

ORIGINAL



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
GABINETE DE PREVENÇÃO E INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES COM AERONAVES
GPIAA

RELATÓRIO FINAL DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTE AÉREO

ORBITAL, Lda

ZLIN Z142

CS-DIR

AEROPORTO INTERNACIONAL DA
MADEIRA
(FUNCHAL)

24 de MAIO de 2009

ESTÁ CONFORME O ORIGINAL
17 / 11 / 2010

GPIAA
Homologo nos termos do n.º 3 do
art.º 26º do D.L. 318/99, de 11.08
17 / 11 / 2010
O Director

Fernando Ferreira dos Reis

RELATÓRIO Nº 14/ACCID/2009



NOTAS

O presente relatório exprime as conclusões técnicas apuradas pelo Investigador Responsável às circunstâncias e às causas desta ocorrência.

Em conformidade com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com a Directiva do C.E. n.º 94/56/CE, de 21 de Novembro de 1994 e com o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-Lei n.º 318/99 de 11 de Agosto, a investigação, análise e conclusões deste relatório não têm por objectivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades mas, e apenas, a determinação de causas e a formulação de recomendações que evitem a sua repetição.

O único objectivo deste relatório técnico é retirar ensinamentos susceptíveis de prevenir futuros acidentes.

1. A Investigação:

O GPIAA foi notificado do acidente pela ANAM através do telefone de Emergência 707 284 637 (707 AVIOES), às 18:31 horas UTC do dia 24 de Abril de 2009.

O Director do GPIAA nomeou o Investigador Artur Pereira como Investigador Responsável para apurar as circunstâncias que levaram ao acidente, de acordo com o Anexo 13 da ICAO, a Directiva do C.E. n.º 94/56/CE, de 21 de Novembro de 1994 e o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-Lei n.º 318/99 de 11 de Agosto.

Em concordância com o estabelecido nos diplomas internacionais, foram notificados os representantes dos Estados de Desenho e de Fabricante da aeronave e do motor.

O Investigador Responsável (IR), em conformidade com o Manual de Procedimentos do GPIAA, sugeriu ao Director do GPIAA, tendo sido aceite por este, a formação de uma equipa de investigação com a inclusão de mais dois Investigadores Técnicos (IT), tendo sido nomeados os Investigadores António Alves e

Fernando Lourenço. O IR e um dos IT deslocaram-se ao local do acidente no primeiro voo da manhã do dia seguinte.

2. Os nomes e assinaturas constantes em alguns dos documentos que ilustram este relatório foram intencionalmente obliterados para garantir o anonimato dos intervenientes, em cumprimento do estabelecido no Anexo 13.
3. Todas as horas mencionadas neste relatório têm o UTC como referência, excepto quando referido em contrário. A hora local na Madeira era igual a UTC+1 em 24 de Maio de 2009.



Handwritten signatures in blue ink on a yellow background. The top signature is a cursive name, the middle one is 'FL', and the bottom one is another cursive name.



ÍNDICE

	Pág.
NOTAS	2
ÍNDICE	4
SINOPSE	6
1. INFORMAÇÃO FACTUAL	7
1.1 História dos voos	7
1.1.1 Primeiro voo	7
1.1.2 Segundo voo	7
1.2 Lesões	9
1.3 Danos na aeronave	9
1.4 Outros danos	9
1.5 Informação sobre o pessoal	10
1.5.1 Piloto	10
1.5.2 Passageiro	10
1.5.3 Controlador de serviço	11
1.5.4 Bombeiros de serviço ao aeroporto	11
1.6 Informação sobre a aeronave	11
1.6.1 Generalidades	11
1.6.2 Manutenção	13
1.6.3 Flight manual	13
1.7 Informação meteorológica	14
1.8 Ajudas à navegação	15
1.9 Comunicações	15
1.10 Informação sobre o aeroporto	15
1.11 Registadores de voo	15
1.12 Informação sobre o impacto e os destroços	16
1.13 Informação médica e patológica	19
1.14 Incêndio	19
1.15 Sobrevivência	19
1.16 Testes e pesquisas	22
1.16.1 AMU-1	22
1.16.2 Hélice	24
1.16.3 Manete de potência	25
1.16.4 Filtro de óleo do motor	25
1.16.5 G-meter	26
1.16.1 Tubagens de óleo do sistema de passo de hélice	26
1.17 Organização e gestão	26
1.18 Informação adicional	26
1.18.1 Determinação de Peso e Centragem	26
1.19 Técnicas de investigação	26
2. ANÁLISE	28
3. CONCLUSÕES	31

3.1	Factos estabelecidos	31
3.1.1	Aeronave	31
3.1.2	Piloto	31
3.1.3	Controlador de Tráfego Aéreo	32
3.1.4	Equipas de socorro	32
3.1.5	Meteorologia	32
3.2	Causa provável	32
3.3	Factores contributivos	32
4.	RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	33
	ACRÓNIMOS	34

Handwritten signatures and initials in blue ink on a yellow background. The top signature is a cursive name, the middle one is 'FL', and the bottom one is another cursive signature.



SINOPSE

No dia 24 de Maio de 2009, a aeronave Zlin Z142, matrícula CS-DIR, com o piloto e um passageiro, realizava um voo local, evoluindo a 3 000 pés numa zona sobre o mar, a Sul da cidade do Funchal, para treinar figuras acrobáticas.

Cerca das 17:50, o piloto solicitou ao Controlador aéreo uma passagem baixa sobre a pista 23 do Aeroporto do Funchal, tendo sido autorizado.

A aeronave apresentou-se em voo invertido e, sensivelmente a meio da pista 23, o piloto descontinuou subitamente a manobra. A aeronave adoptou uma atitude descontrolada e despenhou-se, embatendo no solo a 6,90 metros da *centre line* da pista, incendiando-se de seguida, deslizando mais 98,70 metros (num total de 105,60 metros) até meio do terreno que separa a pista do *taxiway* que dá acesso à placa de estacionamento de aeronaves, imobilizando-se aroada a Norte.

O piloto conseguiu abandonar a aeronave mas o passageiro ficou inconsciente amarrado ao seu lugar, vindo a falecer dois dias depois na Unidade de Queimados do Hospital de S. João, no Porto, para onde foi transferido.

[Handwritten signatures and initials]

1. INFORMAÇÃO FACTUAL

1.1 HISTÓRIA DOS VOOS

1.1.1 Primeiro voo

No dia 24 de Maio de 2009, a aeronave Zlin Z142, matrícula CS-DIR, com o piloto e um passageiro, descolou pelas 17:00 horas do Aeroporto Internacional do Funchal para um voo de 30 minutos, segundo as regras de voo visual, conforme plano de voo submetido ao Órgão ATS da Madeira.

À descolagem, o avião levava os depósitos *inners* cheios de combustível AVGAS 100 LL, num total de 120 litros, o que cobria uma autonomia de 02:30 horas.

Cumprido o tempo de voo de meia hora, o piloto aterrou no aeroporto de partida, dirigiu-se ao estacionamento onde trocou de passageiro.

1.1.2 Segundo voo

O plano de voo anterior foi alargado para contemplar a nova viagem, (o nome do novo passageiro substituiu o do primeiro) e teve igualmente uma duração estimada de 30 minutos, desta vez com um combustível calculado em 100 litros, nos *inner tanks*, o que previa uma autonomia de 02:00 horas.

Após a descolagem, o piloto rumou a aeronave para uma zona a 3 000 pés sobre o mar, na baía do Funchal, para aí trabalhar e treinar figuras acrobáticas.

Cerca das 17:50 horas, o piloto solicitou ao Controlador de Tráfego Aéreo autorização para efectuar uma passagem baixa sobre a pista 23 e aterragem na pista em uso (05). A manobra foi autorizada por não haver tráfego nas imediações.



Fig. 1 – Fotografia de Miguel Nóbrega in Jetphotos.net¹

O piloto disse ter efectuado o “*Before Aerobatics Check-list*”, confirmado o

QNH introduzido na janela de Kolsman do altímetro e ajustado a velocidade nos 250 km/h

¹ <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LD-yo3kRy5kJ:jetphotos.net/viewphoto.php%3Fid%3D5759331+CS-DIR+Miguel+N%C3%B3brega&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt>

Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'F.L.' and 'C.H.'.

como sempre fez neste tipo de acrobacia. Acertou a manete de potência em Max. Cont., com 1 (um) bar *na manifold pressure*, e travou o seu curso para evitar que ela se movesse durante a manobra. Segurou o *manche* com as duas mãos, de acordo com os procedimentos aprendidos no Curso de Acrobacia que frequentou com êxito na República Checa, reportou a entrada para a manobra a 700 pés e inverteu a posição do avião. Estabilizou a aeronave, alinhada com o eixo da pista, com as asas niveladas, o nariz do avião na referência para voo invertido (ligeiramente acima da linha do horizonte) e percorreu nesta atitude cerca de metade da pista 23.

Nessa altura verificou que o nariz do avião estava abaixo da linha de horizonte, em atitude de mergulho em direcção ao solo. Reagiu de imediato e descontinuou a manobra, efectuando meio *roll* para sair do voo invertido. Sentiu os comandos lassos e com pouca eficácia na recuperação do voo invertido.

A aeronave tomou, então, uma atitude descontrolada, e despenhou-se no solo, a 6,90 metros da *centre line* da pista, incendiando-se de seguida (Fig. 2 e 3).²



Fig. 2 – Trajectória provável do Zlin 142, CS-DIR, até ao embate na pista.

² As imagens, identificadas no canto superior esquerdo com data, hora e a referência 03-M-03-P... K5, foram captadas pelas câmaras exteriores do aeroporto.

[Handwritten signatures and initials]



Do ponto de embate na pista, a aeronave percorreu 105,60 metros até meio da Zona de Segurança M25, (terreno que separa a pista do *taxiway* que dá acesso à placa de estacionamento de aeronaves), onde se imobilizou a proa a Norte.

O piloto conseguiu abandonar os destroços, com queimaduras graves.

O passageiro foi retirado do lugar pelos bombeiros, depois de extinto o incêndio, mas veio a falecer dois dias depois na Unidade de Queimados do Hospital de S. João, na cidade do Porto, para onde fora transferido.

O aeroporto foi fechado ao tráfego aéreo até às 20:41 horas, altura em que foi restabelecido o trânsito normal.

1.2 LESÕES

LESÕES	TRIPULAÇÃO	PASSAGEIROS	OUTROS
FATAIS	—	1	—
GRAVES	1	—	—
LIGEIRAS	—	—	—
NENHUMAS	—	—	—

1.3 DANOS NA AERONAVE

A aeronave ficou destruída.

1.4 OUTROS DANOS

Não houve danos a terceiros. As marcas registadas na pista não alteraram a estrutura da sua superfície.

Handwritten signatures and initials in the top right corner.

1.5 INFORMAÇÃO SOBRE O PESSOAL

1.5.1 Piloto

<u>Referências</u>	<u>Piloto</u>
<u>Identificação</u>	
Sexo	Masculino
Idade	49 anos
Nacionalidade	Portuguesa
<u>Licença</u>	
Designação/Nº	PPL(A) / P-4040
Emitida por/em	INAC / 02-09-2009
Validade	01-03-2013
<u>Experiência de Voo</u>	
Total	540:15 horas
No tipo	64:18 horas
<u>Exame Médico Aeronáutico</u>	
Classe	Classe 2
Último Exame Médico / Válido até	31-01-2008 / 31-01-2010
Restrições e/ou limitações	NIL

O piloto frequentou o curso de acrobacia em 2001, na República Checa, administrado por instrutores da Fábrica dos Zlin Z142, em aeronave igual à que adquiriu, tendo sido brevetado com sucesso.

Cumpra os requisitos estabelecidos nas “NORMAS E BOAS PRÁTICAS PARA A ACTIVIDADE DE VOO ACROBÁTICO” constantes na CIA 07/07 de 28 de Fevereiro emitida pelo INAC, tendo sido autorizado por esta Autoridade Nacional a realizar voos acrobáticos (fig. 4). Pesava à data 66 kg.



Fig. 4

1.5.2 Passageiro

O passageiro, amigo do tripulante do Zlin Z142, era piloto da TAP. Apesar de constar no Plano de voo como aluno, e identificada a sua licença de PCA, com o nº 2705, o piloto afirmou que este não pilotara o avião apesar de ter sido convidado a fazê-lo. Pesaria cerca de 60Kg.

1.5.3 Controlador de Tráfego Aéreo

O Controlador de Tráfego Aéreo era detentor da licença nº 697/CTA/1, emitida pelo INAC em 21 de Setembro de 2002 e com as qualificações de ADI/TWR e APS/RAD em funções no órgão LPMA. Tinha os exames médicos, de classe 3, válidos até ao dia 16 de Janeiro de 2010, sem registo de quaisquer restrições.

[Handwritten signatures and initials]

1.5.4 Bombeiros de Serviço ao Aeroporto

No Aeroporto do Funchal, há duas bases de estacionamento das equipas de Bombeiros e do material de combate ao fogo e de desencarceramento: (1) o *Quartel*, localizado a sul da placa de estacionamento das aeronaves, e à distância aproximada de 1200m do local de imobilização do avião acidentado, e (2) o *Posto Avançado*, situado do lado direito da primeira metade da pista 23, tendo a aeronave sinistrada ficado a uma distância de cerca de 250 metros deste posto.

No *Quartel* estavam estacionados um OSHKOSH T-1500 abastecido com espuma, pó químico, halon, naf e H₂O, um OSHKOSH T-12 provido de H₂O e espuma e uma viatura de desencarceramento CHEVROLET + ACS.

No *Posto Avançado* estava pronto a avançar um OSKOSHA T-3000, dotado com os mesmos elementos extintores do OSHKOSH T-1500.

Os bombeiros estavam equipados com fatos à prova de fogo NOMEX.



1.6 INFORMAÇÃO SOBRE A AERONAVE

1.6.1 Generalidades

O avião acidentado, um bi-lugar com cadeiras dispostas lado-a-lado, monomotor de asa baixa monoplana, em estrutura *cantilever*.

O piloto adquiriu-o em 2005 na Hungria, com a matrícula húngara HA-SFL, e foi levado para a fábrica para um *overhaul*. Sofreu uma revisão completa com substituição dos componentes mais importantes (asas, tubos hidráulicos dos trens, *main spar* – longarina oca sob pressão de azoto, com indicador no painel de instrumentos – e muitos outros novos acessórios); o motor foi enviado para a respectiva fábrica para ser sujeito também a um *overhaul*.



Estava registada no RAN desde 03 de Outubro de 2005 e tinha toda a documentação válida.

Célula:

Fabricante: Moravan Aviation s.r.o. (construtor checo).

Marca e modelo: ZLIN 142 (da série Z 42)

Ano: 1981

Nº de série: 0223-07

Carga Max. no cockpit: 2x100kg

Tanques de combustível: Tinha cinco tanques de combustível – dois *outers* com capacidade para 50 litros de combustível cada, dois *inners* que recebiam 60 litros de gasolina cada um e um central que abarcava 5 litros de carburante. Este último depósito com funcionalidade específica no voo acrobático, para o qual o Zlin Z142 foi concebido. Total: 225 litros (Categoria N)

Motor:

Fabricante: Avia-Praha (construtor igualmente checo).

Marca e modelo: Letadlový M 337 AK, invertido de 6 cilindros, arrefecido a ar.

Ano: N/D

Nº de série: 1 832 788.

Limitações: a. Potência à descolagem

Potência máxima: 154 kW (210 HP)

Rotação máxima: 2 750 rpm

Consumo máximo: 61 lts/hora

b. *Máximo Continuous*

Potência máxima: 125 kW (170 HP) ± 2,5%

Rotação máxima: 2 600 rpm ± 3%

Consumo máximo: 56 lts/hora

[Handwritten signatures and initials]

Hélice:

Fabricante: Avia Propeller (construtor também checo).
Marca e modelo: V 500, de passo variável de velocidade constante
Ano: N/D
Nº de série: N/D
Nº de pás: 2, em duralumínio
Diâmetro: 2 000 mm
Sentido de rotação: Anti-horário (na direcção de voo)

O CS-DIR tinha um peso máximo à descolagem (MTOW) de 1 000 kg.

1.6.2 Manutenção

A aeronave era assistida pelo seu proprietário e um outro elemento, ambos Técnicos de Manutenção de Aeronaves (TAP e Lufthansa), para além de ser controlada, a nível de estrutura de fuselagem, pela fábrica dos Zlin, através dos dados retirados do AMU, a cada 100:00 horas ou anualmente.

1.6.3 Flight Manual

O Manual de Voo do CS-DIR foi aprovado pelo INAC em 10 de Maio de 2006 (fig. 6).



Handwritten signatures and initials in the top right corner.

O cap. 2.15 – *Aerobic Maneuvers* (§. 2.11 do Manual), mostra um quadro onde refere que a velocidade mínima de entrada para execução de um voo invertido deve ser de 200km/h IAS (fig. 7).

2.15. AEROBATIC MANEUVERS
2.15.1. Category Aerobatic (A) and Utility (U)
 The following is a list of the allowed maneuvers for the aircraft in aerobatic category:
 For the utility category only maneuvers 1, 2, 4 and 10 is permitted.

No.	Name	Recommended Entry Speed km/h IAS
1.	Steep turn - category A (angle of bank without limitations) - category U (angle of bank than 60°, max. 90°)	min. 180
2.	Chandelle	min. 220
3.	Looping	min. 240
4.	Lazy eight	min. 180
5.	Immelmann turn	min. 250
6.	Half roll and dive out	max. 150
7.	Stalled turn	min. 180
8.	Slow roll	min. 180
9.	Stalling (whip stall)	min. 180
10.	Spin	110
11.	<u>Inverted flight</u>	<u>min. 200</u>
12.	Inverted turn	min. 200
13.	Inverted loop from normal flight	max. 110
14.	Inverted loop from inverted flight	min. 260
15.	Inverted spin	140

Caution:
 Aerobatic maneuvers listed above may be performed in single or double man in any arbitrary sequence, flight attitude and combination, provided that following limitations are complied with:

- (1) Weights and center of gravity position - item 2.3. - 2.5.
- (2) Power plant limitations - item 2.6. - 2.7.
- (3) Speed limitations, load factors limitations and maneuvering envelope limitations - item 2.12 - 2.14.
- (4) Inverted flight - max. 1 min. 30 sec for aerobatic category. For the utility category inverted flights and intentional maneuvers with negative load factors are PROHIBITED.
- (5) Spin
 - (a) Permissible number of turns: max. 6.
 - (b) Intentional spins with wing flaps extended are PROHIBITED.
 - (c) Intentional power on spins are PROHIBITED.
- (6) Flick rolls are PROHIBITED.
- (7) Aerobatic maneuvers are PROHIBITED:
 - (a) With fuel in auxiliary tanks
 - (b) With luggage in luggage compartment

Fig. 7

Na Secção IV, § 4.24 (*methodical charts*), a indicação é repetida na respectiva figura (fig. 8) do voo invertido.

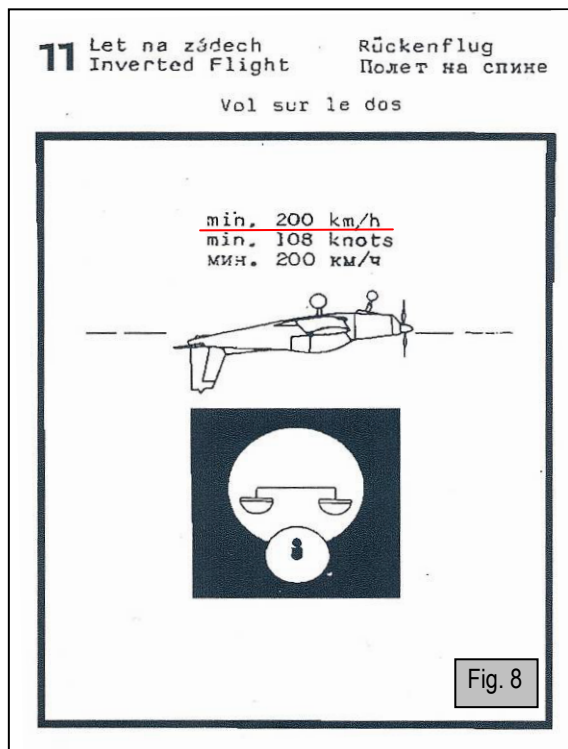


Fig. 8



1.7 INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA

Às 18:40 horas, as condições meteorológicas eram as seguintes:

010/11kt 9999 SCT018 SCT030, 19/12 Q1022 RS310/007KT 05350/09KT 23360/11KT

1.8 AJUDAS À NAVEGAÇÃO

Não aplicáveis

1.9 COMUNICAÇÕES

As comunicações rádio estabelecidas entre o CS-DIR e a TWR do aeroporto do Funchal revelaram-se normais, claras, inequívocas e sem dificuldades.

1.10 INFORMAÇÃO SOBRE O AEROPORTO

O aeroporto da Madeira está construído num pequeno planalto na costa Este da Ilha da Madeira. Excepto para o lado do mar, o terreno sobe abruptamente muito próximo da pista. Esta característica gera, com frequência, variações de vento e turbulência, sendo também frequentes as condições de *windshear* severo a baixas altitudes e/ou *microburst*.

- Coordenadas: 32 41 39N 016 46 41W (Datum WGS 84).
- Tipo de tráfego permitido: IFR e VFR
- Categoria de combate ao fogo: 7
- Equipamento de salvamento: Uma Estação Satélite (Posto Avançado) localizado do lado esquerdo da pista 05.
 - 1 veículo de primeira intervenção com a capacidade de 3 850 litros de água.
 - 3 veículos de segunda intervenção com capacidade superior a 4 500 litros de água.
 - Equipamento pré-hospitalar.
- Características das pistas:

Designação	True Bering	Dimensões (m)	Superfície
05	045	2481x45	Asfalto
23	225		

[Handwritten signatures and initials]

- *Distâncias declaradas:*

Designação	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)	OBS.
05	2631*	2841	2631*	2481	* Incluindo 150m de pavimento antes do THR
23	2631*	2831	2631*	2481	



1.11 REGISTADORES DE VOO

A aeronave não estava equipada com registadores de voo nem a lei o exige neste tipo de aviões.

No entanto tinha instalado um AMU, um processador de voo capaz de registar o espectro do voo e as cargas a que a aeronave esteve sujeita durante as manobras acrobáticas.

Foi retirado e enviado ao fabricante para análise dos dados registados.

A finalidade e os resultados obtidos estão descritos neste relatório, mais adiante, em *1.16 Testes e Pesquisa.*

1.12 INFORMAÇÃO SOBRE O IMPACTO E OS DESTROÇOS

A aeronave embateu no solo entre a cabeceira da pista 23 e a saída para o taxiway “B”, a 6,90 metros da *centre line*.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'J.P.', 'FL', and 'C.H.'.

Deste ponto até ao local de imobilização do avião, situado sensivelmente a meio da Zona de Segurança M25, (terreno que separa a pista do *taxiway* que dá acesso à placa de estacionamento de aeronaves), distavam mais 98,70 metros (fig. 7).

Desde a marca do início do embate até ao local dos destroços, a distância total foi, assim, de 105,60 metros.



Na pista ficaram as marcas do hélice e do arrastamento da fuselagem da aeronave (fig. 9), depois de ter perdido o trem principal direito e o de proa (fig. 8).



[Handwritten signatures and initials]

O avião ficou separado em dois (fig. 10) por acção do fogo e da intervenção dos bombeiros. O lado direito, onde viajava o passageiro, foi o mais exposto às chamas (fig. 11).



Fig. 10

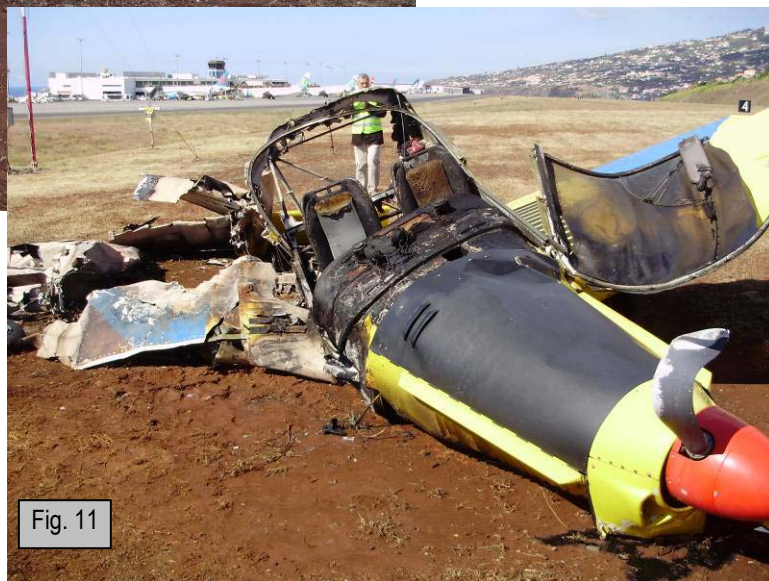


Fig. 11

O lado esquerdo, o do piloto, não evidenciava ter sido sujeito aos efeitos do fogo (fig. 12).



Fig. 12

1.13 INFORMAÇÃO MÉDICA E PATOLÓGICA

O relatório da autópsia médico-legal revelou que a morte do passageiro, ao fim de dois dias de internamento, *se deveu às extensas lesões de queimadura em cerca de 80% da superfície corporal, associadas a outros factores pulmonares e cardíacos que lhes sobrevieram como complicações.*

Não se registaram fracturas ósseas, lesões traumáticas (para além das causadas por queimaduras do 3º grau) ou hemorragias internas.

1.14 FOGO

Assim que a aeronave embateu no solo, declarou-se incêndio de imediato, devido à quantidade de combustível AVGAS 110 LL ainda existente a bordo (cerca de 80 litros).

O foco de incêndio localizou-se do lado do passageiro. Um rombo na carlinga junto dele facilitou a passagem das chamas por esse flanco para o interior do *cockpit*.

O incêndio foi combatido pelos Bombeiros de serviço no aeroporto e o modo como foi extinto está descrito no capítulo seguinte – “Sobrevivência”.

1.15 SOBREVIVÊNCIA

O aeroporto tem câmaras de vídeo-gravação apontadas à pista e ao parque de estacionamento dos aviões. A câmara assestada à primeira metade da pista 23, com relógio incorporado (em horas locais), gravou uma sequência de imagens que mostram a queda do avião, a movimentação dos carros de combate ao fogo e a actuação dos bombeiros. Assim:

18:55:40 horas – O avião embateu na pista e começou a deslizar (1 (um) segundo após a hora mostrada na fig. 2).

18:55:44 horas – A aeronave incendiou-se, continuando a deslizar (fig. 3).

18:55:46 horas – A aeronave imobilizou-se.

18:56:46 horas – O OSKOSHA T-3000 chegou junto do avião e iniciou o lançamento de um jacto de espumífero a começar na base do avião (a névoa branca nas fotos 14 e 15 mostram a acção do espumífero do carro, semi-oculto pelo fumo negro).

[Handwritten signatures and initials]

18:57:13 horas – O piloto surgiu de entre o fumo e deixou-se cair no chão (fig. 13 e 14).



Fig. 13 e 14 – Fotografias de anónimo, recolhidas da net e enviadas gentilmente por António Garcia.

18:57:25 horas – O OSHKOSH T-1500 chegou ao local do acidente, vindo do Quartel e lançou espuma 2 metros antes do piloto (para não o atingir com a alta pressão do jacto que poderia lesioná-lo gravemente) de forma a cobri-lo em nuvem líquida, e em seguida sobre o avião em chamas, juntando-se a sua à acção do primeiro carro (fig. 15 e 16).



Fig. 15 e 16 – Acção do segundo carro (Oshkosh T-1500) no socorro ao piloto e no combate ao fogo do avião.

18:57:41 horas – Chegou o OSHKOSH T-12 que ficou de reserva para render um dos outros se necessário, o que não se verificou.

18:57:44 horas – Apresentou-se o carro de desencarceramento.

Handwritten signatures and initials in blue ink.

18:58:01 horas – O OSHKOSH T-1500 parou de lançar o espumífero (descarregou cerca de $\frac{3}{4}$ da respectiva dotação de espuma).

18:58:45 horas – O OSKOSHA T-3000 parou, por sua vez, de lançar o espumífero (descarregou também cerca de $\frac{3}{4}$ da respectiva dotação de espuma).

O OSHKOSH T-12 aproximou-se dos destroços, para que a sua tripulação pudesse auxiliar a equipa do carro de desencarceramento a resgatar o passageiro que permanecia inconsciente, amarrado ao lugar pelos cintos de segurança.

Foi necessário recortar o arco da *canopy* para a retirar da sua sede e chegar ao passageiro. Os cintos de segurança foram cortados para o libertar.

19:03:00 horas – Chegou a primeira ambulância vinda de Santa Cruz.

19:05:00 horas – Chegou a segunda ambulância, oriunda também de Santa Cruz. Os bombeiros de Santa Cruz e os Bombeiros do aeroporto imobilizam o piloto e ajudam a resgatar o passageiro (fig. 17);



19:17:00 horas – A EMIR chegou e imobilizou-se no sector M17 na altura em que passava a segunda ambulância, tendo o motorista desta parado para que a equipa de médico/enfermeiro assistissem o passageiro. A assistência demorou 28 minutos.

19:23:00 horas – Chegou a terceira ambulância vinda do Machico, tendo ficado de prevenção ao aeroporto. Esta ambulância viria a ser usada no transporte para o Hospital do passageiro do primeiro voo, – um menor, familiar do Técnico de Manutenção da Lufthansa, colega de profissão do piloto –, que ficou em estado de choque e tomado de grande agitação por ter assistido ao acidente.

19:25:00 horas – A primeira ambulância evacuou o piloto para o Hospital do Funchal onde lhe diagnosticaram um pneumotórax, fractura do dedo grande de um pé e queimaduras na cabeça, do lado direito da face, de menor gravidade.

Handwritten signatures and initials in blue ink.

19:45:00 horas – A segunda ambulância evacuou o passageiro também para o Hospital do Funchal, depois de ter sido estabilizado pela equipa médica da EMIR, sem nunca ter recuperado a consciência.

Devido às graves queimaduras sofridas no lado direito da cara, peito e membros superiores e inferiores, o passageiro viria a ser transferido para a Unidade Queimados do Hospital de S. João, no Porto, onde veio a falecer 48 horas depois.

O piloto referiu dias depois, em entrevista, que supunha ter desmaiado por breves momentos e que, quando voltou a si, mal conseguia respirar por causa do calor, vendo o *cockpit* envolto em chamas e fumo. Libertou-se dos cintos de segurança e tentou abrir a *canopy*, mas não conseguiu. Olhando para trás, viu que esta estava partida e apresentava um espaço livre (fig. 18) por onde conseguiu abandonar o avião.



Sentiu fortes dores no corpo e cara, por causa das queimaduras na face e teve tonturas pelo que se deixou cair no chão. Pouco depois sentiu o frio de espuma a cobri-lo.

1.16 TESTES E PESQUISA

Segundo o piloto, o comando da aeronave foi sempre efectiva, não duvidando da integridade dos sistemas de controlo do avião, apenas tendo sentido *os comandos lassos e com pouca eficácia na altura da recuperação do voo invertido*.

A pesquisa e os testes foram focalizados no grupo moto-propulsor, respectivos comandos e acessórios relacionados. Assim:

1.16.1 AMU-1

A sua existência a bordo dos Zlin 142 é justificada pela necessidade de se encurtar os períodos entre revisões à estrutura das asas, caso a soma de *g* sofridos pela aeronave nas sessões acrobáticas ultrapasse o limite de tempo estabelecido pela fábrica para a inspecção seguinte.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including "FL" and "CH".

O AMU é um sistema de monitorização de fadiga das asas os seus registos permitem a extensão do *overhaul* da célula até às 5 500 horas, em lugar das habituais 700 horas, ou 400, se as asas não estiverem reforçadas.

Em cada 100 horas, ou anualmente, – o tempo que se vencer primeiro –, são retirados³ os valores de carga *g* registados pelo AMU e enviados para a fábrica do avião.

Estes dados são invioláveis, estão codificados e encriptados e só o fabricante da aeronave é que tem o programa necessário para os decifrar. Desta maneira, a fábrica garante a aeronavegabilidade da aeronave, condicionando a sua vida útil, ditando se o *overhaul* deve ser antecipado por cúmulo de cargas de esforço.

Essa unidade, foi removida do CS-DIR e enviada para a Moravan Aviation a fim de ser lido o seu conteúdo (fig. 19 e 20).

Por impossibilidade de a fábrica conseguir extrair os valores do AMU por o *input interface* estar demasiado danificado, a unidade foi por sua vez redireccionada ao fabricante desse acessório na tentativa de se conseguir a reconstituição do espectro e a leitura da transcendência dos valores de *g* sofridos na manobra acrobática. Porém, o *chip* de registo foi de tal modo afectado pelo calor, que foram inúteis as tentativas de leitura.



Fig. 19 e 20 – Localização e aspecto do AMU após ter sido retirado.

³ Por *download* para um computador, através de cabos próprios que o piloto adquiriu juntamente com o avião.

Handwritten signatures and initials:
 J.P.
 FL
 C.H.

1.16.2 Hélice

O hélice, enrolado nas pontas, tinha vestígios de asfalto e evidenciava sinais de arrastamento na sua superfície (fig. 21).



Fig. 21

O facto de as pás do hélice se apresentarem com o passo alterado (fig. 22), por destruição das engrenagens interiores, não permitiu, juntamente com a medição da distância entre as marcas e em relação ao diâmetro das pás, calcular as rpm que o motor trazia na altura do embate.

Após a remoção e para poder desmontá-lo, houve necessidade de cortar uma das pás (fig. 23) para se ter acesso à porca do cubo que permitia a sua abertura.

Verificou-se que no interior do cubo, a peça-guia que comandava o *pitch* da pá estava partida, atribuindo-se o facto à violência do embate.



Fig. 22



Fig. 23



Fig. 24

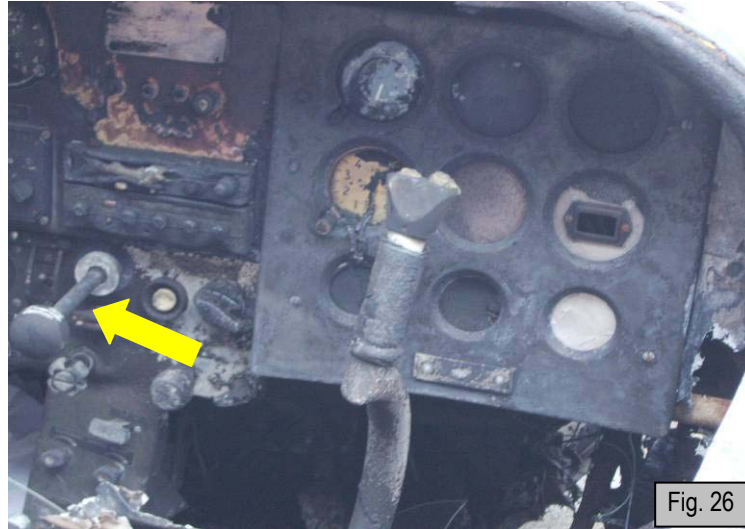


Fig. 25

[Handwritten signature]
FL
[Handwritten signature]

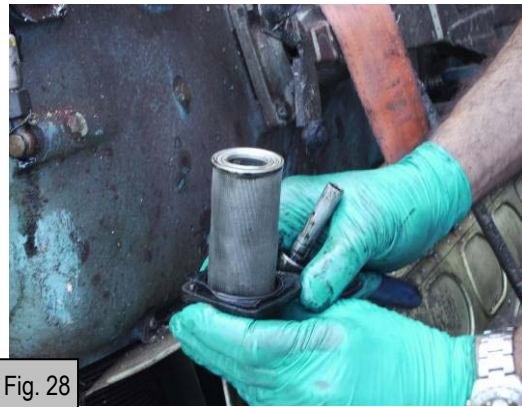
1.16.3 Manete de potência

A manete de potência estava represada no seu curso pela anilha de travamento e mostrava 10cm de haste visível (seta amarela da fig. 26).



1.16.4 Filtro de óleo do motor

Havia pouco óleo no tanque, danificado com um rombo. No entanto, a pequena amostra conseguida e o filtro de óleo não evidenciavam depósito metálico.



[Handwritten signatures and initials]

1.16.5 G-meter

Depois de retirado o vidro de protecção, constatou-se que o instrumento de leitura das cargas **g** (fig.31 e 32) se apresentava destruído, com o ponteiro solto, não tendo sido possível retirar dele qualquer informação.



Fig. 31 e 32

1.16.6 Tubagens de óleo do sistema de passo de hélice

As tubagens mostravam-se intactas, sem sinais de qualquer fuga ou falha de material (fig. 33).



Fig. 33

1.17 ORGANIZAÇÃO E GESTÃO

Não aplicável.

1.18 INFORMAÇÃO ADICIONAL

1.18.1 Determinação do Peso e Centragem

Utilizando o gráfico da Secção 6.10 do Manual de Voo do CS-DIR, os dados referentes à aeronave e aos ocupantes, foi possível determinar o C. G. do avião.

Dados do CS-DIR:

Peso em vazio 730 KG

Braço do centro de gravidade (x_T) 0,606 m

[Handwritten signatures and initials]

Fórmula do Cálculo do Centro de Gravidade:

$$\bar{X}_\gamma = \left(\frac{x_T - 0,300}{1,46} \cdot 100 \right)$$

Outros dados:

Peso do combustível a bordo 70 KG (100 litros de AVGAS 100 LL)⁴

Peso do piloto 66 KG

Peso do passageiro 60 KG

TOTAL 926 KG

Cálculo do C. G. (\bar{X}_γ):

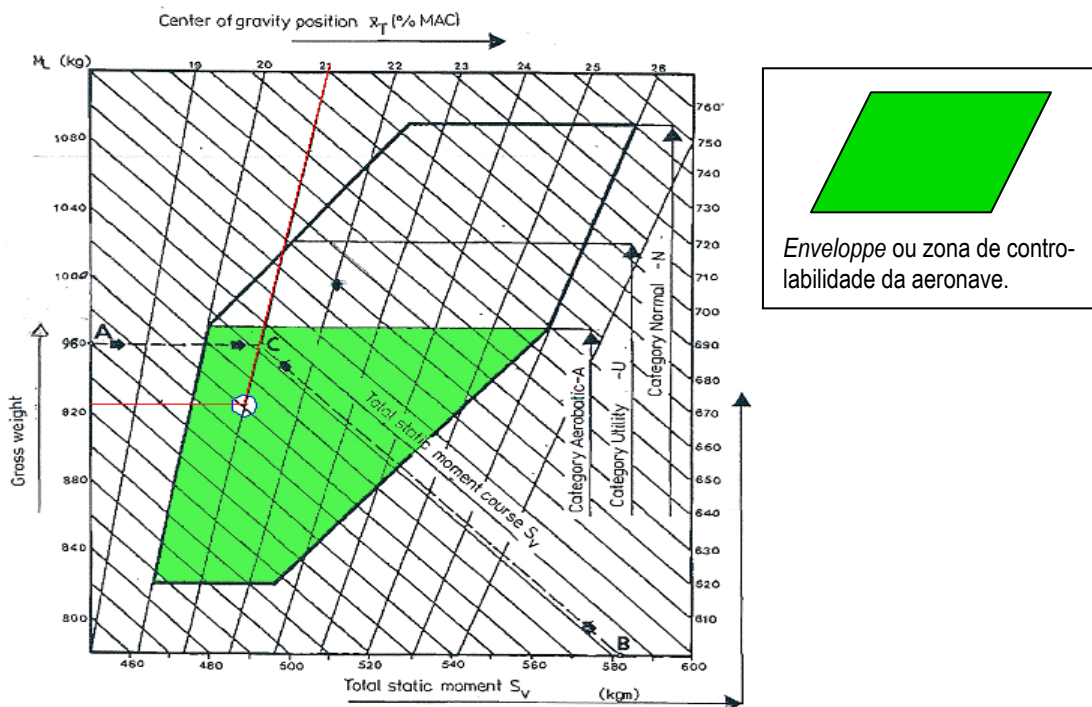
$$\bar{X}_\gamma = \left(\frac{0,606 - 0,300}{1,46} \cdot 100 \right)$$



$$\begin{aligned} 0,606 - 0,300 &= 0,306 \\ 0,306 : 1,46 &= 0,2096 \\ 0,2096 \times 100 &= \mathbf{20,96 \%} \end{aligned}$$

SECTION 6

6.10. CHART No. 2 - CENTER OF GRAVITY POSITION CHECK



1.19 TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO

Não foi necessário o uso de técnicas específicas de investigação.

⁴ A densidade do AVGAS 100 LL era de .70.



2. ANÁLISE

O piloto referiu que se apresentara sobre a pista 23 em voo invertido nivelado, a cerca de 700 pés de altitude QNH (500 pés acima da pista), não notara qualquer falha de potência durante a manobra acrobática, havia bloqueado a manete de potência numa posição que lhe garantiria a velocidade de 250 km/h e que, de súbito, se apercebera de que a proa do avião estava abaixo da linha de horizonte, o que levou a interromper imediatamente a manobra. Referiu também que, para o efeito, se limitou a mover o manche para a direita e não usou pé para corrigir a eventual descida do nariz porque assim fora instruído durante o Curso de Acrobacia, administrado pelos pilotos instrutores da fábrica, na República Checa.

Testemunhas relataram que, após a saída do voo invertido, o avião pareceu ficar descontrolado e se despenhou no solo.

Imagens captadas por uma câmara de vigilância do aeroporto mostram a aeronave a descer de forma acentuada, acompanhada de movimento de rotação pela esquerda, semelhante a uma entrada em *vrille*, até embater na pista.

O voo invertido a baixa altitude requer do piloto uma apurada técnica de pilotagem e boa resistência física. Trata-se de uma manobra em que o controlo de atitude e altitude estão baseados na utilização de referências exteriores.

Face aos 2 781 metros (1,5 NM) de comprimento da pista, o piloto não terá precisado de lançar o cronómetro pelo que, igualmente, não terá tido necessidade de desviar o olhar para dentro do *cockpit* para controlar o tempo de voo invertido e, por esse motivo, correr o risco de perder o contacto com as citadas referências exteriores.

De igual modo, é também pouco provável que o fizesse para vigiar qualquer quebra significativa de velocidade através da visualização do velocímetro, já que acertara a velocidade no início da manobra e o tempo em que decorria era curto.

A referência do piloto sobre a atitude do avião a descer (proa abaixo da linha de horizonte) poderia ser indiciadora de velocidade insuficiente por um destes motivos: (1) entrada na manobra com velocidade abaixo da recomendada, (2) diminuição de potência por atraso inadvertido da alavanca da potência, (3) deficiente funcionamento do regulador de passo do hélice e (4) falha de alimentação de combustível ao motor.

A velocidade de 250 km/h era confortavelmente superior à velocidade mínima recomendada pelo fabricante no Manual de Voo da aeronave para a execução na manobra acrobática de voo invertido (200 km/h), pelo que a hipótese (1) não foi considerada.

O piloto sustentou que não retardou a alavanca de aceleração do motor, até porque a bloqueara na potência que lhe garantia a referida velocidade para entrada em voo invertido e que ambas as mãos foram deslocadas para segurar o manche. Na realidade, a haste da alavanca de potência foi encontrada bloqueada no seu curso pela respectiva anilha de aperto. O ponto (2) foi, assim, igualmente abandonado.

O regulador do passo do hélice é alimentado por óleo proveniente do *carter* do motor e, na eventualidade de se ter dado uma fuga de óleo, a mola do regulador do hélice teria levado as pás para passo fino com a consequente perda da capacidade de tracção do hélice. Porém, os testes efectuados não detectaram qualquer ruptura ou outras irregularidades nas tubagens, susceptíveis de justificar esta hipótese. Assim, o ponto (3) foi também posto de parte.

Um dos aspectos mais importantes relacionados com as características das aeronaves para a prática do voo invertido prende-se com a concepção do sistema de combustível. Algumas aeronaves têm limitações de tempo de voo invertido o que obriga os pilotos a lançarem o cronómetro no início da manobra para garantirem que esse tempo, estabelecido no manual de voo, não seja excedido, evitando desse modo eventuais falhas de motor por deficiente alimentação de combustível.

O ZLIN 142 estava equipado com um depósito central de 5 (cinco) litros que lhe permitia voar durante 90 segundos em voo invertido, o que corresponde a um deslocamento de cerca de 3 (três) milhas no terreno. A investigação não revelou qualquer anomalia relacionada com o sistema de combustível pelo que o ponto (4) não teve razão de sustentabilidade.

Por outro lado, a hipótese de se ter dado uma dissipação de velocidade na ordem dos 50km/h (dos 250 km/h anunciados pelo piloto até aos 200 km/h, mínimos para entrada no voo invertido), em tão curto espaço e em tão escasso tempo, não é defensável. Mas é possível que um pequeno movimento no manche à velocidade de 250 km/h tenha reflexo imediato na atitude do avião e que o tivesse levado a diminuir o ângulo de ataque e, em consequência, a proa tivesse ficado abaixo da linha de horizonte.

Nestas circunstâncias, em que a aeronave estaria a voar invertida com o nariz mais acima do que o normal, o manche estava mais à frente do que o habitual. Assim sendo, a saída do voo invertido com acentuada rotação obrigaria a uma maior amplitude de movimento do manche para uma posição mais anterior, quando as asas passassem a 90° com o horizonte (a fim de não deixar cair o nariz e manter a altitude). Simultaneamente a correcção do leme de direcção teria de ser mais enérgica e ampla do que o costume. Estas correcções também contribuiriam para a degradação da relação sustentação/resistência.



A circunstância de existir um terreno inclinado no horizonte do piloto e também pelo facto de o controlo da altitude ser baseado em referências exteriores, aumenta o grau de dificuldade na detecção de eventuais mudanças de atitude da aeronave.

A experiência do piloto era suficiente para evitar e/ou corrigir, em circunstâncias normais, uma entrada em descida acentuada a baixa altitude. Contudo, tratando-se de uma saída de voo invertido, onde as referências durante a rotação são fundamentais e, face às características do terreno adjacente à pista, nomeadamente do lado norte, a probabilidade de uma desorientação espacial ter contribuído para a perda de controlo da aeronave não é de excluir.

O facto de o piloto ter sido instruído a não utilizar o leme de direcção durante a manobra de saída de voo invertido, pode ter condicionado o seu desempenho, na aplicação de pé contrário, necessário para contrariar a tendência de rotação e subsequente entrada na atitude anormal que se seguiu.

A observação da superfície da pista mostrou marcas evidentes de esforço de tracção do hélice durante os primeiros metros a seguir ao local do impacto, o que nos garante que o motor estava em funcionamento na altura do embate no asfalto.

O peso da aeronave estava dentro dos limites impostos pelo fabricante e a determinação do C. G. mostra-o dentro do *enveloppe*.



3. CONCLUSÕES

3.1 Factos estabelecidos

3.1.1 Aeronave

- A aeronave tinha toda a documentação válida;
- Sofrera um completo *overhaul* (célula e motor) e estava em perfeitas condições operacionais;
- Seguiu revisões de manutenção de acordo com as normas subscritas pelo fabricante, tendo sido garantidas pela intervenção de dois técnicos profissionais de manutenção aeronáutica, sendo um deles o próprio proprietário;
- A sua operacionalidade era seguida pela fábrica com a leitura dos parâmetros do AMU e estava ainda dentro do respectivo período de operação;
- Antes do voo do acidente tinha efectuado um outro sem indícios de mau funcionamento em qualquer dos seus sistemas ou planos de controlo;
- A investigação levada a cabo aos destroços não revelaram vestígios que levassem a concluir ter havido falha nos diferentes sistemas da aeronave;
- O Manual de Voo do CS-DIR aconselhava uma velocidade mínima de 200 km/h na entrada para execução da manobra acrobática de voo invertido;
- Estava registada no RAN desde 03 de Outubro de 2005 e tinha toda a documentação válida;
- O seu peso e centragem estavam dentro dos parâmetros estabelecidos pelo fabricante.

3.1.2 Piloto

- Cumpru um Curso de Acrobacia, administrado por pilotos instrutores da fábrica da aeronave;
- Tinha a licença válida, de classe 2, estava devidamente autorizado a executar voos de acrobacia no Zlin Z142 e tinha o certificado médico válido sem restrições;
- À data do acidente possuía 540:15 horas de experiência total, das quais 64:18 horas foram realizadas na aeronave acidentada;
- Na altura do acidente executava uma figura acrobática, tendo entrado na manobra de voo invertido a 250 km/h.



3.1.3 **Controlador de Tráfego Aéreo**

- Era detentor de uma licença válida, com as qualificações de ADI/TWR e APS/RAD em funções no órgão LPMA, tinha os exames médicos de classe 3 válidos e sem registo de quaisquer restrições;
- Não teve influência no acidente.

3.1.4 **Equipas de Socorro**

- O primeiro carro de bombeiros demorou um minuto a chegar junto da aeronave, depois de esta se ter imobilizado e o combate ao fogo durou dois minutos;
- A primeira ambulância chegou quatro minutos depois da imobilização da aeronave e a segunda três minutos após esta;
- A EMIR compareceu vinte e um minutos a seguir à imobilização do avião;
- Dadas as características das lesões sofridas pelo passageiro, era praticamente impossível a sua sobrevivência.

3.1.5 **Meteorologia**

- Apesar de as características orográficas, junto ao aeroporto do Funchal, gerarem, com frequência, variações de vento e turbulência e provocarem frequentes condições de *windshear* severo a baixas altitudes, não houve indícios na altura do acidente que pudessem equacionar essa hipótese.

3.2 **Causa**

A causa deveu-se à perda de controlo da aeronave na saída de uma manobra acrobática.

3.3 **Factor contributivo**

Como provável factor contributivo aponta-se a altitude baixa da aeronave (500 pés, i. e., 160m) a que a manobra foi executada, que se revelou insuficiente para a recuperação da atitude anormal que afectou a aeronave após a saída do voo invertido.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Este relatório não comporta qualquer recomendação de segurança.

Lisboa, 2 de Novembro de 2010.



Artur Pereira

Investigador Responsável



Fernando Lourenço

Investigador Técnico



António Alves

Investigador Técnico



ACRÓNIMOS

°	Graus
%	Percentagem
(A)	<i>Airplane</i> (Aeronave)
ACCID	<i>Accident</i> (Acidente)
ACS	<i>Area Control Surveillance</i> (Controlo Regional de vigilância)
ADI	<i>Aerodrome Control Instrument</i> (Controlo de Aeródromo por Instrumentos)
AMU	<i>Acceleration Monitoring Unit</i> (Unidade Monitora de Aceleração)
ANAM	Aeroportos e Navegação Aérea da Madeira
APS	<i>Approach Control Surveillance</i> (Controlo de Aproximação de Vigilância)
Art.º	Artigo
ASDA	<i>Accelerate-Stop Distance Available</i>
CE	Comissão Europeia
CTA	Controlador de Tráfego Aéreo
EMIR	Equipa Médica de Intervenção Rápida
Fig.	Figura
g	Unidade de aceleração
GPIAA	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves
HP	<i>Horse Power</i> (Cavalos Vapor)
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> (Regras de Voo por Instrumentos)
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil
IR	Investigador Responsável
IT	Investigador Técnico
Kg	<i>Kilogram</i>
Km/h	<i>Kilometres/hour</i> (Quilómetros por hora)
Kt	<i>Knot(s)</i>
Kw	<i>Kilowatt(s)</i>
LDA	<i>Landing Distance Available</i>
LPMA	Código ICAO para a Madeira
Lts	Litros
m	metros
N	<i>North</i> (Norte)
Nº	Número
NIL	<i>Nothing</i> (Nada)
Obs	<i>Observações</i>



Pág.	Página
PCA	Piloto Comercial de Aviões
PPL	<i>Private Pilot License</i> (Licença de Piloto Particular)
Q	O mesmo que QNH
QNH	Sigla indicativa da pressão atmosférica do aeródromo convertida ao nível do mar
RAD	<i>Radar Control</i> (Controlo Radar)
SCT	<i>Scattered</i> (Dispersas)
TODA	<i>Take Off Distance Available</i>
TORA	<i>Take Off Run Available</i>
TWR	<i>Tower Control</i> (Controlo de Torre)
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> (Tempo Universal Coordenado)
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> (Regras de Voo Visual)
W	<i>West</i> (Oeste)
WGS 84	<i>World Geodetic System 1984</i> (Sistema Geodésico Mundial 1984)