinada de **a (torque)**, **a2 (trem)** e **a3 (reverso)**, sobrepujando os momentos horários **h (pedal)** e **h2 (vento)**, já comentados.

#### 4.1.4.2 Uso do steering

Na ação inicial, a guarda de proteção do NWS (*Nose Wheel Steering Switch*) foi encontrada erguida e o interruptor do *steering* na posição OFF. Contudo, as pessoas que tiveram acesso à cabine, incluindo a tripulação, negaram haver desligado o interruptor.

Este interruptor, salvo para o reboque da aeronave (como no *pushback*), deve estar ligado. Com interruptor desligado, o sistema fica despressurizado, deixando as rodas do trem de nariz livres. Isto ocorre porque, nas aeronaves ATR-42, os pedais comandam somente o leme.

Conforme a MEL (Lista de Equipamentos Mínimos, Revisão 5, ATA 32, item 51-1), atendidas certas condições (função de centralização das rodas não afetada; largura da pista igual ou maior que 30m; freios funcionando; e vento de través máximo de 15Kt), a aeronave é aeronavegável com o *steering* inoperante. Portanto, havia a possibilidade de o *steering* haver sido desligado devido a problemas no sistema.

A fim de dirimir tal suspeita, foram analisados o último pouso e a última decolagem antes do acidente. Pela análise da decolagem de SBAU, pode-se ter a impressão de que foi usado torque assimétrico durante o alinhamento da aeronave. Afinal, conforme mostra a Tabela 9, foi aplicado mais torque no motor direito durante as curvas para a esquerda.

Tabela 9. Alinhamento para decolagem em SBAU.

| Horário do FDR | Altitude Pressão (feet) | IAS (Velocidade) (knots) | TORQUE1 (esquerdo) (%) | TORQUE2 (direito) (%) | MAGHDG (proa) (deg) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 6:40:18        | 1276                    | 30                       | 7.6                    | 11.6                  | 120                 |
| 6:40:19        | 1276                    | 30                       | 7.8                    | 12.7                  | 110                 |
| 6:40:20        | 1276                    | 30                       | 7.8                    | 12.2                  | 100                 |
| 6:40:21        | 1276                    | 30                       | 12.2                   | 16.8                  | 89                  |
| 6:40:22        | 1283                    | 30                       | 17.7                   | 21.4                  | 79                  |
| 6:40:23        | 1290                    | 30                       | 22.6                   | 26.4                  | 69                  |
| 6:40:24        | 1276                    | 30                       | 29.2                   | 33.1                  | 59                  |
| 6:40:25        | 1276                    | 31                       | 42.0                   | 42.6                  | 52                  |
| 6:40:26        | 1276                    | 35                       | 58.3                   | 63.3                  | 49                  |

Fonte: FDR da aeronave.

No entanto, conforme se observa na Tabela 10, ao livrar a pista após o pouso anterior na mesma localidade, foi aplicado mais torque no motor esquerdo durante a execução de curva à esquerda. Desse modo, conclui-se que, nas faixas baixas de potência fora do reverso, a diferença de torque é irrelevante para o controle direcional da aeronave.

Tabela 10. Táxi após pouso em SBAU.

| Horário do FDR | Altitude Pressão (feet) | IAS (Velocidade) (knots) | TORQUE1 (esquerdo) (%) | TORQUE2 (direito) (%) | MAGHDG (proa) (deg) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 6:10:21        | 1248                    | 30                       | 11.6                   | 11.1                  | 48                  |
| 6:10:22        | 1241                    | 30                       | 11.4                   | 10.7                  | 47                  |
| 6:10:23        | 1241                    | 30                       | 11.3                   | 10.7                  | 45                  |
| 6:10:24        | 1262                    | 30                       | 11.0                   | 10.8                  | 42                  |
| 6:10:25        | 1241                    | 30                       | 10.7                   | 11.0                  | 38                  |
| 6:10:26        | 1248                    | 30                       | 10.5                   | 9.1                   | 33                  |
| 6:10:27        | 1248                    | 30                       | 10.7                   | 7.6                   | 26                  |
| 6:10:28        | 1262                    | 30                       | 10.5                   | 7.8                   | 19                  |
| 6:10:29        | 1255                    | 30                       | 10.7                   | 8.2                   | 11                  |
| 6:10:30        | 1262                    | 30                       | 10.5                   | 8.2                   | 3                   |

Fonte: FDR da aeronave.

Portanto, supõe-se que o interruptor estivesse ligado por ocasião do pouso, permitindo a utilização do *steering* (cujo volante foi aplicado pelo piloto). Nos pousos, o piloto assume o *steering* após o *callout seventy knots* (70Kt). Em velocidades superiores (o toque ocorreu com 95Kt), a efetividade do *steering* fica reduzida devido à pequena parcela do peso aplicada no trem de nariz. Somando-se a isso a falta de aderência das rodas graças às condições propícias à hidroplanagem, a eficácia do mecanismo estava bastante prejudicada. Adicionalmente, na faixa de velocidade logo após o toque, o leme (pedal direito, no caso) ainda predominava.

Com base no exposto até o presente momento, vê-se que, nos três primeiros pousos do dia, a aeronave não saiu da pista porque o atrito foi suficiente para prover a devida aderência, viabilizando o controle direcional. No pouso do acidente, que ocorreu na mesma pista do primeiro pouso do dia, a aderência não foi suficiente. Como explicar resultados diversos em condições semelhantes?

A resposta reside em um dos fundamentos que explicam a dinâmica dos acidentes. Em circunstâncias semelhantes, as repetições de eventos similares apresentam resultados aleatórios, indetermináveis. Irrefutavelmente, contudo, havia preocupação com as condições da pista, conforme atestam as instruções dos órgãos de controle de tráfego aéreo ao longo do dia do acidente.

#### 4.1.5 COMUNICAÇÕES COM OS ÓRGÃOS ATC

*Nesta subparte será mostrado que havia preocupação dos órgãos de controle de tráfego aéreo com as condições da pista.*

O CVR (item 3.11.2) incorpora às comunicações entre o APP-SP e a aeronave (Pantanal 4763), instruções dadas a outras aeronaves.

Tabela 6. Extrato do conteúdo do CVR da aeronave.

| Hora     | Fonte    | Transcrição                                                                                                                                                                                                               |
|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:30:56 | APP-SP   | TAM 3547 controle.                                                                                                                                                                                                        |
| 12:30:57 | TAM 3547 | Prossiga.                                                                                                                                                                                                                 |
| 12:30:59 | APP-SP   | ...prosseguir na aproximação informando que a pista está molhada e <b>escorregadia</b> , mas sem poça d'água e já foi liberada...                                                                                         |
| 12:34:21 | APP-SP   | ...a pista tá molhada, <b>escorregadia</b> , OK, GOL?                                                                                                                                                                     |
| 12:35:35 | APP-SP   | TAM 3547 controle.                                                                                                                                                                                                        |
| 12:35:37 | TAM 3547 | Prossiga controle.                                                                                                                                                                                                        |
| 12:35:38 | APP-SP   | ...Quando o senhor passar para a torre... como o senhor faz a averiguação da pista em uso por gentileza?                                                                                                                  |
| 12:35:46 | TAM 3547 | Pois não, sobre alguma aquaplanagem...                                                                                                                                                                                    |
| 12:35:52 | APP-SP   | ... <b>escorregadia</b> , se a pista tá molhada, encharcada...                                                                                                                                                            |
| 12:36:04 | APP-SP   | <b>Pantanal 4763 também, OK?</b> Para o tipo da sua aeronave, gostaríamos que se houvesse condições, ao livrar a pista, informar para a torre de controle como é que a senhora avalia aí as condições da aproximação, OK? |

Fonte: CVR da aeronave.

A Tabela 6 traz um extrato do conteúdo do CVR, do qual se depreende os seguintes aspectos relevantes para a investigação:

a) havia uma preocupação inconteste do pessoal do APP-SP com as condições de aderência da pista;

b) os pilotos do ATR tinham conhecimento de que a pista estava molhada e puderam ouvir referências diretas quanto à mesma estar escorregadia;

A atenção dedicada pelos órgãos de controle à pista do Aeroporto de Congonhas decorria do conhecimento de eventos nos quais a aderência obtida esteve abaixo do esperado, conforme atestam certos precedentes.

#### 4.1.6 PRECEDENTES CONHECIDOS

*Nesta subparte serão mostradas algumas deficiências anteriormente levantadas referentes a aderência da pista 17R/35L.*

##### 4.1.6.1 Relativos a Congonhas

Desde 2004 o coeficiente de atrito pista principal estava abaixo do nível de manutenção definido pela IAC-4302. Em 22 MAR 2006, o PR-BRC (Boeing 737-400 da empresa BRA Linhas Aéreas S/A), após o pouso na pista molhada, parou na borda da ribanceira existente no final da pista. Conforme a Síntese de Incidente emitida pelo CENIPA, a aeronave sofreu hidroplanagem.

No início de 2007, a INFRAERO fechou a pista principal para serviços de recuperação. A pouca aderência da pista foi atribuída ao acúmulo, nas ranhuras do piso, de borracha proveniente dos pneus de aeronaves. O entupimento das ranhuras estaria prejudicando a drenagem da água.

A pista foi reaberta no dia 29/06/2007 sem *grooving* (ranhuras no piso para o escoamento da água), que, devido ao tempo de cura do asfalto, só deveria ficar pronto cerca de três meses depois. Antes da feitura do *grooving*, pilotos de diferentes tipos de aeronave reportaram que as condições de frenagem estavam precárias na pista molhada, que se encontrava “escorregadia como sabão”.

##### 4.1.6.2 Relativos a aeronaves ATR-42

No tocante aos precedentes com aeronaves ATR-42, foram obtidos alguns reportes com o BEA (congênere Francês do CENIPA), todos relativos a saídas de pista (*runway excursions*), cujos extratos são apresentados na Tabela 11.

Como pode ser visto na coluna da direita da tabela, salvo pelo evento ocorrido em 2000, na Grécia, os precedentes enviados pelo BEA pouca ou nenhuma relação apresentam com o acidente do PT-MFK.

Tabela 11. Reportes de ocorrências com ATR-42.

| Data e Local            | Resumo do Histórico                                                                                                                               | Relação com o acidente do PT-MFK                                                                                                               |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30/06/1997<br>Itália    | A aeronave cruzou a cabeceira com 40 Kt acima da velocidade prevista, ultrapassou os limites da pista e chocou-se com uma cerca.                  | Nenhuma. O PT-MFK tinha velocidade de cruzamento de 99Kt, sendo 97Kt a prevista.                                                               |
| 04/01/1998<br>França    | Havia vento cruzado de través de 20Kt e rajadas de 33Kt a 36Kt. A aeronave saiu pela lateral direita da pista.                                    | Nenhuma. O PT-MFK pousou com vento de 4Kt .                                                                                                    |
| 06/07/1999<br>Alemanha  | A aeronave saiu pela lateral da pista na corrida após pouso. Não houve danos à aeronave nem lesões aos ocupantes.                                 | <b>Indeterminado.</b> O relato não trouxe detalhes que permitissem saber os fatores intervenientes na ocorrência.                              |
| 27/03/2000<br>Itália    | A aeronave saiu pela lateral esquerda da pista na corrida após pouso. Havia turbulência severa, chuva forte e tesoura de vento (30Kt).            | Nenhuma. O PT-MFK pousou com vento de 4Kt. Não havia turbulência e a chuva era fraca.                                                          |
| 01/08/2000<br>Grécia    | A aeronave saiu pela lateral esquerda da pista. Houve anomalias na variação de passo do motor direito.                                            | <b>Possível.</b> Pouco após o pouso o torque do motor esquerdo (em reverso) superou o do motor direito.                                        |
| 30/08/2000<br>Marrocos  | A aeronave saiu pela lateral da pista. Houve falha hidráulica que levou a problemas no motor e no reverso.                                        | Improvável. Não foram identificadas falhas de sistema ou componente na aeronave PT-MFK.                                                        |
| 08/10/2002<br>França    | O trem esquerdo da aeronave saiu pela esquerda, voltando à pista. Chovia fortemente. Presença de tesoura de vento. Possibilidade de aquaplanagem. | Improvável. O PT-MFK pousou com vento de 4Kt. Não havia turbulência. A chuva fraca proporcionava água na pista, possibilitando a aquaplanagem. |
| 17/10/2006<br>Indonésia | A aeronave colidiu om obstáculo durante aproximação IFR.                                                                                          | Nenhuma. O PT-MFK colidiu com obstáculos após ter saído da pista.                                                                              |
| 31/10/2006<br>França    | Havia vento cruzado de través de 25Kt. A aeronave saiu pela lateral da pista.                                                                     | Nenhuma. O PT-MFK pousou com vento de 4Kt.                                                                                                     |
| 11/12/2006<br>Finlândia | Havia vento cruzado (rajada de 22Kt) e chuva leve. A tripulação retardou o uso do steering. A aeronave saiu pela lateral esquerda da pista.       | Improvável. O PT-MFK pousou com vento de 4Kt. A chuva era fraca. Havia água na pista, que possibilitava a aquaplanagem.                        |

Fonte: BEA.

Por outro lado, a mera leitura dos precedentes ocorridos em Congonhas identifica como aspecto preponderante nas ocorrências a existência de água na pista, condição confirmada pelas imagens disponíveis do dia do acidente.

#### 4.1.7 IMAGENS FEITAS PELAS CÂMERAS DO AEROPORTO

*Nesta subparte será mostrado que havia quantidade significativa de água na superfície da pista 17R/35L na manhã do acidente.*

Quatro câmeras instaladas no aeroporto registraram a trajetória da aeronave desde a curta final para pouso até o momento em que a mesma parou após haver saído da pista. Apesar da baixa definição das imagens, foi possível observar os dados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Extrato das imagens feitas por câmeras do aeroporto.

| Câmera | Horário                    | Observação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CH-06  | 08:04:40                   | Proveniente de SBAU, o PT-MFK pousa sem problemas. O ângulo na rampa da curta final, o ponto de toque na pista e o tempo para a colocação do trem de nariz no solo assemelham-se aos ocorridos no pouso da mesma aeronave às 12:42:14. A imagem da aeronave é refletida na pista, indicando haver água em sua superfície.                                                                                                               |
| CH-06  | 08:06:25                   | Aeronave B-737 decola e levanta água da pista.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| CH-10  | 12:15:00<br>Às<br>12:41:20 | <b>Nota-se levantamento apreciável de água na corrida das seguintes aeronaves:</b> Airbus da TAM (12:15h), Airbus da TAM (12:18h), Boeing da GOL (12:27h), Airbus da TAM (12:32h), Boeing da VARIG (12:33h), Airbus da TAM (12:37h), Fokker 100 da TAM (12:39h). Às 12:40:30, uma aeronave pequena decola e não se percebe o levantamento de água. Às 12:41:20 há levantamento de água no pátio durante o táxi de um Boeing 737 da GOL. |
| CH-06  | 12:42:11                   | PT-MFK aparece já na curta final, com as asas niveladas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| CH-06  | 12:42:14                   | Toque dos trens principais no solo. O trem de nariz toca imediatamente após. Nota-se ligeiro levantamento de água.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| CH-10  | 12:42:15                   | PT-MFK aparece na corrida após pouso. Há levantamento de água.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| CH-13  | 12:42:22                   | PT-MFK aparece na câmera. Há levantamento de água até o momento em que o trem principal esquerdo sai do asfalto e passa a levantar lama.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| CH-13  | 12:42:25                   | Trem esquerdo sai do asfalto. Nota-se o levantamento de lama.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CH-16  | 12:42:25                   | PT-MFK aparece levantando lama e prossegue até sua parada total.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| CH-16  | 12:42:28                   | A aeronave parece iniciar um giro definitivo pela esquerda.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| CH-16  | 12:42:40                   | A aeronave pára o deslocamento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Câmera | Horário  | Observação                                                      |
|--------|----------|-----------------------------------------------------------------|
| CH-13  | 12:43:58 | O 1º veículo de salvamento aparece no campo de visão da câmera. |
| CH-16  | 12:44:38 | O 1º veículo de salvamento chega na aeronave.                   |

Fonte: INFRAERO.

A análise das filmagens permite inferir que:

a) O primeiro pouso da aeronave, na mesma pista molhada, ocorreu sem anormalidades. As características da aproximação, do toque e da colocação do trem de nariz no solo foram semelhantes àsquelas do quarto pouso (acidente);

b) O pouso do acidente assemelhou-se a um pouso típico até o momento em que a aeronave saiu pista;

c) Havia quantidade significativa de água na pista durante a operação de outras aeronaves mais pesadas, como B-737 e o A-320. Contudo, no caso do ATR-42 e de aeronaves mais leves (por razões esperadas: menor peso, menor esteira de turbulência, menor potência dos motores) as imagens não destacam a presença de água em grande quantidade na superfície da pista; e

d) O primeiro carro de salvamento chegou na aeronave 118 segundos após a parada total da mesma e, segundo a tripulação, ajudou na evacuação dos ocupantes.

#### 4.1.8 EVACUAÇÃO DA AERONAVE

Afora um passageiro que, em desrespeito às instruções, pulou pela saída de emergência da direita, todos saíram pela porta principal traseira, de modo ordenado, porém lento. Havia preocupação dos passageiros em recuperar bagagens de mão e alguma hesitação devido à chuva e à lama que os aguardavam fora da aeronave.

A lentidão dos passageiros decorreu da interpretação pelos mesmos de que não havia ameaça concreta. Se houvesse a suspeita (ou a certeza), por exemplo, de fogo e risco de explosão, os passageiros teriam se amontoado junto à saída.

Naquela situação, cabia à tripulação manter elevado o alerta situacional dos passageiros, já que não poderia haver, àquela altura, a certeza da inexistência de riscos decorrentes das condições da aeronave.

Com a aeronave parada e seus motores já cortados, a evacuação assumia importância capital. Naquele contexto, um maior envolvimento da tripulação técnica com os procedimentos de evacuação, associado a uma atitude mais firme e assertiva por parte da tripulação de cabine, sobretudo a comissária-chefe, que estava junto à porta, teriam suplantado a hesitação dos passageiros e acelerado a evacuação.

Ademais, a tripulação técnica (pilotos) ficou alheia ao andamento da evacuação dos passageiros durante 60 segundos consecutivos (vide item 3.10). Apesar da presumida eficiência da tripulação de cabine (comissárias), a tripulação técnica devia manter-se atenta à evacuação, atividade de maior relevância para a segurança das pessoas naquelas circunstâncias. Portanto, embora não tenha contribuído no acidente, houve falha na coordenação de cabine.

As diferenças encontradas entre o Manual Periódico de Comissárias e o Manual geral de Operações, quanto ao preconizado para os tempos de aguardo para a ordem de evacuação, apesar de já terem sido corrigidas, indicam a necessidade de revisão dos manuais da empresa, com vistas à correção de eventuais incoerências.

#### 4.2 GERENCIAMENTO DO RISCO OPERACIONAL

*Nesta parte será mostrado que deficiências no gerenciamento do risco contribuíram para o acidente.*

Conforme a teoria do Gerenciamento do Risco Operacional (*Operational Risk Management*) preconizada pelo CENIPA através do Método SIPAER de Gerenciamento do Risco (MSGR), o risco associado a um evento com potencial de causar danos, lesões ou prejuízos ao cumprimento da missão, é composto por três elementos: probabilidade, exposição e gravidade.

A probabilidade de ocorrência do evento deve ser aferida com base em fatores de risco presentes. Por exemplo, baixo coeficiente de atrito da pista e presença de água em sua superfície são fatores de risco que aumentam a probabilidade de uma aeronave perder o controle no solo durante a corrida após pouso.

A exposição ao evento deve ser aferida com base no número de pessoas, equipamentos ou ciclos envolvidos na atividade. Por exemplo, para idênticas condições de pista (atrito e água), a exposição à perda de controle no solo é maior para a pista de Congonhas (SBSP), que acumulou 173.154 movimentos de janeiro a outubro de 2007, do que para a pista de Ilhéus (SBIL), com 7.378 movimentos no mesmo período (Fonte: site da INFRAERO).

A gravidade (ou severidade) do evento deve ser aferida levando-se em conta as suas conseqüências mais prováveis. Quando uma aeronave executa um pouso longo e o prolongamento da pista é desobstruído, são grandes as chances de a aeronave desacelerar e parar sem danos relevantes e sem lesões aos seus ocupantes. Por outro lado, quando, num pouso longo, o prolongamento da pista é obstruído, tornam-se consideráveis as chances de danos graves e, até, fatalidades decorrentes da eventual ocorrência de fogo ou explosão.

Uma vez calculado o risco pela avaliação dos parâmetros probabilidade, exposição e gravidade, busca-se reduzi-lo a um patamar aceitável. Para tanto, adota-se medidas mitigadoras dos fatores de risco identificados.

#### 4.2.1 OBSTÁCULOS ADJACENTES ÀS PISTAS

*Nesta subparte será mostrado que obstáculos junto às pistas impõem elevado risco a segurança das operações.*

Um dos fatores contribuintes para o acidente foi a existência de obstáculos na faixa de pista da pista 17R/35L. Conforme descrito no item 3.8, após sair pela lateral esquerda da pista, a aeronave sofreu danos em virtude da colisão com caixas de concreto.

Embora no acidente em apreço não tenha havido lesões às pessoas embarcadas, a colisão de aeronave com obstáculos robustos em velocidades altas, como as usuais logo após o pouso, pode resultar em fogo ou explosão.

Além das caixas de concreto atingidas, existem outras, às margens das pistas, que se constituem em obstáculos. Tal situação impõe riscos desnecessários à segurança das aeronaves e contraria a legislação aplicável ao assunto.



*Caixa de inspeção com cerca de 22 cm de altura na lateral da Pista 17R/35L. Há 348 destas caixas espalhadas pela área operacional, estando algumas junto às pistas. O Of. 19785/DO(DOSA)/2007, de 14/09/2007, da INFRAERO, informa que, em atendimento à RSV (A) 60/A/07, do CENIPA, está sendo elaborado um plano para a remoção dos obstáculos existentes nas faixas de pista de SBSP.*

A medida recomendada para mitigar o risco imposto pelos obstáculos existentes junto às pistas é a remoção daqueles que possam ser removidos e a construção de rampas junto àqueles que não possam. Esta recomendação, aplicável a todos os aeródromos, torna-se mais relevante naqueles cujo movimento de aeronaves é elevado, como SBSP.

#### 4.2.2 OPERAÇÃO COM PISTA MOLHADA E SEM GROOVING

*Nesta subparte será mostrado que a operação da pista sem o grooving sob chuva oferecia risco às aeronaves.*

No início de 2007, a pista 17R/35L foi interditada para serviços de recuperação de sua cobertura asfáltica. Havia problemas para o escoamento de água relacionados, em parte, à borracha acumulada e, em parte, aos rebaixamentos na superfície da pista. Em junho, a recuperação foi concluída, tendo sido corrigido o gradiente de inclinação. No entanto, por razões técnicas, não foi refeito o *grooving*, ranhuras na superfície da pista que, somadas ao gradiente, aceleram o escoamento da água para as laterais.

A pista foi reaberta sem *grooving*, tendo sido adotados procedimentos para a medição da lâmina d'água em caso de chuva. Caso uma lâmina d'água de 3mm se formasse, a operação seria interrompida. Tal medida foi paliativa, já que não eliminava a causa ou reduzia seus efeitos. Na verdade, a medição da lâmina d'água, mais do que efetivamente garantir um nível aceitável de segurança, servia para atestar que não havia segurança aceitável.

Assim, apesar de reportes de que as condições de frenagem estavam precárias na pista molhada, as operações prosseguiram. O *grooving* era necessário para a pista em vista do elevado número de operações. No entanto, a pista sem *grooving* permanecia aberta mesmo sob chuva, desde que não fossem atingidos os 3mm de lâmina d'água.

Alguns meses após o acidente, a implantação do *grooving* na pista 17R/35L de SBSP foi concluída, não restando recomendação a ser feita.

#### 4.2.3 ÁREA DE SEGURANÇA DE FINAL DE PISTA – RESA

*Nesta subparte será mostrado que a inexistência de área de escape, mormente em SBSP, eleva o risco das operações.*

À semelhança de outros aeródromos (no Brasil e em outros países), as pistas do Aeroporto Internacional de Congonhas não possuem áreas de segurança de final de pista (também conhecidas por RESA, *Runway-End Safety Area*).

Segundo o Anexo 14 à Convenção Internacional de Aviação Civil (Convenção de Chicago), a RESA é uma área a partir do final da pista, com largura mínima igual ao dobro da largura da pista considerada e extensão mínima de 90m (no caso do *Standard*, que é obrigatório) ou até 240m (*Recommended Practice*, que é desejável).

O elevado volume de pousos e decolagens em SBSP (173.154 movimentos de janeiro a outubro de 2007), associado ao relativamente pequeno comprimento das pistas (1940 metros a maior das pistas) em face das características das aeronaves lá operadas (B-737 e A-320, dentre outras aeronaves de transporte aéreo regular de passageiros), faz com que a inexistência de RESA agrave o risco das operações.

Conforme já comentado, o risco é calculado com base na probabilidade, na exposição e na gravidade. Puramente considerada, a probabilidade de uma aeronave efetuar um pouso longo (aquele no qual a aeronave ultrapassa os limites da pista) em SBSP é a mesma que em qualquer outra pista com mesmo comprimento e condições de piso. Contudo, verifica-se que, em vista do elevado número de movimentos, a exposição ao evento pouso longo é significativamente alta em SBSP. Finalmente, quanto à gravidade, tem-se que a presença de avenidas, edificações e outros obstáculos pouco além das cabeceiras torna o evento pouso longo potencialmente catastrófico, isto é, com capacidade para provocar a destruição da aeronave e morte de número elevado de pessoas, embarcadas ou não.

Portanto, a implantação de RESA nas pistas de SBSP é uma das medidas recomendadas para mitigar os efeitos de um eventual pouso longo. Neste aspecto, conforme Boletim do Comando da Aeronáutica (nº 210, de 05/11/2007), a ANAC emitiu a Portaria Nº 1.032, de 27/09/2007, que estabelece “Art. 1º Determinar a adoção de área de segurança de final de pista nas duas pistas de pouso e decolagem do Aeroporto de Congonhas, em conformidade com os padrões estabelecidos pelo Anexo 14 à Convenção de Aviação Civil Internacional.” Esta medida foi publicada no DOU Nº 188, S-1, de 28/09/2007, pág. 33.

#### 4.2.4 INSTALAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE RETENÇÃO – EMAS

*Nesta subparte será mostrado que, isoladamente considerada, a implantação de RESA em SBSP não reduz o risco das operações a um nível aceitável.*

A existência de RESA pressupõe que a aeronave, após sair dos limites da pista, desacelerará e parará em virtude da combinação de seus próprios meios (freios e reverso) e da resistência do solo ao avanço. No entanto, o mau funcionamento dos sistemas de freios, por exemplo, pode ter sido um dos fatores que tenham levado a aeronave a sair da pista.



*Em 30/05/2003, este MD-11 foi retido pelo EMAS instalado no Aeroporto Internacional de Nova Iorque. Não houve reportes de vítimas ou de danos à aeronave.*

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

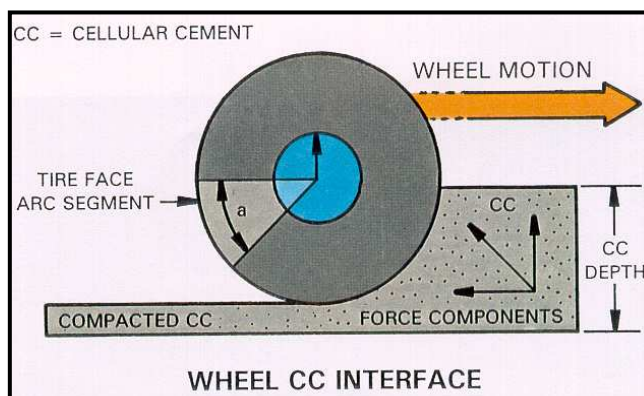
Conforme dados da IFALPA (*International Federation of Airline Pilots Associations*), em 2005 ocorreram no mundo 3,6 acidentes por mês nos quais aeronaves de transporte (passageiros e/ou carga) ultrapassaram os limites da pista. Em aproximadamente 90% das ultrapassagens de cabeceira, a velocidade de saída da pista está abaixo de 70Kt e, em 50% dos casos, abaixo de 40 Kt (Heald, 60º IASS, Seul, Coréia do Sul, 2007).



Quando o produto da massa ( $m$ ) e da velocidade ( $v$ ) da aeronave é elevado (algo esperado com aeronaves B-737 e A-320), a mera resistência oferecida pelo terreno somada ao uso dos sistemas eventualmente disponíveis (freios e/ou reverso) não basta para assegurar a parada da aeronave na RESA. De fato, diversos acidentes comprovam que a RESA não garante, por si só, uma parada segura. A foto ao lado ilustra um acidente ocorrido em 2005, em Toronto, Canadá.

Com isso, verifica-se que a implantação de um sistema de retenção cuja eficácia independa de qualquer ação do piloto e de qualquer sistema da aeronave mostra-se oportuna.

Abaixo está ilustrado o princípio de funcionamento do EMAS, que consiste na instalação, no prolongamento da pista, de uma superfície especialmente concebida para ceder ao peso da aeronave, desacelerando-a. O EMAS coloca todo o esforço nos trens de pouso e, assim, usualmente minimiza os danos à aeronave.



Com base no exposto, recomenda-se a instalação nas cabeceiras de SBSP (e onde mais for julgado necessário) de superfícies retentoras denominadas EMAS (*Engineered Materials Arresting System*), uma medida capaz de baixar o risco das operações a um patamar aceitável.

## 5. CONCLUSÃO

### 5.1 Fatos:

- a. A tripulação era qualificada e estava com o treinamento atualizado;
- b. a aeronave estava em condições aeronavegáveis;
- c. o pouso em SJTC não ocorreu devido ao mau tempo, sendo alternado SBSP;
- d. os pilotos estavam cientes de que a pista estava molhada;
- e. o coeficiente de atrito da pista estava acima do limite mínimo previsto;
- f. a macrotextura da pista estava abaixo do limite mínimo previsto;
- g. a pista não tinha *grooving* para acelerar o escoamento de água;
- h. a aeronave hidroplanou e saiu para a esquerda;
- i. o piloto aplicou o pedal direito a fundo;
- j. a aeronave colidiu com obstáculos adjacentes à margem esquerda da pista;
- k. houve danos graves à aeronave;
- l. os ocupantes da aeronave saíram ilesos do acidente;
- m. a evacuação dos passageiros foi lenta;
- n. alguém (não identificado) desligou o interruptor do *steering*;
- o. a pista não possuía área de segurança de final de pista (RESA).

### 5.2 Fatores contribuintes

#### 5.2.1 Fator humano

##### Aspecto Fisiológico

Não contribuiu.

##### Aspecto Psicológico

Não contribuiu.

##### Aspecto Operacional

#### a. Condições Meteorológicas Adversas - Contribuiu

A chuva leve provocou a presença de água na pista, viabilizando a ocorrência de hidroplanagem.

#### b. Infra-estrutura - Contribuiu

O acúmulo de água na superfície da pista, em consequência da insuficiente drenagem, por falta de “grooving”, viabilizou a hidroplanagem.

c. Instrução - Contribuiu

O piloto aplicou o pedal direito a fundo, gerando uma força para a esquerda que contribuiu para a saída da pista. Seguramente, o fato de que, em presença de hidroplanagem, não se deve aplicar o pedal oposto ao lado para o qual a aeronave desliza, não foi coberto durante a instrução do piloto.

d. Aplicação de comando - Contribuiu

Em face da hidroplanagem, o piloto aplicou o pedal direito, agravando a saída da aeronave para a esquerda.

5.2.2 - Fator material

Não contribuiu.

---

Em, 08 / ABR / 2008.