

RELATÓRIO DE ACIDENTE

TRANSPORTES AÉREOS PORTUGUESES
BOEING 727-282 – CS-TBR

AEROPORTO DE SANTA CATARINA

ILHA DA MADEIRA

PORTUGAL

19 — NOVEMBRO — 1977

DIRECÇÃO – GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL
LISBOA **PORTUGAL**



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

— PREAMBULO —

O despacho ministerial que nomeou a Comissão de Inquérito propôs a condução do mesmo na base do art². 269. da Convenção sobre a Aviação Civil Internacional que, por sua vez, recomenda a adopção de processos preconizados pela Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO) através do Anexo 13 àquela Convenção.

Dado que o referido Anexo transfere toda a responsabilidade do método da investigação para o Estado da ocorrência que, no caso presente, coincide com o Estado de registo da aeronave e atendendo à falta de legislação nacional actualizada sobre o assunto (o Regulamento de Navegação Aérea data de 1930), a Comissão de Inquérito tomou a resolução de utilizar os métodos propostos no Anexo 13 e no Doe. N.º. 6920-AN/855/4 da ICAO - "MANUAL OF AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATION" -, que o complementa, para a investigação de acidentes de aeronaves registadas noutros Estados contratantes da ICAO ocorridos em território nacional, dado que só para estes casos é recomendado um método sistemático e actualizado de investigação de acidentes que a Comissão de Inquérito considerou satisfatório.

Por outro lado, dada a cooperação oferecida pelo National Transportation Safety Board (NTSB) e aceite pela Direcção-Geral da Aeronáutica Civil, foi por aquela entidade norte-americana reconhecida como correcta a metodologia atrás referida.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

INDICE

	Página
Sinopse	1
1. Informação factual	3
1.1 História do voo	3
1.2 Danos pessoais	8
1.3 Danos no avião	8
1.4 Outros danos	8
1.5 Informação da tripulação	8
1.6 Informação do avião	9
1.7 Informações meteorológicas	9
1.7.1 Previsões meteorológicas no destino e alternan- tes que serviram de base ao despacho do voo TP425 - Lisboa/Funchal	9
1.7.2 Prognósticos (Significant weather)	10
1.7.3 Observações meteorológicas no Funchal (QAM) em 19NOV77	10
1.7.4 Informações meteorológicas fornecidas pela Torre de Controle do Funchal	11
1.7.6 Precipitação	12
1.7.7 Condições de luz natural no momento do acidente	12
1.8 Ajudas à navegação	12
1.9 Comunicações	13



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

	Página	
1.10	Aeroporto e facilidades terrestres	12
1.10.1	Descrição	13
1.10.2	Anomalias verificadas durante a investigação	15
1.11	Registadores de voo (Flight Recorders)	16
1.11.1	Digital Flight Data Recorder (DFDR) e Cockpit Voice Recorder (CVR)	16
1.12	Destroços	17
1.12.1	Fuselagem.	17
1.12.2	Secção de cauda	18
1.12.3	Asa esquerda	18
1.12.4	Asa direita	19
1.12.5	Trens de aterragem principal e de proa	19
1.12.6	Reactores	20
1.13	Informações médicas	21
1.13.1	Descrição	21
1.14	Fogo	22
1.15	Aspectos de sobrevivência.	23
1.16	Testes	24
2.	Análise e conclusões	24
2.1	Generalidades	24
2.2	Análise	25
2.2.1	1ª aproximação	25



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

	Página	
2.2	2 ^a aproximação	25
2.2.3	3 ^a aproximação e aterragem	26
2.2.3.3	Velocidade de aproximação	28
2.2.3.4	Existência de condições de hidroplanagem	28
3	Conclusões	29
3.1	Factos	29
3.2	Causa provável	30
4.	Recomendações	31
APÊNDICES		
	APÊNDICE A - Investigação	33
	APÊNDICE B - Informações pessoais	34
	APÊNDICE C - Informação do avião	37
	APÊNDICE D - Gravação das bobinas do ATC e da Torre do Funchal	40
	APÊNDICES E e F - Análise gráfica	46
	APÊNDICE G - Análise esquemática	47



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-1-

SINOPSE

Um avião B.727-282 dos Transportes Aéreos Portugueses, com as marcas de nacionalidade e matrícula CS-TBR, operando o voo TP 425, sofreu um acidente após a aterragem no aeroporto de Santa Catarina (Funchal), Ilha da Madeira, Portugal, cerca das 21:48 TMG do dia 19 de Novembro de 1977.

O TP 425 teve origem em Bruxelas com destino ao Funchal, tendo efectuado uma escala intermédia em Lisboa, donde partiu, com 8 tripulantes e 156 passageiros, estes de acordo com as respectivas listas.

Ao aproximar-se do aeroporto do Funchal o TP 425 recebeu informações de que as condições meteorológicas compreendiam aguaceiros fortes, visibilidade variando entre 3 e 5 Kms e ventos de intensidade variável.

O TP 425 fez 3 tentativas de aterragem a última das quais para a pista 24, efectuando o toque nesta à velocidade de 148 nós e a uma distancia de 2060 pés (628 m) da soleira deslocada da pista.

A aeronave percorreu todo o comprimento restante da pista (2990 pés-912 m) com desaceleração insuficiente para conseguir a paragem dentro daquele comprimento, saindo pelo topo à velocidade de 78,5 nós, projectando-se sobre uma ponte de pedra à distância de 118 m (em planta) daquele topo e a cerca de 28 m abaixo do nível deste.

No momento do impacto, a trajectória da aeronave tinha uma direcção quase vertical (reduzida componente de translação), pelo que a secção de cauda ficou sobre a ponte e a asa direita e os três reactores a montante desta.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-2-

A parte restante da aeronave precipitou-se na praia, junto ao mar, cerca de 14 m abaixo do ponto do primeiro impacto.

A aeronave ficou completamente destruída devido a explosão e conseqüente incêndio.

Dum total de 164 pessoas a bordo sobreviveram 33, morreram 122 e desapareceram 9, presumivelmente mortos.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-3-

1. INFORMAÇÃO FACTUAL

1.1 História do Voo

- Em 19 de Novembro de 1977, o avião Boeing 727-282 com as marcas de nacionalidade e matrícula CS-TBR foi escalado para efectuar os seguintes voos regulares:

TP 420 - Lisboa/Bruxelas

TP 425 - Bruxelas/Lisboa/Funchal

- A tripulação do voo TP425 constituída por 8 elementos - 3 técnicos e 5 de cabine (vide Anexo B), iniciou o seu serviço de voo TP 420 LIS/BRU, com excepção do Chefe de Cabine que iniciou o seu serviço a bordo do TP 425 em Lisboa.
- O percurso LIS/BRU/LIS decorreu sem incidentes, quer nas descolagens, quer nas aterragens.
- O despacho do voo de Lisboa para o Funchal fez-se de acordo com os procedimentos TAP, definidos no seu MANUAL DE OPERAÇÕES (OPV), utilizando um "Repetitive Flight Plan".
- O conjunto de informações meteorológicas preparadas pelo Centro Meteorológico de Lisboa era constituído por previsões do estado do tempo à superfície e a níveis superiores (300 e 200 mbs) assim como nos terminais. Além das previsões, incluíram-se as últimas observações recebidas do Funchal, Porto Santo e Las Palmas. As condições previstas para a rota, destino e alternantes eram operacionais, havendo, contudo, a possibilidade de instabilidade na rota, com cumulo-nimbus isolados, trovoadas e aguaceiros temporários no Funchal e Porto Santo. Os NOTAM'S em vigor não afectavam adversamente o voo.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 4 -

- Saído dos calços em Lisboa às 19:50, o TP 425 descolou da pista 03 às 19:55, tendo obtido do controle a autorização de acordo com o proposto no plano de voo.

- Cerca das 21:05 o TP 425 pediu autorização de descida que lhe foi concedida até ao nível 50 (5000 pés, no altímetro 1013.2 mb). Às 21:05:50 o TP 425 informou a sua posição à vertical do radiofarol de Porto Santo, no nível 50, tendo a respectiva estação mandado o TP 425 passar ao controle do Funchal na frequência 118.1 Mc. Às 21:17 o TP 425 iniciou comunicações com o Funchal e informou ter passado à vertical de Porto Santo, no nível 50, estimando a vertical do radiofarol MAD dentro de 5 minutos, sendo autorizado pelo Funchal a descer para 3.500 pés no QNH 1013 e reportar ao atingir aquela altitude ou com pista à vista, esperando ser a pista 06 a utilizada. Foram-lhe também passadas as seguintes condições meteorológicas:

Vento calmo na pista 06
220/14 no Rosário
temperatura: 19°C
visibilidade: 4 a 5 Kms

tendo o TP 425 confirmado a recepção da mensagem.

- Refere-se seguidamente a observação meteorológica (QAM) das 20:50, no Funchal:

Vento Torre - 220/10
vento Rosário - 180/08
vento pista 06 - 200/06
visibilidade - 5 Kms com aguaceiros
Nuvens - 7/8 CUMULUS a 450 m
Altímetros - QNH - 1013 mb
 QFE - 1006 mb - pista 24
 QFE - 1008 mb - pista 06
Temperaturas - 19/18°C



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-5-

- Às 21:23:13 verificou-se a passagem "abeam" do radiofarol MAD, sem contacto visual a uma altitude de cerca de 1.700 pés, no rumo 215. Cerca das 21:24 a torre do Funchal informa:
"425 o vento no Rosário 240/24, não sei se serve, na 24 está calmo, neste momento na 24 tenho 240/07".
Tendo o TP 425 confirmado a recepção da mensagem.
O avião desceu aproximadamente no rumo 200 até uma altitude de cerca de 980 pés, no momento em que é interrompida a aproximação por falta de visibilidade.
- Às 21:26:33 o TP 425 informa a torre de que iria executar nova perfuração.
- A 2ª. aproximação fez-se com a intenção de aterrar na pista 24. Foi obtido contacto visual antes da vertical do radiofarol MAD, mas, devido a aguaceiros dispersos, de novo o TP 425 perdeu esse contacto, tendo continuado a descer até / uma altitude de cerca de 600 pés QNH, no rumo 200. Às 21:36:30 foi executado segundo borrego dirigindo-se o TP 425, mais uma vez, para o radiofarol MAD.
- Às 21:43:52 verifica-se que a posição do TP 425 é em aproximação ao radiofarol, descendo, altitude cerca de 1.800 pés, no rumo 205.
- Às 21:44:57 o TP 425 pergunta à torre do Funchal se tem as luzes na máxima intensidade, recebendo resposta afirmativa. Às 21:45:02 o TP 425 reportou estar à vertical do radiofarol MAD, com as luzes do aeroporto à vista. O TP 425 confirmou a sua descida no rumo aproximado de 200 graus, voltando, então, pela direita, para um rumo de cerca de 250 graus.
- Às 21:46:48, durante a volta pela direita para o rumo aproximado de 250 graus mantendo a altitude, o Comandante do avião pede o "landing check list".



S. R.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-6-

- Às 21:47:21 a torre comunica que o vento é calmo na pista 24, perguntando ao Comandante se iria tentar a aterragem, respondendo este estar na final e que iria aterrar, o que a torre autorizou.

- A aproximação final do TP 425, a partir de 400 pés de altitude foi executada a uma velocidade calibrada de cerca de 150 nós, passando a soleira da pista a 44 pés, verificando-se a aterragem através dum toque na pista a cerca de 2060 pés para além da soleira deslocada e à velocidade calibrada de 148.2 nós. Durante o "flare" verificaram-se correcções de deriva.

- O toque deu-se, provavelmente, primeiro com o trem principal direito, depois com o esquerdo, a cerca de 15 pés à esquerda do eixo da pista, com um rumo de cerca de 2 graus para a direita em relação à direcção da pista. A posição dos "flaps" no momento de "touch down" efectivo o era de 27°.

- A trajectória inicial do avião, em derrapagem à direita, deu-se com valores de desaceleração muito baixos, tendo atingido um desvio lateral máximo de 35 pés (11 m) à direita da linha central e a cerca de 1.448 pés (441 m) do fim da pista. Na sua trajectória, agora convergente com a linha central a uma distância lateral de 25 pés (8 m) daquela linha, o valor da velocidade de derrapagem era de 7 nós direita.

- Nesse momento verificou-se uma redução do "reverse thrust" voltando este a aumentar 2 segundos depois.

- Ainda em derrapagem e depois de ter cruzado a linha central, da direita para a esquerda da pista, com um ângulo de 3° e à distância lateral de 14 pés (cerca de 4 m), o avião saiu pela cabeceira da pista cerca de 15 segundos depois do toque, a uma velocidade de 78,5 nós, com "flaps" a 25 graus, "spoilers" totalmente estendidos e "reverse" em aceleração.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-7-

- A aeronave depois da saída da pista e com uma trajectória de direcção quase vertical (reduzida componente de translação) embateu numa ponte de pedra situada 28 metros abaixo da pista e aproximadamente à distância de 118 metros da extremidade daquela. A secção de cauda ficou suspensa sobre a ponte, tendo a asa direita, com o respectivo trem, sido destacada da fuselagem, assim como os 3 reactores, ficando todo este conjunto a montante daquela ponte. A parte restante da fuselagem, com a asa esquerda, prosseguiu a sua trajectória indo cair numa praia rochosa, junto ao mar, 14 metros abaixo do nível da ponte.

- Devido ao impacto a aeronave ficou completamente destruída, com excepção da secção de cauda que permaneceu sobre a ponte. Nela se encontravam instalados o registador de parâmetros de voo (Digital Flight Data Recorder DFDR) e o gravador de conversação na cabine de pilotagem (Cockpit Voice Recorder - CVR).

- O acidente ocorreu de noite (21:48:36), praticamente ao nível do mar, na latitude de 32°41'26" N e longitude 16°42'27" W.



S. R.
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-8-

1.2 DANOS PESSOAIS

DANOS	TRIPULANTES	PASSAGEIROS	OUTROS	TOTAL
FATAIS IDENTIFICADOS	2	75	-	77
FATAIS NÃO IDENTIFICADOS	?	?	-	45
DESAPARECIDOS PRESUMIVÉIS MORTOS	4	5	-	9
FERIDOS	2	31	-	33
ILESOS	-	-	-	-
				164

1.3 DANOS NO AVIÃO

A aeronave ficou completamente destruída pelo impacto e incêndio subsequente, excepto na zona da cauda, como acima se referiu.

1.4 OUTROS DANOS

A aeronave na sua trajectória destruiu três luzes indicadoras do final da pista e parte da ponte de pedra onde embateu.

1.5 INFORMAÇÃO DA TRIPULAÇÃO

Os oito membros da tripulação (técnica e de cabine) estavam certificados para o voo (ver Apêndice B).



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-9-

1.6 INFORMAÇÃO DO AVIÃO

A aeronave acidentada CS-TBR foi construída pela "THE BOEING COMPANY, BOEING AIRPLANE DIVISION, Renton - Washington, E.U.A." tendo a última vistoria para a revalidação do certificado de navegabilidade sido efectuada pela Direcção-Geral da Aeronáutica Civil em 2 de Novembro de 1977. Do Apêndice C constam mais informações sobre a célula e os motores da aeronave.

A aeronave estava certificada, equipada e mantida de acordo com os manuais e informações técnicas dos fabricantes e a regulamentação implementada pela Direcção-Geral da Aeronáutica Civil.

De acordo com a folha de carga computadorizada do voo TP 425 LIS/FNC, o peso à descolagem foi de 75.842 Kgs com um CG de 15% de MAC, sendo o peso estimado à aterragem de 68.502 Kgs, com um CG de 14,8% de MAC.

No voo TP 425 de Bruxelas para Lisboa, no dia do acidente, foram reportadas anomalias de pressurização e de bússola magnética, as quais, após verificação pelos Serviços de Manutenção da Escala de Lisboa, foram dadas como resolvidas, tendo o avião sido considerado em condições de efectuar o voo LIS/FNC.

1.7 INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS.

Os documentos de previsão (forecast folder) e sequência de tempos actuais no destino e alternantes foram preparados pelo Centro Meteorológico de Lisboa.

1.7.1 PREVISÕES METEOROLÓGICAS NO DESTINO E ALTERNANTES QUE SERVIRAM DE BASE AO DESPACHO DO VOO TP 425 - LISBOA/FUNCHAL

- FUNCHAL, das 18:00 do dia 19 às 18:00 do dia 20 NOV 77

Vento: 210/15

Visibilidade: + de 10 Kms



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-10-

Nuvens: 4/8 CU 2000 pés
7/8 AC AS 10000 pés
temporariamente: aguaceiros
6/8 CU 1500 pés
7/8 AC AS 9000 pés

- PORTO SANTO, no mesmo período:

Vento: 200/12
Visibilidade: + 10 Kms
Nuvens: 3/8 CU 1500 pés
7/8 AC AS 10000 pés

temporariamente: aguaceiros
6/8 CU 1500 pés
7/8 AC AS 9000 pés

- LAS PALMAS, das 16:00 do dia 19 às 01:00 do dia 20 NOV 77

Vento: calmo
Visibilidade: + de 10 Kms
Nuvens: 2/8 CU SC 2500 pés

temporariamente das 16:00 às 18:00 - vento variável/10 nós

1.7.2 PROGNÓSTICOS (Significant weather)

Rota Lisboa/Funchal: - cumulo-nimbus isolados com topos a 9.000 metros, trovoadas, turbulência e aguaceiros.

1.7.3 OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS NO FUNCHAL (QAM) EM 19 NOV 77

- 20:50: -Vento na torre - 220/10
" no Rosário - 180/08
" na pista 06 - 200/06



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-11-

Visibilidade — 5 Kms com aguaceiros
Nuvens — 7/8 CU 450 metros
Altímetros — QNH — 1013 mb
— pista 24 — 1006 QFE
— pista 06 — 1008 QFE
Temperaturas — 19/18°C

— 21:50(1): — Vento na torre — 210/10
” no Rosário — 220/10
” na pista 06 — 230/08

Visibilidade — 3 Kms com aguaceiros
Nuvens — 6/8 CU a 450 metros
Altímetros — QNH — 1013 mb
— pista 24 — 1006 QFE
— pista 06 — 1008 QFE

Temperaturas — 19°C

(1): - mais ou menos 2 minutos após o acidente.

1.7.4 INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS FORNECIDAS PELA TORRE DE CONTROLE DO FUNCHAL

- às 21:17 a torre do Funchal transmitiu ao TP 425 as seguintes condições meteorológicas:

Vento calmo na pista 06
220/14 no Rosário
temperatura : 19°C
visibilidade - 4 a 5 Kms
QNH — 1013 mb

- às 21:28 a torre do Funchal informou o TP 425 que havia aguaceiros sobre o aeroporto e que a visibilidade tinha decrescido para 3 Kms.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-12-

- às 21:24 da torre do Funchal para o TP 425:
"Rosário 240/24 ("não sei se serve")"
"na 24 - calmo ... na 24, 240/07"
- às 21:41 da torre do Funchal para o TP 425:
"visibilidade continua reduzida a cerca de 3 Kms"
- às 21:45 da torre do Funchal para o TP 425:
"agora está um aguaceiro bastante forte, por sinal"
- às 21:47 da torre do Funchal para o TP 425:
"na pista 24 o vento calmo"

1.7.5 De acordo com depoimentos da tripulação sobrevivente houve, turbulência leve durante todo o percurso.

1.7.6 PRECIPITAÇÃO

A estimativa de precipitação ocorrida entre as 21:46 e 21:51 foi de 55,5 mm/hora.

1.7.7 CONDIÇÕES DE LUZ NATURAL NO MOMENTO DO ACIDENTE

- noite.

1.8 AJUDAS À NAVEGAÇÃO

A rádio-ajuda à navegação existente no aeroporto do Funchal é um NDB (radiofarol) com o indicativo MAD, trabalhando em AO/A2, frequência de 318 Khz, H24, na posição geográfica de 32° 45'N de latitude e 16°42'W de longitude.

Está localizado a 4.5 milhas náuticas, no azimute 060 do aeroporto. Tem uma cobertura de 250 milhas náuticas.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-13-

A sua última verificação foi executada no dia 18 NOV 77, sendo considerado a trabalhar em condições normais.

1.9 COMUNICAÇÕES

As comunicações verificadas desde a saída de Lisboa até ao Funchal não tiveram qualquer relação próxima, ou remota, com as causas do acidente (ver Apêndice D).

1.10 AEROPORTO E FACILIDADES TERRESTRES

1.10.1 DESCRIÇÃO

O Aeroporto de Santa Catarina está situado a cerca de 13 Kms da cidade do Funchal.

A sua única pista, orientada nas direcções 049° e 229° verdadeiros (QFU's 06-24) tem as seguintes dimensões:

1.600 metros de comprimento e 45 metros de largura (um comprimento utilizável de 1.540 metros devido à cabeceira deslocada de 60 metros, não existindo zonas de segurança (STOPWAY) para além da pista).

A resistência estimada da pista é de 50T-SIWL. A sua superfície é de asfalto betuminoso tendo pendentes longitudinal da ordem de 1% e transversal de 1% para cada lado da linha central. A elevação é de 58 metros na cabeceira 24 e 42 metros na cabeceira 06.

A pista termina em ambos os extremos praticamente na costa. No início da 06 apenas existe um alargamento destinado à rotação dos aviões; no início da 24 existe, antes de um alargamento semelhante ao anterior, um terraplano bastante irregular, com poucas dezenas de metros, sensivelmente ao nível da pista e depois do talude de aterro voltado ao mar; em nenhum dos extremos existem dispositivos de retenção de aviões.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-14-

A pista está construída em escavação numa encosta, sendo o terreno, à direita da pista 24, de declive muito pronunciado cujo pé se encontra a uma distância na ordem dos 45 metros do bordo da pista.

Dada a sua situação em relação à encosta e os ventos predominantes, existem condições de instabilidade (wind shear) com turbulência associada, o que exigiu um estudo especial para a operação dos aviões. A rádio-ajuda para aproximação é constituída pelo rádio-farol já descrito na secção 1.8 que, pela sua posição relativa à pista e terreno circundante, não permite uma aproximação directa à pista 06, obrigando ao procedimento "circling-approach", mas permite uma aproximação visual quase directa à pista 24.

A pista 24 está equipada com um sistema do VASIS com um declive de 3 graus, compreendendo 2 pares de barras com 3 luzes em cada barra. A primeira barra está a 150 metros e a segunda a 360 metros da soleira deslocada.

As luzes da pista são constituídas por duas linhas de luzes brancas de alta intensidade, bidireccionais, elevadas, espaçadas de 46 metros; há ainda mais um componente de alta intensidade, omnidireccional, com um espaçamento de 60 metros. As luzes dos últimos 600 metros são de cor amarela.

A mesma pista possui ainda luzes brancas direccionais, de baixa intensidade, reguláveis, na linha central, espaçadas de 30 metros.

Existem ainda luzes de fim de pista de alta intensidade, encarnadas, direccionais, reguláveis.

As luzes do caminho de circulação são azuis, elevadas e omnidireccionais.

As luzes do ponto de toque (aiming point) são constituídas por "barrettes" laterais de luz verde a 300 metros da soleira deslocada.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-15-

Para a pista 06, e além de um sistema de iluminação semelhante ao da pista 24, existe ainda um sistema de luzes de aproximação constituído por uma linha de luzes de sódio, de baixa intensidade, num comprimento de 1.850 metros, em curva, tendo três barras cruzadas.

Possui ainda este Aeroporto um farol rotativo (aerodrome beacon) e um indicador de vento iluminado.

1.10.2 ANOMALIAS VERIFICADAS DURANTE A INVESTIGAÇÃO

a) ESTADO DA PISTA: - a superfície da pista apresentava deformações que, nalgumas zonas, não permitiam o normal escoamento transversal das águas, provocando um acréscimo do caudal de escoamento longitudinal no sentido da cabeceira 06 da pista.

b) DEPÓSITOS DE BORRACHA: - foi verificada a existência de depósitos de borracha, entre ligeiros e espessos, nas seguintes zonas da pista 24: - Ligeiros: 152 metros à frente da soleira deslocada numa extensão de 305 metros e cerca de 7 metros para cada lado da linha central; espessos: 775 metros à frente da soleira deslocada numa extensão de 426 metros e cerca de 7 metros para cada lado da linha central, sendo esta zona onde ocorre a maioria das aterragens na pista 06.

c) RUGOSIDADE DO PAVIMENTO: - os ensaios efectuados permitem constatar que a pista apresentava rugosidade diminuída; a rugosidade nas faixas situadas junto aos bordos do pavimento da pista era superior à das faixas centrais da mesma, obtendo-se os menores valores nas faixas vizinhas da linha central.

d) DEFORMAÇÃO DA PISTA RELACIONADA COM AS ARMADURAS DE SINIALIZAÇÃO LUMINOSA QUE FORMAM A "CENTERLINE": as depressões do pavimento existiam, em geral, na zona mais afectada pelas aterragens na pista 06, numa extensão de cerca de 800 metros; nesta área, apareceram dois tipos de deformações: 1º) as caixas das armaduras acompanhavam a deformação do pavimento mantendo-se niveladas com este; 2º) a deformação do pavimento era superior à das caixas das armaduras apresentando-se estas salientes em relação à superfície daquele.



S. R.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIREÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-16-

e) ILUMINAÇÃO DA PISTA: - por motivos de instalação eléctrica, não era possível funcionarem simultaneamente o sistema VASIS e o indicador do ponto de toque (aiming point), sendo este, contudo, ligado a pedido.

1.11 REGISTADORES DE VOO (FLIGHT RECORDERS)

A aeronave CS-TBR estava equipada com:

a) Cockpit Voice Recorder (CVR)-Collins, tipo 64201 - n.º de série 1643.

b) Digital Flight Data Recorder (DFDR)- Sundstrand, tipo AIDS - n.º de série 867, 23 parâmetros.

c) Flight Data Recorder (FDR) - SFIM, tipo A2615 - n.º de série 711B, 7 parâmetros.

Nota: de todos os registadores de voo só o FDR que se encontrava localizado por baixo do "cockpit" (electronics bay), não foi possível utilizar dado que, apesar de ter sido recuperado, tinha a fita de gravação completamente carbonizada.

1.11.1 DIGITAL FLIGHT RECORDER (DFDR) E COCKPIT VOICE RECORDER (CVR)

A transcrição numérica (read out) do DFDR foi realizada na Hamilton Standard-U.S.A. e serviu de base às análises executadas pela NASA/BOEING/NTSB/TAP, cujos resultados e conclusões foram, por sua vez, comparados e analisados pela Comissão de Inquérito. Esta apresenta, sob forma gráfica, a sua interpretação dos factos significativos relativos aos últimos 60 segundos antes do acidente (Apêndices E e F).

A transcrição e análise do Cockpit Voice Recorder (CVR) foi executada no NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (NTSB), USA.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-17-

Foram introduzidos excertos da transcrição do CVR na interpretação gráfica, o que permitiu uma melhor compreensão da sequência dos factos obtidos através da transcrição e análise do DFDR.

Das análises preparadas pela NASA, BOEING, NTSB e TAP verificou-se uma certa uniformidade em relação a pontos relevantes, nomeadamente velocidades, configurações e aproximação e aterragem, ponto de toque e sua correlação no tempo.

1.12 DESTROÇOS

Após o CS-TBR ter saído pelo final da pista 24, foi embater com uma ponte de pedra situada a cerca de 118 metros (em planta) e 28 metros abaixo da extremidade daquela pista onde a secção de cauda permaneceu, tendo os 3 reactores, a asa direita o respectivo trem, ficado a montante daquela ponte e a parte restante da aeronave caído numa praia, junto da base da ponte e a jusante desta, cerca de 14 metros abaixo do ponto do primeiro impacto.

A área ocupada pelos destroços, de um e outro lado da ponte, foi estimada em cerca de 1000 metros quadrados.

1.12.1 FUSELAGEM: - a fuselagem separou-se em 3 corpos: o primeiro, formado pela cabine da tripulação e parte da cabine anterior de passageiros, estava separado irregularmente do segundo corpo junto à BS (body station) 740, e foi completamente destruído pelo impacto no solo e subsequente explosão e incêndio (amalgama de destroços disformes e calcinados que não permitiu qualquer identificação).

O segundo corpo estava separado irregularmente do terceiro, junto à BS 950, e este separado irregularmente da secção de cauda junto à BS 1110.



Estes dois corpos estavam, do mesmo modo, completamente destruídos pelo incêndio, apresentando ainda parte da estrutura inferior e lateral, mas sem tecto.

1.12.2 SECÇÃO DE CAUDA

A secção de cauda ficou assente sobre a ponte pelo mastro do rector da posição n.º 1, o que significou ter aquela rodado para a esquerda cerca de 90 graus, em relação à sua posição normal. Junto à zona de rotura permaneceu instalada a última fila de cadeiras. Esta secção, da qual foram arrancados pelo impacto, os três reactores, ficou grandemente danificada, em particular na parte inferior onde se verificou um forte esmagamento por compressão, aquando do impacto na ponte.

As superfícies de voo desta secção, foram encontradas nas seguintes condições:

- estabilizador horizontal esquerdo, ligeiramente danificado;
- estabilizador horizontal direito, intacto;
- leme de profundidade esquerdo, ligeiramente danificado;
- leme de profundidade direito, intacto;
- estabilizador vertical, destruído (fractura total no tercio médio, estando praticamente dividido em duas partes);
- leme de direcção superior, ligeiramente danificado;
- leme de direcção inferior, destruído.

1.12.3 ASA ESQUERDA

A asa esquerda encontrava-se a jusante do ponto de impacto da fuselagem com o extradorso para cima e separada da fuselagem, junto à raiz, mas não pelas fixações asa/fuselagem. Apresentava fracturas múltiplas e deformações nos seus elementos estruturais



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 19 -

encontrando-se parcialmente consumida pelo fogo, particularmente na zona da raiz e do tanque interior de combustível. Embora os "flaps" do bordo de fuga se encontrassem fortemente danificados e separados da asa, foi possível verificar que os fusos cursores de ambos (flap Interior e flap exterior) estavam na posição de cerca de 25 graus.

No que se refere às restantes superfícies de comando de voo, os "ailerons" estavam fortemente danificados, mas ligados à asa, os "flaps" do bordo de ataque destruídos, os "slats" danificados mas distendidos, os "spoilers" interiores destruídos e os exteriores aparentemente intactos.

1.12.4 ASA DIREITA

A asa direita encontrava-se a montante da ponte com o intradorso para cima e separada da fuselagem, junto à raiz, mas não pelas fixações asa/fuselagem (fractura segundo uma linha referenciada aproximadamente entre as nervuras WBL 92.8 e WS 224.5, zona de embate primário na ponte).

Apresentava fracturas múltiplas e deformações dos seus elementos estruturais, tendo sido atingida pelo incêndio em diversos pontos, particularmente nas zonas entre a WS 410.0 e WS 574.0 e da WS 629.0 até à extremidade da asa.

Os "flaps" do bordo de fuga estavam fortemente danificados, mas ligados à asa e com os fusos cursores na posição de cerca de 25 graus. No que respeita às restantes superfícies de comando de voo e à semelhança do sucedido com a asa esquerda, encontravam-se fortemente danificadas.

1.12.5 TRENS DE ATERRAGEM PRINCIPAL E DE PROA

O trem de aterragem principal esquerdo encontrava-se a jusante do ponto de impacto da fuselagem, junto à secção posterior esquerda da cabine de passageiros (secção 46) e separado da viga suporte do "trunion" posterior por fractura das cavilhas fusíveis. A perna amortecedora estava intacta com o amortecedor carregado.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

— 20 —

Ambos os pneus, embora danificados por golpes ocorridos no momento do acidente, apresentavam o piso em bom estado sem quaisquer sinais de desgaste por derrapagem, devido a roda bloqueada, ou de sobreaquecimento.

O conjunto de travões estava intacto e sem sinais de sobreaquecimento, estando a posição dos pinos de verificação do desgaste dos discos perfeitamente dentro das tolerâncias.

O trem de aterragem principal direito encontrava-se a montante da ponte e junto à extremidade da asa direita e separado da viga suporte do "trunnion" posterior por fractura das cavilhas fusíveis. Aplica-se a este trem o que foi dito para o trem esquerdo no respeitante à perna amortecedora, aos pneus e ao conjunto de travões.

O trem de aterragem de proa encontrava-se a jusante do ponto de impacto da fuselagem, junto ao mar e à frente dos destroços da cabine de tripulação e separado da fuselagem pelas respectivas cavilhas fusíveis. Também para este trem se repetem as considerações dos trens principais no que respeita à perna amortecedora, aos pneus e ao conjunto de travões.

A tubagem hidráulica dos sistemas de travões, a rede eléctrica e as unidades do sistema anti-derrapagem (antiskid) do trem principal e do trem de proa encontravam-se completamente destruídas pelo incêndio, pelo que não foi possível a sua recuperação.

Apenas foi possível recuperar os conjuntos de travões e os detectores de velocidade das rodas (transducers), tanto do trem principal como do de proa.

1.12.6 REACTORES

Os 3 reactores da aeronave foram arrancados pelo impacto na ponte, e encontravam-se a montante desta e na sua base.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 21 -

Todos os reactores se encontravam fortemente danificados com condutas, capotagens e "carters" destruídos e sem qualquer recuperação.

Foi constatado, no local do acidente, que nos 3 reactores os "thrust reversers" estavam armados na posição "full reverse" com as conchas (clamshells doors) completamente fechadas. A verificação efectuada às unidades de controle e de combustível (fuel control units) permitiu ainda concluir que em todos os reactores o comando de "reverso" estava na posição de "full reverse".

1.13 INFORMAÇÕES MÉDICAS

1.13.1 DESCRIÇÃO

Dadas as características especiais de que se revestiu o acidente, com impossibilidade de, no momento próprio, entrar em actividade uma equipa de investigação integrada para os factores humanos de todos os elementos indispensáveis, e, atendendo à afluência de tentativas de auxílio de toda a ordem, nomeadamente bombeiros, polícia, militares e população em geral, não foi possível uma sistematização no sentido de investigar e recolher elementos médico-anatomopatológicos, segundo nos foi referido a vários níveis.

Por outro lado, atendendo a que a área de dispersão dos destroços se pode considerar muito pequena e com grande parte da estrutura que continha a quase totalidade dos passageiros, constituiu o foco principal de incêndio que, de imediato, se desencadeou, resultou que a maior parte dos corpos foram ao mesmo tempo grosseiramente traumatizados e queimados, alguns até à carbonização, sendo praticamente impossível atribuir com segurança a um ou a outro dos factores intervenientes, para além dos já citados, a verdadeira causa da morte.



S. R.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 22 -

Considerando o conjunto das forças de desaceleração, no momento do impacto, é todavia de presumir que se tenha de atribuir à desaceleração no sentido vertical a maior responsabilidade no conjunto de fracturas verificadas, não obstante a incapacidade de, em toda a clareza, determinar os sectores esqueléticos mais atingidos, muito particularmente pela acção do fogo que incinerou muitos corpos.

Deverá salientar-se que a zona correspondente ao "cock-pit" não foi possível ser identificada por total carbonização e mesmo fusão das estruturas metálicas. Apenas se poderá presumir a sua localização pelo facto de, num bloco carbonizado, se encontrarem objectos pessoais que foram reconhecidos como pertencendo ao F/E (mecânico de voo).

Como consequência do impacto sobre a ponte de que resulta fractura do corpo da fuselagem, destacou-se uma secção, correspondente à cauda, que permaneceu sobre a ponte, o que contribuiu para que alguns passageiros, embora politraumatizados, tivessem sido poupados ao fogo. Por este sector de fractura do corpo da fuselagem que avançou e se incendiou na praia junto ao mar, viria a sair a maior parte dos sobreviventes, uns porque foram projectados e caíram na água e outros porque conseguiram afastar-se da zona de fogo sendo salvos.

1.14 FOGO

Logo após o impacto na ponte, verificou-se a explosão da aeronave, seguida, imediatamente, de incêndio que envolveu toda a parte da fuselagem que se precipitou na praia, parte esta onde se encontrava a quase totalidade dos passageiros e tripulantes.

Estando os bombeiros de serviço a assistir à aterragem do avião e apercebendo-se da ocorrência duma explosão no final da pista 24, para aí se dirigiram utilizando 3 viaturas pesadas (uma com 1200 litros de espuma e 10 000 litros de água e duas contendo 350 litros de espuma e 3 500 litros de água).



Ao constatarem que os destroços da aeronave estavam bastante distanciados da extremidade da pista 24, não permitindo a sua actuação a partir daí, as viaturas retrocederam até à placa de estacionamento por, apenas daí, ser possível tomar a estrada de acesso ao local do sinistro.

Dado o posicionamento dos destroços em chamas e a topografia do local, que tornou impossível o acesso das viaturas suficientemente próximo daqueles, a acção dos bombeiros foi dificultada no ataque ao incêndio, situação esta ainda agravada pelas condições meteorológicas (vento contrário que impediu que os jactos de espuma atingissem a fuselagem em chamas).

Numa tentativa de maior aproximação ao foco de incêndio a viatura maior de lançamento de espuma, utilizada inicialmente, foi substituída pelas duas viaturas menores, que foi possível serem posicionadas mais próximo, mas sem que daí resultasse maior eficácia no combate ao incêndio, que apenas foi considerado extinto, cerca de 3 horas depois.

1.15 ASPECTOS DE SOBREVIVÊNCIA

Por análise da trajectória e impacto, da explosão, do incêndio e grau de destruição da aeronave, acrescido da dificuldade de acesso ao local, numa zona não iluminada e condições meteorológicas adversas (vento e chuva), o acidente pode ser considerado como não sobrevivível.

Pelo relato das testemunhas e de alguns sobreviventes, verificou-se que a maioria destes foram projectados para fora da cabine de passageiros quando a fuselagem se partiu, após o impacto na ponte. Alguns dos sobreviventes sentados na última fila de cadeiras e, tendo sofrido apenas fracturas, ficaram na secção de cauda, em cima da ponte, não tendo esta parte do avião sofrido os efeitos do incêndio. A sua evacuação foi feita através de auxílio exterior. Dos registos do Hospital do Funchal concluiu-se que todos os sobreviventes apresentavam fracturas, queimaduras, ferimentos e contusões, variando entre graves e ligeiros.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 24 -

Não foi possível determinar, factualmente, como se verificou a evacuação dos passageiros e dos tripulantes, dado que, nesta, intervieram bombeiros, polícia, militares e população em geral.

Dado o tipo de acidente ocorrido e o estado de destruição total da aeronave, com excepção da secção de cauda, não foi possível analisar a efectividade de resistência aos esforços a que foram submetidos as estruturas dos assentos e os cintos de segurança individuais, podendo no entanto, deduzir-se que estes resistiram adequadamente, uma vez que os sobreviventes da cauda permaneceram nos seus lugares, e foi constatado que vários cintos foram cortados pelos intervenientes no salvamento.

1.16 TESTES

Em consequência do estado de destruição total em que ficou a aeronave, não foi possível efectuar qualquer ensaio dos sistemas hidráulico, eléctrico e de comandos de voo, nem foi possível recuperar quaisquer instrumentos de bordo e equipamento de rádio comunicações e de navegação.

Apenas foi possível recuperar os conjuntos dos travões do trem principal e de proa, as bombas hidráulicas principais (sistema A), bomba hidráulica auxiliar (standby) e os detectores de velocidade (transducers) dos trens principais e de proa. Todas as unidades foram, posteriormente, ensaiadas tendo-se comportado de modo normal.

2. ANÁLISE E CONCLUSÕES

2.1 GEMERALIDADES

A aeronave estava certificada, equipada e mantida de acordo com os manuais e instruções técnicas dos fabricantes e a pertinente regulamentação implementada pela Direcção-Geral da Aeronáutica Civil.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 25 -

O centro de gravidade da aeronave estava dentro dos limites permitidos.

A tripulação estava devidamente certificada e qualificada para o voo. A experiência total de voo da tripulação técnica está descrita no APÊNDICE B.

Dado que os 2 pilotos foram dados como desaparecidos, não pôde ser efectuada a autópsia dos seus corpos, na tentativa de detectar qualquer possível causa de ordem psicossomática com influência no acidente. Contudo, a análise dos seus processos existentes no Centro de Medicina Aeronáutica da Direcção-Geral da Aeronáutica Civil nada de anormal revelou.

2.2 ANÁLISE

Na sequência dos eventos que conduziram a este acidente podem distinguir-se três estádios, correspondentes às três sucessivas aproximações, a última com aterragem.

2.2.1 1ª. APROXIMAÇÃO

Na sequência da 1ª. aproximação, foi efectuada a descida por instrumentos, a partir de Porto Santo.

Ao aproximar-se do Funchal e após avaliar as condições existentes naquele aeroporto (vento calmo, aguaceiros fortes, pista molhada, noite), o Comandante decidiu tentar a aterragem na pista 06. Contudo, após ter passado o radiofarol MAD e quando na posição de "Vento de cauda" para aquela pista, foi perdido o contacto visual, pelo que o TP 425 abandonou a aproximação e iniciou os procedimentos para nova tentativa de aterragem.

2.2.1 2ª. APROXIMAÇÃO

Esta aproximação foi executada, novamente, por instrumentos, tendo agora o Comandante tomado a decisão de tentar aterrar na pista 24.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-26 -

2.2.3 3ª. APROXIMAÇÃO E ATERRAGEM

2.2.3.1 Ao proceder-se à terceira aproximação a situação real que o Comandante enfrentava era a seguinte:

- peso aproximado à aterragem: 67.000 Kgs;
- indicação pela torre de vento calmo;
- existência de aguaceiros fortes (pista molhada).

2.2.3.2 No Apêndice E figura a reconstrução do perfil da 3ª. aproximação elaborada com base nos elementos fornecidos pelo DFDR, pelo CVR e pela gravação da torre do aeroporto do Funchal.

Como se pode ver do aludido perfil, o avião passou a soleira da pista 24 com a velocidade $V_{ref} + 24$, à altura correcta e na configuração recomendada (flaps a 40° , trem em baixo e "speed brakes" armados), com a razão de descida aproximada de 700 pés por minuto e com um ângulo de descida de $2,7$ graus.

A 1.300 pés da soleira deslocada, o piloto efectuou a redução de potência (throttle to idle) ao mesmo tempo que foram retraídos os "flaps", passando de 40° para 25° sendo o ângulo de descida de cerca de 1° .

O toque na pista ocorreu aproximadamente a 2.060 pés da soleira da pista 24, portanto, 1.060 pés além do "aiming point", à velocidade $V_{ref} + 19$.

O toque registado deu-se, provavelmente, primeiro com o trem principal direito, depois com o esquerdo, a cerca de 15 pés à esquerda do eixo da pista, com um rumo de cerca de 2° para a direita, em relação à direcção da pista.

A posição dos "flaps" no momento do contacto registado era de 27° a subir para 25° .

Através da análise do DFDR constatou-se que, após o contacto com a pista, mas quase simultaneamente, foi efectuado um movimento de grande amplitude do leme de direcção para a esquerda, tendo a aeronave descrito sobre a pista uma trajectória em derrapagem, quase totalmente sobre a faixa à direita do respectivo eixo e com o desvio máximo de 11 metros a cerca de 440 metros da cabeceira final da mesma pista.



S. R.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 27 -

O contacto da roda do nariz com a pista deve ter-se dado apenas 1,5 segundos depois do trem principal, como parece resultar do ruído transmitido pelo CVR. Por não ter ocorrido automaticamente, a saída dos "spoilers/speed brakes" verificou-se 2,5 segundos após a aterragem por accionamento manual do piloto. Só três segundos depois do toque do trem principal foi actuado o "squat switch".

A trajectória inicial do avião, em derrapagem à direita, deu-se com valores de desaceleração muito baixos, tendo atingido um desvio lateral máximo de 35 pés (11 metros) à direita da linha central e a cerca de 1448 pés (441 metros) do fim da pista.

Na sua trajectória, agora convergente com a linha central, a uma distância lateral de 25 pés (8 metros) daquela linha e com um valor de componente lateral de velocidade de 7 nós, direita, deu-se uma redução do "reverse thrust" que atingiu, cerca de 2 segundos depois, os valores de EPR de 1,70; 1,86 e 1,76, respectivamente, nos reactores 1, 2 e 3. Praticamente nesse momento foram novamente actuadas as "manettes" para aumentar o "reverse thrust", à distância de 368 pés (112 metros) do fim da pista e à velocidade de 92.3 nós.

Ainda em derrapagem e depois de ter cruzado a linha central, da direita para a esquerda da pista, com um ângulo de três graus e à distância lateral de 14 pés (cerca de 4 metros), o avião saiu pela cabeceira da pista cerca de 15 segundos depois do toque registado, a uma velocidade de 78,5 nós, com os "flaps" a 25 graus, "spoilers" saídos e "reverse" em aceleração.



2.2.3.3 VELOCIDADE DE APROXIMAÇÃO

Atendendo à possibilidade corrente da existência de turbulência "wind shear" durante a aproximação e aterragem na pista 24, a TAP, na sua "Special Airport Analysis" relativa à operação do avião no aeroporto de Santa Catarina (Funchal), recomenda uma velocidade $V_{ref} + 10$ nós na soleira da pista. Neste esquema de aproximação admite-se ainda uma correcção de ventos e rajadas até ao limite de $V_{ref} + 20$, valor este dentro dos limites autorizados pela Boeing. O TP 425 cruzou a soleira da pista com uma velocidade de $V_{ref} + 24$ nós, com vento calmo reportado pela torre.

2.2.3.4 EXISTÊNCIA DE CONDIÇÕES DE HIDROPLANAGEM

As deformações da superfície da pista que, nalgumas zonas, permitiam o normal escoamento transversal das águas, provocando um acréscimo do caudal de escoamento longitudinal no sentido da cabeceira 06 da pista,

Conjuntamente com as seguintes situações verificadas durante a trajectória do avião na pista:

- não saída automática dos "spoilers/speed brakes";
- insuficiente informação da velocidade do avião para o "anti-skid" do sistema de travagem, por se não ter verificado a rotação inicial das rodas do trem de aterragem;
- inobservação da normal desaceleração de cerca de três nós logo após o toque do avião na pista;
- inexistência de marcas claras de travagem produzidas pelos pneus do avião durante o seu percurso na pista, confirmando a informação obtida do DFDR;
- reduzida desaceleração experimentada pelo avião em toda a sua trajectória na pista;

tornam admissível a ocorrência do fenómeno de hidroplanagem dinâmica durante a aterragem.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-29-

3. CONCLUSÕES

3.1 FACTOS

1. A aeronave estava certificada, equipada e mantida de acordo com os manuais e instruções técnicas dos fabricantes e a pertinente regulamentação implementada pela Direcção-Geral da Aeronáutica Civil.
2. Nos vários sistemas ou componentes da aeronave que foi possível verificar, não foram detectadas anomalias que possam ter contribuído para o acidente.
3. Todos os membros da tripulação estavam certificados e qualificados para o voo, na base dos procedimentos para o efeito seguidos pela TAP.
4. A aproximação final do TP 425 foi executada a uma velocidade calibrada (CAS) de cerca de 150 nós.
5. Tendo passado a soleira da pista a uma altura correcta (próxima dos 50 pés) e à velocidade calibrada (CAS) de 154 nós, a aeronave tocou a superfície da pista 2060 pés além da cabeceira deslocada (isto é, 1060 pés à frente do ponto de toque normal) a uma velocidade calibrada de 148,2 nós ($V_{ref} + 19,2$) e com o peso estimado de 67.000 Kg (da ordem de grandeza do peso máximo à aterragem permitido em condições de pista molhada e vento calmo).
6. A recolha dos "flaps" da posição de 40° para a de 25° antes do toque efectivo na superfície da pista, conjugada com a velocidade de que o avião vinha animado ($V_{ref} + 24$ nós) e com o efeito resultante do declive de -1% da pista, poderão ter contribuído para a anormal extensão do "flare" verificado.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 30 -

7. O atraso de 2,5 segundos da saída dos "spoilers/speed brakes", mercê do accionamento manual do piloto por não ter ocorrido o normal funcionamento automático, pode ter resultado da aterragem muito suave da aeronave.
8. A falta de luzes indicadoras da marca dos 1.000 pés (barrettes), que se não encontravam ligadas no momento da aterragem do avião CS-TBR para que o VASIS estivesse em funcionamento, pode também ter contribuído para a aterragem comprida.
9. Após o contacto com a superfície da pista, mas quase simultaneamente, foi efectuado um movimento de grande amplitude do leme de direcção para a esquerda, entrando a aeronave em derrapagem sobre o lado direito da pista.
10. Os factos referidos em 2.2.3.4 tornam possível ter-se verificado o fenómeno de hidroplanagem dinâmica.

3.2 CAUSA PROVÁVEL

A Comissão de Inquérito determinou como causa provável do acidente a impossibilidade de desacelerar a aeronave até à paragem no comprimento da pista, devido, provavelmente, aos seguintes factores:

- Condições meteorológicas muito desfavoráveis no momento da aterragem;
- Existência possível de condições para hidroplanagem;
- Velocidade de aterragem de $V_{ref} + 19$ nós;



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

— 31 —

- Aterragem comprida motivada por um longo "flare";
- Correção direccional brusca após o toque na pista.

4. RECOMENDAÇÕES

A Comissão de Inquérito propõe as seguintes recomendações:

1. Estudo e implementação de um sistema mais adequado de rádioajudas para aproximação e aterragem no aeroporto do Funchal;
2. Obrigatoriedade de todos os operadores de transporte aéreo que utilizam o aeroporto do Funchal respeitarem rigorosamente os mínimos de aproximação e aterragem estabelecidos para aquele aeroporto;
3. Estudo e implementação de medidas tendentes a aperfeiçoar a observação meteorológica na área circundante do aeroporto do Funchal, compreendendo a instalação de anemómetros noutros locais (atendendo às respectivas condições orográficas) e o lançamento mais frequente de balões piloto. Conjuntamente incluir nos comunicados METAR indicações precisas sobre valores limites de direcção e de intensidade do vento variável e de rajada e sobre as discontinuidades do vento detectadas pelos balões piloto ou pela sondagem.



S. R.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 32 -

A COMISSÃO DE INQUÉRITO

Presidente

CDT. José Rego de Sousa
Pil.Av. Subinspector (DGAC)

Vogal

ENG^o. Américo da Silva Vieira
Inspector de Material de Voo (DGAC)

Vogal

Álvaro Alberto Vicente da Silva
Controlador de Tráfego Aéreo Senior (ANA-EP)

Lisboa,



APÊNDICE A

INVESTIGAÇÃO

A Direcção-Geral da Aeronáutica Civil foi notificada do acidente, por via telefónica, cerca das 23h45m do dia 19/11/77.

Embora a Comissão de Inquérito apenas tenha sido nomeada oficialmente, em 21/11/77, por despacho do Senhor Ministro dos Transportes e Comunicações, a Direcção-Geral da Aeronáutica Civil tomou a acção de enviar para o local os técnicos que posteriormente vieram a integrar aquela Comissão, a partir do momento em que o aeroporto do Funchal foi reaberto ao tráfego, após o acidente.

Posteriormente foram estabelecidos grupos de trabalho nos sectores de operações, meteorologia, controle de tráfego aéreo, recolha de depoimentos, registadores de voo, material de voo, factores humanos e facilidades de aeroporto, com a participação dos membros da Comissão de Inquérito e assessores para esse fim designados.

Participando igualmente na acção inicial no local do acidente estiveram também representantes dos Transportes Aéreos Portugueses, da Boeing Company e do National Transportation Safety Board (NTSB).



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

– 34 –

APÊNDICE B



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 37 -

APÊNDICE C

INFORMAÇÕES DO AVIÃO

1 - CÉLULA

- Fabricante: The Boeing Company, Boeing Airplane Division
- Marca e Tipo: Boeing 727-282B
- Numero de Série: 20972
- Ano de construção: 1975
- Proprietário: Transportes Aéreos Portugueses, EP (TAP)
- Nacionalidade: Portuguesa
- Marcas de nacionalidade e matrícula: CS-TBR
- Certificado de matrícula: n°. 555, emitido em 16JAN75
- Certificado de navegabilidade: n°. 555, emitido em 16JAN75
- Categoria do certificado de navegabilidade: normal
- Emprego: Transportes Públicos Regulares (TPR) e Transportes Públicos não Regulares (TPNR)
- Tempo total de serviço na data do acidente: 6.154 horas 28m
- N°. total de aterragens até ao dia do acidente : 5.204
- Programa de manutenção aprovado pela DGAC:
 - inspecções TE1 (antes de voo)
 - inspecções TE2 (em cada 35 horas)
 - inspecções B1 (em cada 350 horas)
 - inspecções B2 (em cada 1.400 horas)
 - grande inspecção (em cada 10.000 horas)



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 38 -

- Última inspecção efectuada nas instalações de manutenção da TAP, em Lisboa:
 - inspecção tipo B1 - 21SET77 com 5.797h:16m de tempo de serviço.

2 - MOTORES

- Fabricante: Pratt & Whitney, Aircraft
Divisional of United Aircraft
- Marca e tipo: Pratt & Whitney JT8D-17 (turbo fan)
- Proprietário: Transportes Aéreos Portugueses, EP (TAP)
- Tipo de manutenção aprovado pela DGAC:
 - inspecções EHM5 (em cada 5.000 ±1.000 horas)
 - inspecções EHM10 (em cada 10.000 horas)

2-1 - MOTOR NA POSIÇÃO 1

- N°. de série : P688032
- ano de construção : 1974
- tempo total de serviço : desde novo na data do acidente:
 - 5.306h:24m
- ciclos totais de serviço desde novo na data do acidente:
 - 4.291
- última instalação no CS-TBR : em 19 MAIO 77 com 4.023h:29m e 3.387 ciclos
- tempo desde a última inspecção na oficina (tipo B2 da célula) : 1.284h58m e 910 ciclos.

2-2 - MOTOR NA POSIÇÃO 2

- N°. de série: P688030
- ano de construção : 1974
- tempo total de serviço desde novo na data do acidente :
 - 4.442h:30m



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-39 -

- ciclos totais de serviço desde novo na data do acidente -
: 3.712
- última instalação no CS-TBR : em 30AG077, com 3.927h:58m
e 3.362 ciclos
- tempo desde a última inspecção na oficina (tipo B2 da célula) - : 516h:50m e 356 ciclos.

2-3 MOTOR NA POSIÇÃO 3

- N°. de série : P688027
- ano de construção : 1974
- tempo total de serviço desde novo na data do acidente -
4.491h:34M
- ciclos totais de serviço desde novo na data do acidente:
4.008
- última instalação no CS-TBR : em 11MAIO77 com 3.664h:01m
e 3.057 ciclos
- tempo desde a última inspecção na oficina (tipo B2 da célula) : 1.329h:51m e 957 ciclos.

- 3 - Última vistoria efectuada pela DGAC para revalidação do certificado de navegabilidade: 2NOV77.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-40-

APÊNDICE D

GRAVAÇÃO DA BOBINA 32 DO DIA 19/11/77

ACIDENTE TAP425 - LPPT/LPFU -

CANAL 8 - 118.1 - CANAL 9 - 119.1 - CANAL 29 - TELEF.APP/ATC

CANAL 30 - TELEF. PORTO SANTO - CANAL 3 - 134.85

CANAL

- (8) 19.45.10 - TP425 pede à torre para turbinar
- (29) 19:45.50 - Torre pede ATC autorização de start-up para o TP425
- (8) 19:46.50 - Torre autoriza TP425 a start-up (330 not available)
- (8) 19:49.00 - Torre autoriza TP425 para a Holding position da pista 03
- (29) 19:51.00 - Torre pede ATC autorização de voo para o TP425 (clearance)
- (8) 19:51.20 - Torre transmite ao TP425 a clearance e manda-o passar a 119.1 APP.
- (9) 19:52.30 - APP autoriza TP425 para a posição de descolagem
- (9) 19:53.20 - APP autoriza TP425 a descolar
- (29) 19:55.00 - APP comunica ao ATC a descolagem do avião às 19:55
- (9) 19:56.20 - APP comunica ao TP425 a descolagem às 19:55 e autoriza-o a passar ao ATC em 134.85
- (3) 19:58.00 - TP425 informa ATC que chamará sobre o BUGIO
- (3) 20:01.40 - TP425 ABEAM BUGIO estima MAD2 às 20:29
- (30) 20:04.20 - ATC transfere o TP425 para o Porto Santo - ETA ROSE 20:56



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 41 -

CANAL

- (3) 20:13.00 - TP425 atinge FL290 e é reautorizado para 330
- (3) 20:15.30 - ATC pergunta ao TP425 se este está desviar-se para a direita da rota para evitar CB's - TP425 confirma
- (3) 20:18.30 - TP425 informa ter atingido FL330 e de que reportará MAD2
- (3) 20:19.20 - TP425 comunica estar a voltar à esquerda para interceptar a radial 239 do VOR de Marateca
- (3) 20:28.50 - TP425 reporta MAD2 às 20:29 FL330 estimando ROSE às 21:02 : ATC dá o OK e manda TP425 passar à frequência de Porto Santo de 119.2.

Nada mais existe registado.

Cerca das 21:49.50 ouve-se o telefone de Porto Santo. Não se regista nada a não ser ruído até que cerca das 21:55 se ouvem os técnicos da manutenção a reparar avaria do telefone.

Cerca das 22:09 encontra-se a primeira informação sobre acidente comunicado por Porto Santo.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 42 -

BOBINA GRAVADA NA TORRE DO FUNCHAL (DAS 09:22 ÀS 22:03)
VOO TP425 - LISBOA/FUNCHAL - DIA 11/NOV/1977

20:10 TP425 - Madeira TAP425 ROSE at 01 FL 330 Porto Santo at 17.
PS - TAP425 Madeira copy please report then.
TP425 - TAP425 ROGER.
TP425 - Madeira TAP425 descend clearance.
PS - TAP425 Madeira cleared to leave FL 330 down to FL
50 report leaving.
TP425 - ROGER leaving now 330 down to FL 50 call you reach-
ing.
PS - ROGER.

20:11 - TAP425 chama o SA225 e diz-lhe que fará o relay da
mensagem.

20:15.50 TP425 - 425 over Porto Santo FL 50.
PS - 425 ROGER contact Funchal Approach 118.1. see you.
TP425 - ROGER thank you.

20:17 TP425 - Funchal TAP425 good evening over Porto Santo FL 50
estimating MAD within 5 minutes.
FNC - TAP425 ROGER you may continue your descend to 3500
feet on QNH 1013 report reaching MAD or field in
sight expect runway in use 06 wind on runway 06 is
calm and Rosário 220/14 knots, ground temperature
19, for your information the visibility is reduced
to about 4 or 5km.
TP425 - ROGER expecting 06, cleared down 3500 QNH 1013 and
the 06 runway thank you.
TP425 - Funchal TAP425 traffic information please.
FNC - 425 has no traffic reported.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

- 43 -

20:18 FNC - 425 Funchal for your information we have show-
ers over the airport now visibility is 3 Km.

TP425 - (diz qualquer coisa que se não percebe bem)
...425 ROGER ?!!

21:22 TP425 - O TAP425 está sobre o MAD chamarei se tiver a
pista à vista.

FNC - 425 entendido TAP425 para sua informação
há pouco eu não via os indicadores de aterram-
gem, as luzes de indicação, agora estou a ver,
de maneira que a visibilidade aqui para
sudoeste está a melhorar um pouco.

TP425 - OK agradecia que pusesse as luzes no máximo de
intensidade.

FNC - OK já estão, já tenho a pista ligada também; o
vento no Rosário está a 240/24 nós não sei se
lhe serve, na 24 está calmo, neste momento na
24 tenho 240 a 7 nós.

TP425 - OK copiado.

20:26 TP425 - O TAP425 está a 3500 pés voltando para MAD
iniciando nova perfuração.

FNC - 425 entendido chame no outbound do MAD.

TP425 - 425 chamarei.

21:27 TP425 - 425 MAD outbound iniciando a perfuração.

FNC - 425, chame na volta de inversão.

21:29 FNC - 425 Funchal?

TP425 - 425 fazendo a volta de procedimento.

FNC - OK, para sua informação o aguaceiro diminuiu
um pedaço, agora praticamente não chove, para
a pista 24 vento 250/5 nós.

TP425 - Nós vamos tentar aterrar na pista 24.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-44-

FNC - A visibilidade também aumentou agora cerca de 2 Km.

21:33 TP425 - TAP425 aproximando-se de MAD com a pista à vista.

FNC - TAP425 entendido chame na final da 24, vento 210/5 nós.

TP425 - OK chamarei.

21:34 FNC - 425 continua a ver a pista ?

TP425 - Negativo.

FNC - Pois é, temos aguaceiro outra vez a visibilidade diminuiu. Tem as luzes de aterragem acesas?

20:35 TP425 - TAP425 voltou a falhar a aproximação está voltando novamente para o MAD.

FNC - OK.

21:39.40 TP425 - O TAP425 está a iniciar nova volta de procedimento.

FNC - OK, para informação a visibilidade continua reduzida a cerca de 3 Km.

TP425 - OK, há pouco na final eu estava a ver a 24, de repente depois de passar MAD, perdi completamente de vista, vou tentar agora mais uma aproximação e se não conseguir entrar nesta vez vamos para LAS PALMAS.

FNC - OK, esta frente que passa tem sido passageira até agora, agora está-se a manter mais tempo. Eu julgo se der uma espera talvez consiga aterrar.

TP425 Não consigo, só tenho combustível para mais uma aproximação.

FNC OK.

21:44 TP425 - Mantém as luzes com o máximo, não é?

FNC - Afirmativo.



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
DIRECÇÃO-GERAL DA AERONÁUTICA CIVIL

-45 -

TP425 - OK, nós estamos aproximando do MAD vemos as luzes do aeroporto.

FNC - OK, chame na final se possível para a 24.

TP425 - OK chamarei na final, está a chover agora ou não?

FNC - Afirmativo, agora está um aguaceiro bastante forte por sinal Tem as luzes do trem acesas?

TP425 - OK trem agora ligado, estou a ver a luz da gare, a pista não estou a ver, estou a aproximar-me do MAD a 1000 pés.

FNC - OK, as luzes do trem acesas negativo.

21:45 FNC - 425 para informação tenho-o à vista.

20:46.47 FNC - 425 para informação agora tenho vento calmo na pista 24, vai tentar ?

TP425 - OK estou na final vou aterrar.

FNC - OK, está calmo autorizado a aterrar.

Passados alguns momentos o telefone de Funchal para Lisboa toca com insistência, Lisboa ouve mal, mas o Funchal ainda diz que o TP425 se espetou.

Mais adiante no registo do telefone ouve-se o controlador do ACC de Lisboa a perguntar ao Funchal se é verdade e a dizer para os colegas que o TAP425 se espetou na pista.