

ORIGINAL



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

RELATÓRIO FINAL DE ACIDENTE

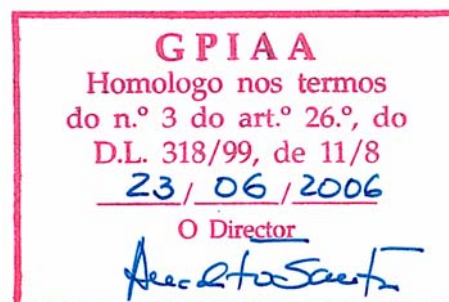
PRIVADO

BEECHCRAFT B200 KING AIR

N600BV

Aeroporto da Madeira

11 de Setembro de 2003



RELATÓRIO FINAL N° 52/ACCID/2003

NOTA

O presente relatório exprime as conclusões técnicas apuradas pela Comissão de Investigação às circunstâncias e às causas desta ocorrência.

Em conformidade com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com a Directiva da C.E. nº 94/56/CE, de 21/11/94, e com o nº 3 do art.º 11º do Decreto Lei Nº 318/99, de 11 de Agosto, a investigação, análise, conclusões e recomendações 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.

ÍNDICE

TÍTULO	PÁGINA
Sinopse.....	04
1. INFORMAÇÃO FACTUAL	
1.1 História do Voo.....	05
1.2 Lesões	09
1.3 Danos na Aeronave.....	09
1.4 Outros Danos	09
1.5 Informação sobre o piloto	09
1.6 Informação sobre a aeronave	10
1.7 Meteorologia	12
1.8 Ajudas à Navegação.....	12
1.9 Comunicações	12
1.10 Aeroporto da Madeira	13
1.11 Registadores de Voo	13
1.12 Destroços e Impactos	13
1.13 Informação Médica ou Patológica.....	14
1.14 Fogo.....	15
1.15 Sobrevivência	15
1.16 Ensaios e Pesquisas	16
1.17 Organização e Gestão.....	16
1.18 Informação Adicional	17
1.19 Técnicas de investigação	18
2. ANÁLISE	
2.1 Pesquisa de acidentes similares com o B200	19
2.2 Análise dos factos antes do voo.....	20
2.3 Análise do voo	21
3. CONCLUSÕES	
3.1 Factos Estabelecidos	25
3.2 Causas do Acidente	26
4. RECOMENDAÇÕES	27
Acrónimos	28
ANEXOS	
Anexo A –	

SINOPSE

O Beechcraft B200 King Air, com um piloto e nove passageiros a bordo, seis adultos e três crianças, descolou do Aeroporto do Funchal (Ilha da Madeira) na noite de 11 de Setembro pelas 20:54 UTC com destino a Málaga. O tempo estava bom com algumas nuvens a 1.800 pés, lua cheia e visibilidade superior a 10 quilómetros.

Dois minutos após descolagem, a 2.200 pés a subir em rota, a aeronave é observada no radar a iniciar uma volta pela esquerda, aumentando gradualmente o pranchamento, a velocidade e a razão de descida, tendo desaparecido no mar 40 segundos depois, num rumo inverso à rota planeada e com uma elevada razão de descida.

O GPIAA foi informado pelos Serviços do Aeroporto da Madeira e foi nomeado um Investigador Responsável que, entretanto, deixou de prestar serviço neste Gabinete. Posteriormente, foi nomeada uma nova Comissão de Investigação e solicitada colaboração ao CIAIC (Espanha) e NTSB (Estados Unidos da América).

Não foi possível encontrar e recuperar a aeronave do fundo do mar. A escassez de informação e destroços recolhidos não permitiram fundamentar a análise para a determinação das causas deste acidente.

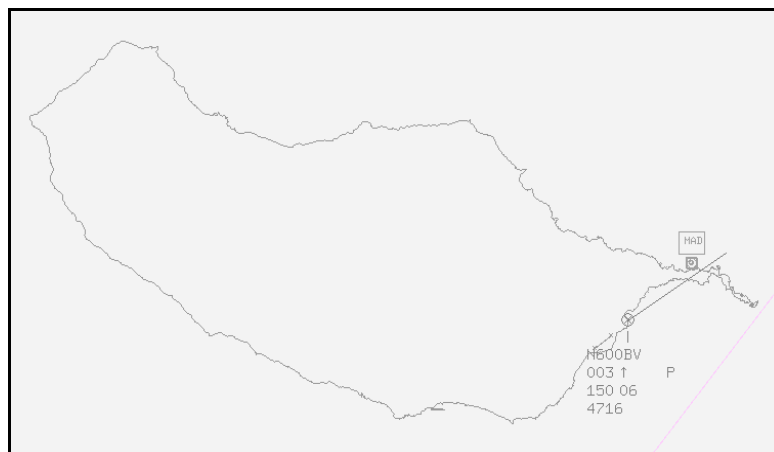
1. INFORMAÇÃO FACTUAL

1.1 História do voo

- a. Na noite de 11 de Setembro de 2003, o Beechcraft 200 King Air, matrícula N600BV, descolou da pista 05 do Aeroporto da Madeira (LPMA) às 20:54,¹ com destino a Málaga (LEMG), com um piloto, seis passageiros adultos e três crianças a bordo.
- b. O plano de voo previa uma subida em rota por Porto Santo (SNT) directo a NARTA (N36° 03' 23" W 012° 33' 29") para o nível de voo 280. A hora prevista para a descolagem era às 20:15, o tempo estimado em rota era de 03 horas e 15 minutos e considerava uma autonomia de 04 horas e 30 minutos.
- c. Cerca das 20:00, através do SOA, o piloto pediu um *delay* de 15 a 20 minutos ao seu plano de voo e o ETD passou para as 20:35. Uma testemunha referiu que o piloto estava fardado e manifestava alguma ansiedade por estar atrasado.
- d. Pelas 20:43 o piloto contactou a Torre de controlo (118.35 Mhz) e pediu a autorização do seu plano de voo para Málaga. Foi informado sobre a pista em uso, vento, temperatura e instruído para contactar o Controlo de Aproximação em 119.2 Mhz para pôr os motores em marcha.
- e. Pelas 20:47 foi concedida autorização da rota para Málaga segundo o previsto no plano de voo, autorizado a subir, inicialmente, para o nível 240 e introduzir o código 4716 no transponder. O piloto fez o *read back* apropriado da autorização de voo.
- f. Após descolagem o piloto manteve o rumo da pista até ser detectado pelo radar. Não efectuou o procedimento de saída para as descolagens na pista 05, publicado em AIP, que consiste em voltar para 090° antes dos 300 pés QNH ou no fim da pista.² Na imagem radar já com 300 pés (QNH), velocidade de 150 nós (Vt) e uma razão de subida de 600 pés por minuto (*snapshot das 20:54:24*).

¹ - Todas as referências horárias são U.T.C. – Hora local = UTC+ 1

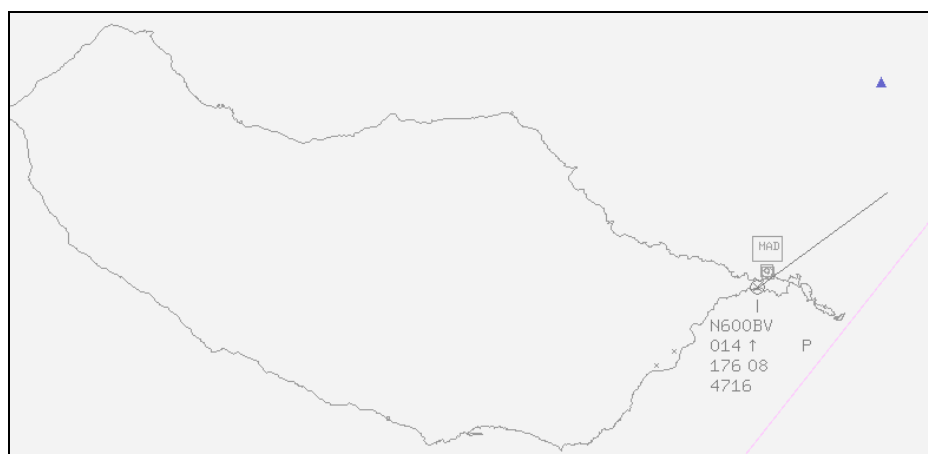
² - Ver em Anexo "A" - *Visual Take-off LPMA AD 2.24.11C-1 do AIP - PORTUGAL*



(20:54:24)

Figura 1

- g. Pelas 20:55:20 foi informado pelo controlo de aproximação que tinha sido identificado no radar, estava autorizado a prosseguir directo para NARTA e a subir para o nível de voo 280. (*snapshot das 20:55:20*)³

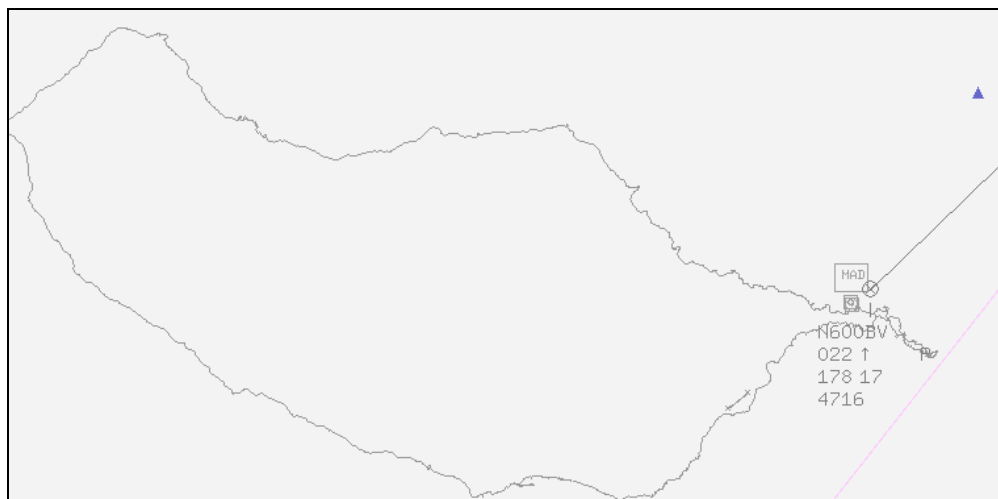


(20:55:20)

Figura 2

- h. O *read back* não foi correcto porque o piloto referiu o nível de voo 240 e o controlador repetiu a autorização. O segundo *read back* foi correcto e também foi a última comunicação recebida do N600BV (20:55:42).
- i. Ou seja, dois minutos após a descolagem a aeronave acelerou para os 178 nós de velocidade (V_t), subiu para uma altitude de 2.200 pés (QNH), com uma razão de subida de 1.700 pés por minuto, manteve o rumo da pista o que, aproximadamente, coincide com a rota directa para o ponto NARTA. (*snapshot das 20:55:43*)

³ - *Snapshot* – Informação radar recebida na consola do ATC, extrapolada da informação recebida pelo radar



(20:55:43)

Figura 3

- j. Na detecção radar seguinte, verifica-se uma ligeira mudança de direcção, pela esquerda, e um decréscimo na razão de subida (*PLOT 20:55:51.47*)⁴.

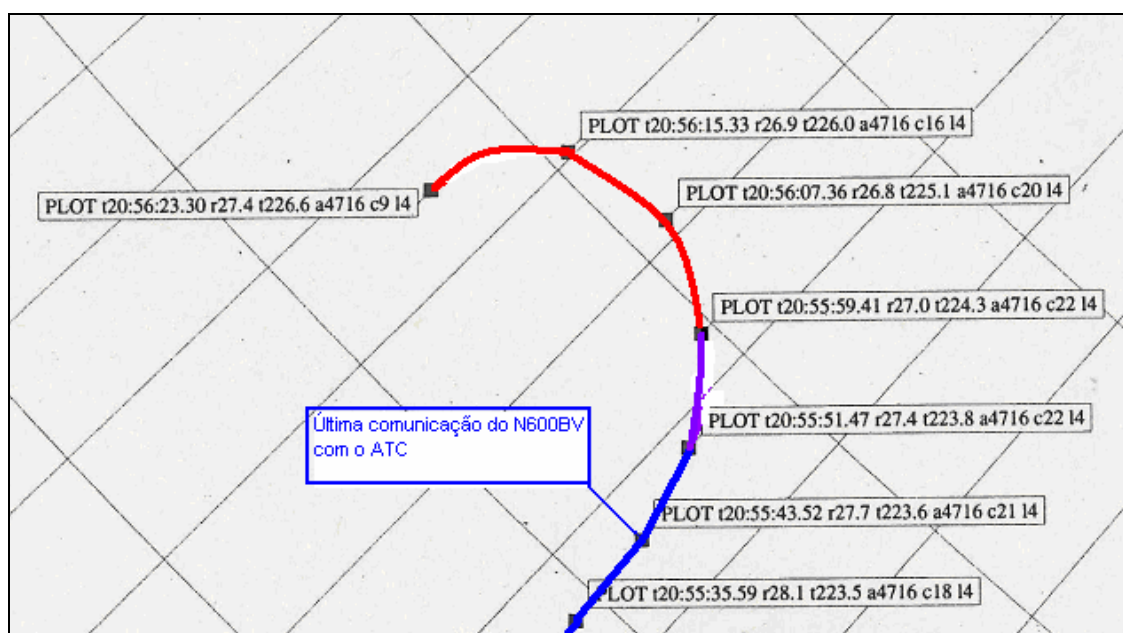


Figura 4

- k. Oito segundos depois, (*PLOT 20:55:59.41*) a mudança de direcção pela esquerda era notória e tinha transitado de uma subida para voo nivelado (mantinha 2.200 pés QNH).
- l. No varrimento radar seguinte, a direcção do voo era perpendicular á rota planeada e tinha descido 200 pés, a que corresponde uma razão de descida de 1.500 pés/ minuto ou um ângulo médio de descida de 4 graus. (*PLOT 20:56:07.36*).

⁴ - PLOT do radar com informações da localização real da aeronave e ainda não extrapoladas.

- m. Pelas 20:56:15 a aeronave continuava em volta pela esquerda e a altitude registada era de 1.600 pés, tendo descido 400 pés em 8 segundos (3.000 pés/minuto, 9 graus de ângulo médio de descida).
- n. Pelas 20:56:22 o controlo de aproximação pede para o piloto confirmar se está a prosseguir directo para NARTA. Não obteve qualquer resposta.
- o. Na imagem radar das 20:56:23, o N600BV encontrava-se num rumo oposto à rota planeada a 900 pés, com uma Vt (calculada) superior a 230 nós e com uma razão de descida superior a 5.000 pés por minuto (12 graus de ângulo médio de descida).
- p. No varrimento radar seguinte, já não aparece qualquer sinal da aeronave, pelo que se presume ter colidido com o mar antes das 20:56.31.
- q. Ou seja, em quarenta segundos, a aeronave a 2.200 pés de altitude, a subir e a 178 nós de Vt, inicia uma volta pela esquerda, aumenta gradualmente o pranchamento, a velocidade e a razão de descida até colidir com o mar.
- r. Durante todo o voo, nas imagens captadas pelo radar, o código 4716 Mode C do transponder manteve-se activado.
- s. O controlador de aproximação continuou a chamar, regularmente, o N600BV na frequência 119.2 Mhz e pelas 20:59:49 começou a alternar as chamadas em 121.5 Mhz (frequência de emergência em VHF), sem obter qualquer resposta.
- t. Uma testemunha, que se encontrava na zona das antenas do VOR/NDB, declarou às autoridades que se lembra de ter visto a aeronave passar à vertical do lugar onde se encontrava e, pouco depois, viu as suas luzes desaparecerem no mar. Afirma que não ouviu nenhuma explosão e também não se apercebeu de nenhuma alteração no funcionamento dos motores.
- u. Foi accionado o alerta e, porque o acidente ocorreu fora da zona do Aeroporto, o Serviço de Operações Aeroportuárias (SOA) contactou o Serviço Regional de Protecção Civil da Madeira (SRPCM), as autoridades marítimas e judiciárias. Pelas 21:30, o Centro de Operações de busca e salvamento é estabelecido no Aeroporto e foram iniciadas imediatamente as operações, com o apoio do helicóptero de alerta, estacionado em Porto Santo (Puma da FAP).
- v. Foram destacados para as operações de busca e salvamento os meios da componente naval da Marinha, duas lanchas da Polícia Marítima, a colaboração da “Are-mar” da ANAM e de outras embarcações privadas. Estes meios navais chegaram ao local do acidente pelas 22:30 e testemunharam a existência de um forte cheiro a combustível na zona das buscas.

- w. Pelas 00:30 foram detectados os primeiros destroços da aeronave e pedaços de corpo humano a cerca de uma milha da costa, ao largo da ponta de S. Lourenço.

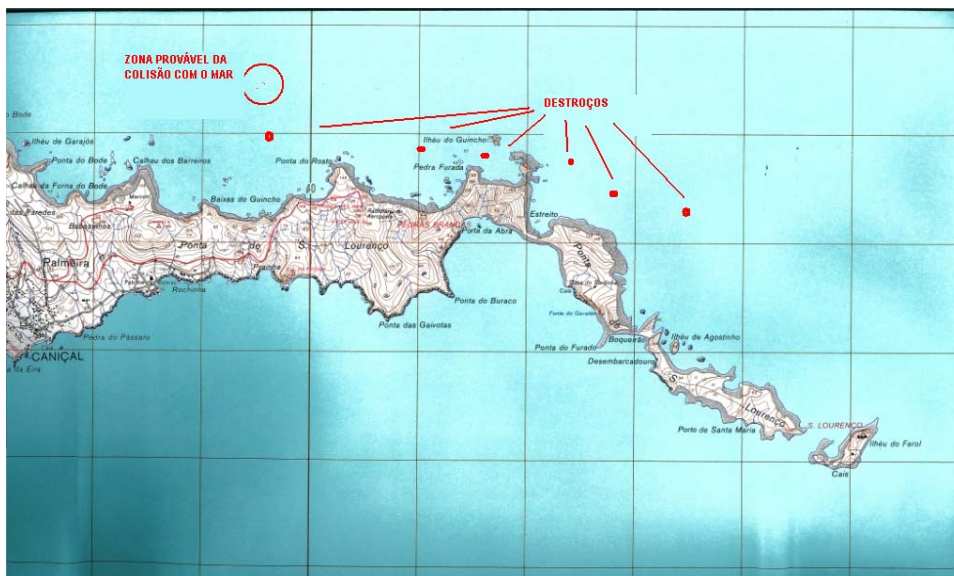


Figura 5

1.2 Lesões

LESÕES	TRIPULANTES	PASSAGEIROS	OUTROS
FATAIS	1	9	-
GRAVES	-	-	-
LIGEIRAS / ILESOS	-	-	-

1.3 Danos na aeronave

A aeronave foi considerada desaparecida de acordo com o nº 3 do artigo 2º do Decreto-Lei nº 318/99, de 11 de Agosto (*alínea c. da definição de Accident, Chapter 1. ICAO Annex13*).

1.4 Danos a terceiros

Não foram reportados danos a terceiros.

1.5 Informação sobre o piloto

- a. O piloto submeteu os planos de voo em Málaga na tarde de 07 de Setembro (Domingo) para um ETD às 02:00 da madrugada do dia 08 e o regresso estava previsto para 11 de Setembro com chegada a Málaga às 23:30.

- b. O piloto, único tripulante da aeronave, era um cidadão britânico de origem tunisina de 43 anos de idade. Possuía uma licença de Piloto Privado com qualificação para multimotores e instrumentos, emitida pela FAA em 14 de Dezembro de 2002 e estava válida na altura do acidente.
- c. Recebeu treino de piloto nos EUA e obteve a sua primeira licença de piloto privado a 14 de Março de 1991. Também sabemos que, em 1997, recebeu treino específico para multimotores e instrumentos mas não completou a sua qualificação nessa data.
- d. Em Setembro de 2002, quando se deslocou aos EUA para receber qualificação no Beechcraft B200, alugado à Willis Lease Finance Corporation (WLFC), a sua licença era de Piloto Privado de monomotores (PPA). Nessa altura, e segundo um dos responsáveis da WLFC, o piloto frequentou um curso para obter a qualificação de multimotores e instrumentos.
- e. Por informação da escola, o piloto tinha um total de 332 horas de voo, registadas até 14 de Dezembro de 2002, das quais 23 foram efectuadas em duplo comando de multimotores (PA-34-200). O certificado médico de 1ª classe foi emitido em 12 de Setembro de 2002 e estava válido.
- f. Posteriormente, foi qualificado na aeronave (*Flight Safety Initial King Air 200*), tendo voador 10:30 de instrução em duplo comando e 08:50 em simulador. Por imposição da seguradora, para efectuar o ferry do avião para a Europa, o piloto-comandante deveria ter mais de 100 horas de voo no modelo B200.
- g. O voo de ferry, efectuado com dois pilotos, foi iniciado em Haywood, Califórnia, com escalas técnicas em Thunder Bay, (Canadá), Goose Bay, (Labrador), Keflavik, (Islândia) e Glasgow, (Escócia). O voo entre Glasgow e Málaga, no dia 17 de Janeiro de 2003, foi feito apenas com o piloto acidentado a bordo.
- h. Desde 17 de Janeiro de 2003 até à data do acidente foram registadas 13 saídas de Málaga com destinos diversos, sempre com o mesmo piloto como único tripulante.
- i. A caderneta de voo e os documentos relacionados com as qualificações e licenças do piloto acidentado não foram encontrados.

1.6 Informação sobre a aeronave

- a. A aeronave era um Beechcraft King Air, modelo B200 com o número de série BB-254, fabricado em 1977 e tinha sido alugada pelo período de um ano, com início a 28 de Outubro de 2002, ao actual operador privado. O certificado de registo temporário era válido até 14 de Dezembro de 2003.

- b. Estava equipado com dois motores *turboprop* da *Pratt & Whitney*, modelo PT6A-41, com os números de série PCE-RC0007 e PC-80764. Os hélices instalados eram *Hartzel 4-Blade* modelo HC-D4N-3A com os números de série FY 635 e FY 637.
- c. Tinha instalado um piloto-automático *Collins AP-105/FD-108Y Automatic Flight Control System* que incluía um *Manual Electric Pitch Trim e Altitude Preselect*. Os comandos do piloto-automático estavam localizados na consola central, entre os assentos dos pilotos.
- d. As inspecções e manutenção programada (*Phase I and II*) foram efectuadas em Outubro de 2002 nos EUA e, segundo o responsável pela empresa alugadora, a aeronave podia voar, no mínimo, 300 horas ou até à manutenção programada em Outubro de 2003.
- e. Foram registadas 13 saídas efectuadas a partir de Málaga, desde a sua chegada a 17 de Janeiro de 2003 até à data do acidente. Apenas as últimas saídas, para e do Aeroporto da Madeira, foram efectuadas durante o período nocturno, mas nove das aterragens em Málaga foram executadas de noite.
- f. Desconhece-se quantas horas de voo foram efectuadas nesse período de nove meses e se foram registadas anomalias ou manutenções extraordinárias.
- g. Este modelo de aeronave tem diversas versões de cabine de passageiros, tendo sido registado na ficha do Aeroporto com capacidade para seis passageiros. No plano de voo submetido em Málaga o piloto indicou sete pessoas a bordo.
- h. Pelas fotos do interior da cabine, fornecidas pela empresa alugadora, verificamos que existem cinco lugares individuais e um duplo assento localizado do lado direito a seguir à cabine de pilotagem. Nesse assento duplo, por indicação do construtor, apenas é permitido um passageiro durante as descolagens e aterragens.



Figura 6



Figura 7

- i. Admite-se que o assento da direita na cabine de pilotagem fosse ocupado por um dos passageiros e que, pelo menos uma das duas crianças, (de dois e três anos) viajava ao colo de um dos adultos.
- j. A aeronave foi abastecida com 818 litros de JET A-1, minutos antes da decolagem a 11 de Setembro. As análises ao combustível das amostras recolhidas nos tanques abastecedores não revelaram qualquer irregularidade.
- k. Os documentos e registos de actividade da aeronave acidentada não foram encontrados.

1.7 Informação meteorológica

- a. A observação meteorológica registada às 21:00 no Aeroporto do Funchal indicava um vento fraco de 280º com quatro nós de intensidade, mais de 10kms de visibilidade, poucas nuvens a 1.800 pés, temperatura do ar 22º C, ponto de orvalho a 16º C e a pressão atmosférica de 1020 Mbs.

METAR LPMA 112100Z 28004KT 9999 FEW018 22/16 Q1020

- b. Por informação do Instituto de Meteorologia, a essa hora na zona do Aeroporto verificava-se a presença de 1/8 (um oitavo) de céu coberto a 1.800 pés, estava lua cheia e a visibilidade horizontal era de 20 kms.

1.8 Ajudas à navegação

Não foram observadas anomalias ou situações adversas relevantes para a ocorrência.

1.9 Comunicações

- a. O primeiro contacto foi efectuado às 20:42:59 com a Torre de Controlo, na frequência 118.35 Mhz, quando o piloto pediu autorização para o voo planeado com destino a Málaga. O controlador forneceu-lhe as informações para a rolagem e contactar o Controlo de Aproximação em 119.2 Mhz.
- b. O contacto com o Controlo de Aproximação foi estabelecido às 20:47:23. Foi autorizado a prosseguir de acordo com o plano de voo, subir inicialmente para o nível de voo 240 e introduzir o código 4761 no transponder.
- c. O piloto fez o *read back* correcto e decolou às 20:54 na pista 05. A identificação radar foi efectuada de acordo com as normas, foi autorizado a prosseguir directo para NAR-TA e a subir para o nível de voo 280, conforme planeado.

- d. O último contacto da aeronave foi registado às 20:55:42 em 119.2 com o Controlo de Aproximação e não se verificou qualquer falha nos equipamentos de comunicações do Aeroporto durante o período da ocorrência.

1.10 Aeroporto da Madeira

- a. O Aeroporto Internacional da Madeira está localizado na encosta Este da Ilha da Madeira e tem duas pistas de asfalto com 45 metros de largura e 2.481 metros de comprimento disponível para aterragem (LDA). A pista 05 tem uma inclinação positiva de 1 % e 2.631 metros para descolagem (TORA).
- b. Pelo facto de estar localizado junto a uma encosta, verifica-se a baixa altitude, com significativa frequência, turbulência e variação da direcção e intensidade do vento e a ocorrência de cisalhamento do vento (*wind shear and microburst*).⁵
- c. Para efeitos de descolagem na pista 05, é procedimento obrigatório iniciar uma volta pela direita para o rumo 090°, quando atingir os 100 pés de altitude ou o fim da pista (*Right turn at no more than 100 ft above departure end of runway*). (Anexo "A")
- d. A operação nocturna é condicionada a pilotos que já tenham experiência prévia de operação diurna no Aeroporto da Madeira.⁶

1.11 Registadores de voo

A aeronave não estava equipada com registadores de voo FDR ou CVR nem tal equipamento é requerido para este tipo de avião.

1.12 Exame dos destroços

- a. Foram recuperados do mar alguns destroços da aeronave, nomeadamente a parte superior da cobertura exterior da fuselagem, da zona do compartimento dos passageiros. A antena superior de VHF permaneceu ligada à estrutura, conforme fotos seguintes.

⁵ - Parágrafo 2.20.2.1.1 do AIP – Portugal, LPMA AD 2-7

⁶ - Parágrafo 2.20.2.3.5.1 do AIP – Portugal, LPMA AD 2-10 em Anexo "A"



Figura 8



Figura 9



Figura 10



Figura 11

- b. A maioria dos destroços recolhidos eram componentes não metálicos da cabine (parte dos assentos e tecidos dos revestimentos interiores) e foram encontrados na noite do acidente e nos seis dias seguintes (até 17 de Setembro).
- c. As buscas para encontrar os destroços no fundo do mar foram iniciadas a 17 de Setembro, tendo sido utilizados sistemas de sonar lateral, ROV e pesquisa com multi-feixe até 20 de Outubro de 2003, com uma interrupção de seis dias por condições meteorológicas adversas.
- d. Segundo a informação da Capitania do Porto do Funchal, o fundo do mar na zona do acidente é muito irregular, cerca de 30% é constituído por rochas com picos elevados, e não foi possível localizar a aeronave acidentada.

1.13 Informação médico -patológica

Foram identificados, pelas autoridades forenses, os restos mortais de quatro vítimas da aeronave acidentada.

1.14 Fogo

Não foram detectados indícios que pudessem determinar a existência de fogo antes da colisão com o mar.

1.15 Sobrevivência

- a. O Serviço de Operações Aeroportuárias (SOA), às 21:00, contactou o Serviço Regional de Protecção Civil da Madeira (SRPCM) e as autoridades locais sobre a ocorrência de um acidente aéreo fora da zona do Aeroporto.
- b. Às 21:31 o Centro de Operações de Emergência é activado com a presença dos responsáveis da Protecção Civil. É solicitado o apoio da lancha de socorro da ANAM para se deslocar para a zona provável do acidente, nas coordenadas geográficas N32° 46' 40", W016° 43' 34", segundo informação do ATC.
- c. Pelas 21:39 o helicóptero de alerta à Busca e Salvamento estacionado em Porto Santo (Puma da FAP) inicia as buscas no local do acidente.
- d. Foram destacados para as operações o NRP "Shultz Xavier" e "Sagitário" da componente naval da Marinha, duas lanchas da Polícia Marítima, para além da colaboração da "Aremar" da ANAM e de outras embarcações privadas. Estes meios navais chegaram ao local do acidente pelas 22:30 e notaram a existência de um forte cheiro a combustível na zona das buscas.
- e. Pelas 00:30 foram detectados os primeiros destroços da aeronave e pedaços de corpo humano a cerca de uma milha da costa na zona da ponta de S. Lourenço. Cerca das 02:00 foram retirados do mar os restos mortais de um dos passageiros.
- f. Foram recolhidos diversos destroços de assentos da cabine de passageiros que evidencia a violência da colisão com o mar, não se prevendo qualquer possibilidade de sobrevivência dos seus ocupantes.



Figura 12



Figura 13

1.16 Ensaio e pesquisas

- a. Através do gráfico das informações do radar do Porto Santo (Inventory Polar) dos últimos 40 segundos do voo, foram calculados, para os intervalos de 8 segundos entre PLOTS:
- 1) O valor médio da Velocidade terreno (Vt), através da distância vectorial percorrida nesse intervalo de tempo;
 - 2) O valor médio do pranchamento nesse intervalo de tempo, pela variação do rumo e razão de volta;
 - 3) O valor médio do ângulo de descida, pela variação de altitude e razão de descida nesse intervalo de tempo;
- b. Considerou-se que as variações de pranchamento, altitude e velocidade eram lineares, ou seja, os seus valores foram aumentando gradualmente e sem interrupções entre varrimentos do radar.
- c. Com esses pressupostos, estima-se que a colisão com o mar se tenha verificado com uma razão de descida superior a 5.000 pés / minuto, numa Vt superior a 230 nós, com um pranchamento superior a 50°, num rumo oposto à rota planeada e nas coordenadas geográficas N 32° 45' 35,16", W 016° 43' 00,97". (Anexo "A")

1.17 Organização e gestão

- a. A aeronave estava registada como propriedade de uma empresa Norte-americana com sede na Califórnia e estava alugada a um operador privado com sede em Málaga. O contrato de aluguer era válido por um ano e teve início em 28 de Outubro de 2002.
- b. Segundo declarações do operador, a utilização da aeronave era para transporte privado e, nesse período, nunca foi usado para fins comerciais.
- c. Quanto à contratação do piloto, o operador informou que, para além do acordo verbal, lhe eram abonadas as despesas com alojamento, manutenção e um valor monetário por cada voo efectuado. Não foram apresentados documentos comprovativos porque, segundo o operador, estes encontravam-se com o piloto.
- d. No que respeita à manutenção da aeronave, o operador informou a CI que o piloto mantinha o controlo da manutenção e estava avisado da necessidade de intervenção programada para Outubro de 2003, antes da aeronave ser entregue no final do contrato de aluguer.

- e. Questionado sobre as 13 saídas efectuadas a partir de Málaga, o operador informou que se lembrava de todas, excepto da saída a 23 de Julho para as Astúrias, mas foi peremptório na declaração de não ter sido informado ou autorizado a viagem do voo acidentado.

1.18 Informação adicional

- a. Desorientação espacial ocorre quando um piloto experimenta ilusões sensoriais e as aceita ou interpreta como referências verdadeiras. Manifesta-se quando um tripulante não se apercebe correctamente da sua posição, atitude e movimento em relação ao horizonte. Pode acontecer quando o tripulante é incapaz de ver, interpretar ou processar a informação proveniente dos instrumentos de voo e, por isso, segue falsas informações transmitidas pelos “sensores naturais” : Olhos, Sistema Vestibular e Sistema Proprioceptivo.
- b. Uma das mais perigosas situações de desorientação espacial resulta da informação ambígua recebida pelo sistema vestibular do ouvido interno. Este sistema detecta acelerações angulares de *pitch*, *yaw and roll*, e acelerações lineares. Durante o voo, o sistema vestibular do ouvido interno pode ser estimulado apenas pelo movimento da aeronave ou associado aos movimentos da cabeça e corpo do tripulante.
- c. Movimentos abruptos da cabeça do tripulante podem induzir a falsas sensações por aceleração do fluido nos canais do sistema vestibular (*Vertigo*). Baixar e rodar a cabeça para apanhar um objecto que caiu e, subitamente, levantar e rodar a cabeça para olhar para fora, se não houver referências visuais no exterior, pode provocar uma forte sensação de perda de controlo.
- d. A desorientação espacial também pode ocorrer quando uma aeronave começa a inclinar para um dos lados, com uma razão de pranchamento muito lenta que não é detectada pelo sistema vestibular do ouvido interno (*Leans*). A detecção normal desse movimento é possível para razões de pranchamento superiores a 2º por segundo.⁷
- e. A desorientação espacial também pode ocorrer quando o piloto mantém uma razão constante de pranchamento e a estimulação do sistema vestibular cessa. Nesta situação, o tripulante desorientado tem a falsa sensação que a razão constante de aumento do pranchamento corresponde a uma descida e tem a tendência de actuar o comando de profundidade para contrariar a descida, o que resulta num aperto da volta.

⁷ - A.J. Benson, “Spatial Disorientation – Common Illusions,” ads. J. Ernsting, A. N. Nichols, and D.J. Rainford, *Aviation Medicine*, 3rd Ed. (Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann, 1999).

- f. À medida que a volta é apertada e é mantida a razão de pranchamento, a aeronave perde altitude e o desorientado tripulante, que tem as sensações de estar de asas direitas a perder altitude, aumenta a pressão no comando de profundidade, da qual resulta uma apertada espiral a descer, conhecida como “graveyard spiral”.
- g. Também se pode descrever a “graveyard spiral” da seguinte forma: “A perda de altitude durante uma volta, em que o tripulante, mantendo uma razão constante de pranchamento, perdeu o estímulo sensorial do ouvido interno, pode criar a ilusão de a aeronave estar a descer com as asas direitas. Nessa situação, o piloto desorientado tem a tendência de puxar o comando de profundidade, apertando a espiral a descer, aumentando a perda de altitude.”⁸
- h. Ainda de acordo com o Manual de Informação Aeronáutica da FAA, a desorientação espacial só pode ser prevenida através de referências visuais fixas e reais no terreno ou através dos princípios básicos do voo por instrumentos. O FAA AC 60-4A “Pilot’s Spatial Disorientation” refere que nos testes efectuados com pilotos qualificados para voo de instrumentos revelaram que pode demorar até 35 segundos a recuperação de uma desorientação espacial deste tipo apenas através dos instrumentos de bordo, sem referências visuais exteriores.

1.19 Técnicas de investigação

Não foram utilizadas técnicas especiais de investigação.

⁸ - FAA Aeronautical Information Manual, parag. 8-1-5 “Illusions in Flight”

2 . ANÁLISE

2.1 Pesquisa de acidentes similares com o B200

- a. Foram consultados dados e informação sobre outros acidentes com o B200 King Air, dando especial atenção às ocorrências de colisão com o solo em voo controlado (CFIT), num perfil idêntico ao caso em apreço, e encontrámos dois relatórios finais que importa referir.
- b. O primeiro diz respeito a um B200 de matrícula inglesa que colidiu com o solo após descolagem no Aeroporto de Blackbush, Surrey, a 23 de Dezembro de 2000, da qual resultou a destruição da aeronave, a morte do piloto e dos quatro passageiros que seguiam a bordo. A descolagem foi efectuada de dia, em condições de nevoeiro com visibilidade reduzida (inferior a 500 metros).
- c. O Air Accident Investigation Board (AAIB) do Reino Unido, através da análise do CVR e de simulação, admite que a fricção das alavancas de potência não estava ajustada e quando o piloto fez a descolagem, a alavanca correspondente ao motor esquerdo recuou e reduziu a potência nesse motor. A conjugação de potência assimétrica com a ausência de referências visuais, induziu a desorientação espacial do piloto e ao acidente.
- d. O segundo caso refere-se a um B200 King Air de matrícula norte-americana que, a 27 de Janeiro de 2001, colidiu com o solo numa zona montanhosa perto Strasburg, Colorado, dezanove minutos depois da descolagem provocando a destruição da aeronave, a morte dos dois pilotos e dos oito passageiros a bordo. Segundo o relatório do National Transportation Safety Board (NTSB) dos Estados Unidos da América a aeronave teve uma falha eléctrica de corrente alterna, não identificada pela tripulação, seguida de desorientação espacial.
- e. No primeiro caso, a aeronave estava equipada com um Cockpit Voice Recorder (CVR) mas no segundo caso não existia CVR ou DFDR nem tal equipamento é obrigatório neste tipo de aeronave.
- f. No acidente com a aeronave inglesa foi possível determinar através do CVR que se verificou uma inesperada redução de potência no motor esquerdo durante a subida inicial, situação que foi reproduzida durante a investigação.
- g. Com a aeronave norte-americana, verificou-se a perda da informação do Mode C do transponder, seguida de uma espiral a descer pela direita até colidir com o solo. O NTSB presume que a perda de informação do mode C corresponda à perda de corrente alterna e, conseqüentemente, à perda de informação dos instrumentos de voo.

- h. Em ambos os casos, a desorientação espacial do piloto é pressuposta pelas trajectórias e padrões de descida, antes da colisão com o solo.

2.2 Análise dos factos antes da descolagem

- a. Os planos de voo foram submetidos em Málaga na tarde de 07 de Setembro (Domingo) para um ETD às 02:00 da madrugada de 08, com regresso previsto para 11 de Setembro com um ETA às 23:30. Pelas declarações do operador às autoridades espanholas, a viagem Málaga-Madeira-Málaga não era do seu conhecimento e não tinha sido autorizada.
- b. Presume-se que o piloto tivesse relações de amizade com os passageiros sinistrados e tenha oferecido esta deslocação, não havendo nenhuma indicação que se tratava de actividade comercial de transporte de passageiros.
- c. Segundo a informação do pessoal que prestou a assistência, antes da descolagem no dia 11 de Setembro, o piloto estava fardado e não revelava qualquer comportamento invulgar, para além de manifestar alguma pressa em sair. Sabemos que as autoridades fizeram o controlo dos passageiros, a aeronave abastecida pouco antes da partida e que o piloto solicitou um *delay* de 15 a 20 minutos ao ETD do seu plano de voo, por estar atrasado.
- d. Pela transcrição das comunicações foi possível determinar que o primeiro contacto com a Torre de controlo foi feito às 20:43 e, quando contactou Madeira APP às 20:47, segundo depoimento do ATC, os motores já estavam em marcha. Às 20:48 o piloto solicitou a autorização do voo antes de iniciar a rolagem.
- e. Admitindo que o arranque dos motores foi efectuado às 20:44, supomos que o piloto efectuou os procedimentos antes da rolagem em quatro minutos. Desde o início da rolagem até à descolagem, iniciada às 20:53, teve mais cinco minutos para fazer os procedimentos antes da descolagem.
- f. Simulando os procedimentos com um piloto experiente no tipo de aeronave concluiu-se que seria difícil a sua completa execução nos quatro minutos que esteve parado no estacionamento, antes de iniciar a rolagem. Porém, atendendo às características do Aeroporto da Madeira, seria possível completar os procedimentos e verificações nos cinco minutos seguintes, antes da descolagem.
- g. Ainda assim, com um único tripulante a bordo, numa operação de rolagem nocturna efectuada num aeroporto que ele não utilizava com regularidade, consideramos que não existe fundamento para considerar que a pressa do piloto tenha afectado as operações no solo ou que estas não tenham sido as adequadas.

2.3 Análise do voo

- a. Após a descolagem, o piloto não efectuou o procedimento de saída (Visual Take-off) publicado no AIP-Portugal, que consiste em iniciar uma volta pela direita para o rumo 090° antes de atingir 100 pés de altitude ou o fim da pista (*Right turn initiated at no more than 100 ft above departure end of runway / 150ft QFE 05 – 300 ft QNH*). Quando o ATC teve a identificação positiva do N600BV no radar já este tinha passado os 300 pés (Figura 1).
- b. Monitorizando a razão de subida e pretendendo não aumentar a carga de trabalho na fase após descolagem e subida inicial, o ATC informou o piloto que tinha identificação radar às 20:55:20 (Figura 2) já com a aeronave a 1.400 pés de altitude e livre de obstáculos.
- c. Só nessa altura é que o ATC autoriza o N600BV a prosseguir directo para o ponto NARTA e subir para o nível de voo 280.
- d. Analisando o não cumprimento do procedimento de saída, consideramos que a decisão do ATC foi correcta em não aumentar o *cockpit work load* nesta fase crítica do voo, com a informação ao piloto que não estava a seguir o procedimento publicado. Não havia mais tráfego na aproximação e a altitude de segurança sobre obstáculos não foi comprometida.
- e. Ficamos com a dúvida se o piloto conhecia o procedimento ou se interpretou a autorização "*cleared to Málaga via flight plan route..*" de acordo com o item15 do seu plano de voo "*Route: DCT SNT, DCT NARTA..*" e não cumpriu o procedimento normal, seguindo directo para o SNT. Tecnicamente, consideramos errada a decisão do piloto, mas não encontramos qualquer outra relação factual para pressupor que esta omissão tenha contribuído para o acidente.
- f. Na sequência da autorização ATC para subir para o nível de voo 280 e prosseguir directo para NARTA, o piloto respondeu "*Six hundred Bravo Victor is direct to flight level 240 and direct Narta from this position*". O ATC corrigiu o *read back* da autorização com a seguinte instrução "*Climb to flight level 280 and direct to Narta*" a que o piloto respondeu "*280 is NBV*". Esta também foi a última transmissão do N600BV, registada às 20 horas 55 minutos e 22 segundos.
- g. Pela audição e transcrição das comunicações podemos inferir que, até a esse momento, o piloto não tinha detectado nada de anormal no voo ou na aeronave. Seguindo o perfil do voo até à última transmissão verificamos que a razão de subida e aumento da velocidade corresponde ao desempenho normal do B200, considerando que subiu 2.000 pés e acelerou para os 178 nós em menos de 2 minutos.

- h. Baseados na representação gráfica da informação radar (radial e distância), aplicámos esse registo sobre uma carta topográfica (de superfície) na escala 1/25.000 (Anexo “B”). Assim, supomos que a última comunicação com o ATC ocorreu quando sobrevoava o VOR FUN (ponto A na carta em anexo “B”). Esse ponto também corresponde à zona onde se encontrava a testemunha que informou ter observado a passagem da aeronave e não se apercebeu de nenhuma explosão ou alteração ao funcionamento regular dos motores.
- i. Presumimos que, a seguir a esse ponto A, o piloto tenha feito a alteração da altitude para o novo nível de voo (280) no *Altitude Preselect* do AP e, eventualmente, seleccionado o ponto NARTA como o próximo ponto de navegação, de acordo com a autorização do ATC.
- j. Também é a partir do ponto A que terminam as referências visuais no solo e se verifica o início do desvio à rota esperada e a diminuição da razão de subida nos 8 segundos de voo subsequentes.
- k. Tendo como origem o radar SSR de Porto Santo (a menos de 30 MN do local do acidente) e considerando a transposição dos pontos (ecos do radar) para a carta de superfície, calculou-se a velocidade média entre cada um dos pontos, pela distância percorrida nesse intervalo de tempo. O mesmo método foi utilizado para a determinação da variação média de rumo por unidade de tempo e correspondente ângulo médio de pranchamento.

	Tempo (seg.)	Dist. Vect. (mts)	Dist. Vect. (NM)	Velocidade Terreno (kts)	Rota/Track (°)	Varição Track (°)	Razão de Volta (°/seg)	Bank (°)	Varição Altitude (pés)	Razão média descida (pés/min)	Ângulo médio descida (°)
A > B	7,95	694,5	0,375	169,8	027	13	1,6	14	+ 100	+ 755	+ 2,5
B > C	7,94	764,0	0,413	187,0	007	20	2,5	23			
C > D	7,95	810,3	0,438	198,1	342	25	3,1	29	- 200	-1.509	-4
D > E	7,97	833,4	0,450	203,3	305	37	4,6	40	-400	-3.011	-9
E > F	7,97	949,2	0,513	231,5	255	50	6,3	54	-700	-5.270	-12

- l. Porque se verificou um aumento gradual da velocidade média entre os pontos A e F, naturalmente devida ao facto da aeronave ter transitado de uma subida para uma descida, consideramos que deve ser excluída a eventualidade de uma falha de motor em voo e tentativa de voltar ao aeroporto de partida, porquanto a velocidade recomendada para voo em condições monomotor seria entre 135 e 150 nós.

- m. Quanto à razão de volta, e correspondente ângulo médio de pranchamento (bank), considerámos a mudança de rumo em cada intervalo de 7,9 segundos e calculamos o ângulo de pranchamento médio para efectuar essa razão de volta. Concluimos que a variação média de pranchamento foi de $1,35^\circ / s$, (inferior a dois graus por segundo), o que não é perceptível, sensorialmente, pelo sistema vestibular do ouvido interno.
- n. Ou seja, admitimos a hipótese que o piloto, após a passagem sobre a última referência visual, não tendo o piloto-automático ligado, tenha focalizado a atenção para introduzir os novos parâmetros da autorização de altitude e rota e, inadvertidamente, tenha iniciado uma volta pela esquerda, que o induziu à perda de controlo por desorientação espacial. Para efeitos de análise, recapitulamos:
- i. A detecção normal do sistema vestibular do ouvido médio para movimentos (inadvertidos) de inclinação das asas é possível para razões de pranchamento superiores a 2° por segundo.⁹ Pelos cálculos efectuados, esta razão de pranchamento nunca foi ultrapassada nos últimos 40 segundos do voo;
 - ii. No caso presente, ao aumento de pranchamento também correspondeu o aumento da velocidade pelo que, supomos, o piloto desorientado tenha tido a falsa sensação da aeronave se encontrar numa descida e a tendência de actuar o comando de profundidade para contrariar a descida, o que resultou num aperto da volta;
 - iii. Ao manter-se a inadvertida razão de pranchamento e o aperto da volta, a aeronave perdeu altitude e o (presumível) desorientado tripulante, (que tem as sensações de estar de asas direitas a perder altitude), aumentou a pressão no comando de profundidade, da qual resultou uma apertada espiral a descer, até colidir com o mar.
- o. No entanto, esta hipótese só será válida se admitirmos que o piloto-automático (AP) não foi ligado ou desligou-se antes do ponto A, porque consideramos que, tecnicamente, este não poderia estar ligado, pelo perfil do voo nos últimos 40 segundos.
- p. Assim, se admitirmos que o piloto ligou o AP antes do ponto A e este se desligou em voo por avaria do próprio sistema ou da aeronave, com os factos apurados nesta investigação, não nos será possível determinar as causas da perda de controlo do AP e colisão com o mar.
- q. Por outro lado, não contrariando nenhum procedimento da operação normal da aeronave, se o piloto não ligou o AP até ao ponto A, consideramos a hipótese possível porque:

⁹ - A.J. Benson, "Spatial Disorientation – Common Illusions," ads. J. Ernsting, A. N. Nichols, and D.J. Rainford, *Aviation Medicine*, 3rd Ed. (Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann, 1999).

- i. Pelos factos apurados, o piloto acidentado obteve a sua licença em 1991 e tinha 332 horas de voo em Dezembro de 2002, das quais 35 eram de instrução em multimotores. Depois disso, efectuou o *ferry* do avião para a Europa em duplo comando e, nos últimos nove meses, 13 saídas a partir de Málaga (26 voos), como único tripulante a bordo do B200. Admitimos que o piloto teria menos de 500 horas de voo total e menos de 100 horas no modelo (mais de 75 % como único tripulante), o que configura uma limitada experiência, intermitente e de evolução condicionada.
- ii. Segundo a opinião de tripulantes experientes em B200, esta aeronave é fiável, de comando agradável, mas de considerável performance e complexidade. A sua operação com um único piloto a bordo é exigente, sobretudo em condições de voo com visibilidade reduzida.
- iii. A operação no Aeroporto da Madeira é complicada pelas características geográficas da sua localização, junto a uma encosta e com obstáculos na zona de aproximação. Assim, a operação nocturna está condicionada a pilotos que já tenham experiência prévia de operação diurna no Aeroporto. O piloto acidentado já tinha aterrado e descolado da Madeira, durante o dia, há seis meses atrás.
- iv. Admitimos que a conjugação dos factores acima descritos tenha contribuído para que o piloto não tivesse ainda ligado o AP quando sobrevoou a última referência visual no solo.
- q. Por último, analisámos a possibilidade de ter ocorrido uma falha estrutural ou avaria no sistema de comandos da aeronave que tivesse impedido o controlo efectivo da aeronave, uma vez que supomos não ter havido falha do sistema eléctrico porque o transponder e o mode C se mantiveram operativos até à última detecção do radar.
- r. Também não foi possível encontrar qualquer facto que sustentasse a hipótese de falha estrutural nem explicação para que o piloto não tenha declarado a situação de emergência, uma vez que o desvio às condições normais de voo duraram quarenta segundos e não existiam obstáculos ou distância que justificassem a ausência de recepção em VHF.

3 - CONCLUSÕES

3.1 Factos estabelecidos

Da análise dos factos, a Comissão de Investigação concluiu:

- a. O piloto era titular de uma licença americana de piloto privado com qualificação para multimotores e voo por instrumentos, emitida pela FAA em Dezembro de 2002, e estava válida na data do acidente. O certificado médico de Classe I datado de 12 de Dezembro de 2002 estava válido e não referia qualquer limitação.
- b. Os documentos da aeronave e do piloto não foram recuperados mas pelos factos apurados, o piloto teria menos de 500 horas de voo como experiência total adquirida em 12 anos e menos de 100 horas no B200 (26 voos) nos últimos nove meses.
- c. Pela análise da sua actividade aérea, considerámos que a sua experiência aeronáutica era reduzida, descontínua e de evolução condicionada porque neste último período voou sempre sem qualquer supervisão ou acompanhamento.
- d. A aeronave era um Raytheon Beechcraft King Air, modelo B200, bimotor de matrícula norte-americana, que tinha sido alugado pelo período de um ano a um operador privado com sede em Málaga. O certificado estava válido até Dezembro de 2003 e não eram conhecidas anomalias ou avarias mecânicas. O contrato de aluguer terminava em Outubro de 2003 e destinava-se ao uso privado da entidade que alugou a aeronave.
- e. O operador informou que não tinha conhecimento nem tinha autorizado o voo acidentado. Presumiu-se que o piloto tivesse relações de amizade com os passageiros e ofereceu esta deslocação à Ilha da Madeira, sem intenção comercial.
- f. Esta aeronave pode ser operada, legalmente, por um único tripulante. No entanto, por informação de pilotos experientes neste modelo, o B200 é um avião fiável e de comando agradável mas de considerável performance e complexidade para ser operado com um único tripulante, à noite, no Aeroporto da Madeira.
- g. Concluimos que a meteorologia, o equipamento do Aeroporto e a prestação de serviço ATC não tiveram qualquer influência no acidente.
- h. Admitimos como improvável a ocorrência de falha ou avaria nos sistemas motopropulsores, assim como no sistema eléctrico da aeronave.
- i. Não nos foi possível determinar a eventualidade de uma falha estrutural ou avaria no sistema de comandos, nem explicação para que o piloto não tenha declarado a situação de emergência nos 40 segundos que antecederam a colisão com o mar.

- j. Admitimos a hipótese do piloto ter focalizado a atenção para introduzir os novos parâmetros da rota e, inadvertidamente, tenha iniciado uma volta pela esquerda que o induziu à perda de controlo por desorientação espacial.
- k. Presume-se que a aeronave colidiu com o mar pelas 20:56 num rumo oposto à rota planeada, com uma velocidade estimada superior a 230 nós, uma razão de descida superior a 5.000 pés por minuto (12° de ângulo médio de descida) e um ângulo de pranchamento superior a 50° para a esquerda, nas coordenadas geográficas N32° 45' 35,16" W016° 43' 00,97".
- l. Foram recolhidos alguns destroços da fuselagem e do interior da aeronave que, pela sua natureza, flutuavam na zona do acidente, mas o corpo principal da fuselagem, asas, motores, hélices e cockpit não foram encontrados.
- m. As buscas com equipamento especial da Marinha Portuguesa terminaram a 20 de Outubro de 2003 e, segundo informação das autoridades marítimas do Porto do Funchal o fundo do mar naquela zona é muito irregular, constituído por rochas com picos elevados e não foi possível localizar a aeronave acidentada.
- n. As autoridades forenses identificaram os restos mortais de quatro das dez vítimas do acidente.

3.2 Causas do acidente

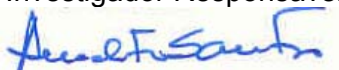
Perante os factos e análise efectuada, não foi possível a Comissão de Investigação determinar as causas deste acidente. Considerou como hipótese mais provável a perda de controlo e colisão com o mar por desorientação espacial do piloto.

4 - RECOMENDAÇÕES

Não foram formuladas recomendações.

A COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO

Investigador Responsável



(Anacleto Santos)

Investigadores Técnicos do GPIAA



(António Alves)



(Artur Pereira)

(António Barros)

ACRÓNIMOS

AIP	<i>Aeronautical Information Publication</i> – Publicação de Informação Aeronáutica
ANAM	ANA Aeroportos da Madeira
AP	<i>Autopilot</i> – Piloto - automático
APP	<i>Approach</i> - Aproximação
ATC	<i>Air Traffic Controller</i> – Controlador de Tráfego Aéreo
CIAIC	<i>Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil</i> (Espanha)
CFIT	<i>Controlled Flight Into Terrain</i> – Colisão com o solo (água) em voo controlado
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i> – Gravador de comunicações na cabine de pilotagem
ETD	<i>Estimated Time of Departure</i> – Hora estimada de descolagem
FAA	<i>Federal Aviation Administration (USA)</i> – Autoridade Aeronáutica EUA
FAP	Força Aérea Portuguesa
FDR	<i>Flight Data Recorder</i> – Gravador de dados de voo
LDA	<i>Landing Distance Available</i>
Mhz	<i>Megahertz</i>
NRP	Navio da República Portuguesa
PPA	Piloto Particular de Aeroplanos
QNH	Pressão atmosférica do aeroporto, convertida ao nível do mar
ROV	<i>Remotely Operated Vehicle</i> – Mini-submarino operado remotamente
SOA	Serviço de Operações Aeroportuárias
SRPCM	Serviço Regional de Protecção Civil da Madeira
TORA	<i>Take Off Runway Available</i> – Distância disponível para a descolagem
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i> – Frequência de comunicações via rádio
Vt	(Velocidade terreno) Velocidade da aeronave relativamente à superfície



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

**RELATÓRIO FINAL DE ACIDENTE
PRIVADO
BEECHCRAFT B200 KING AIR**

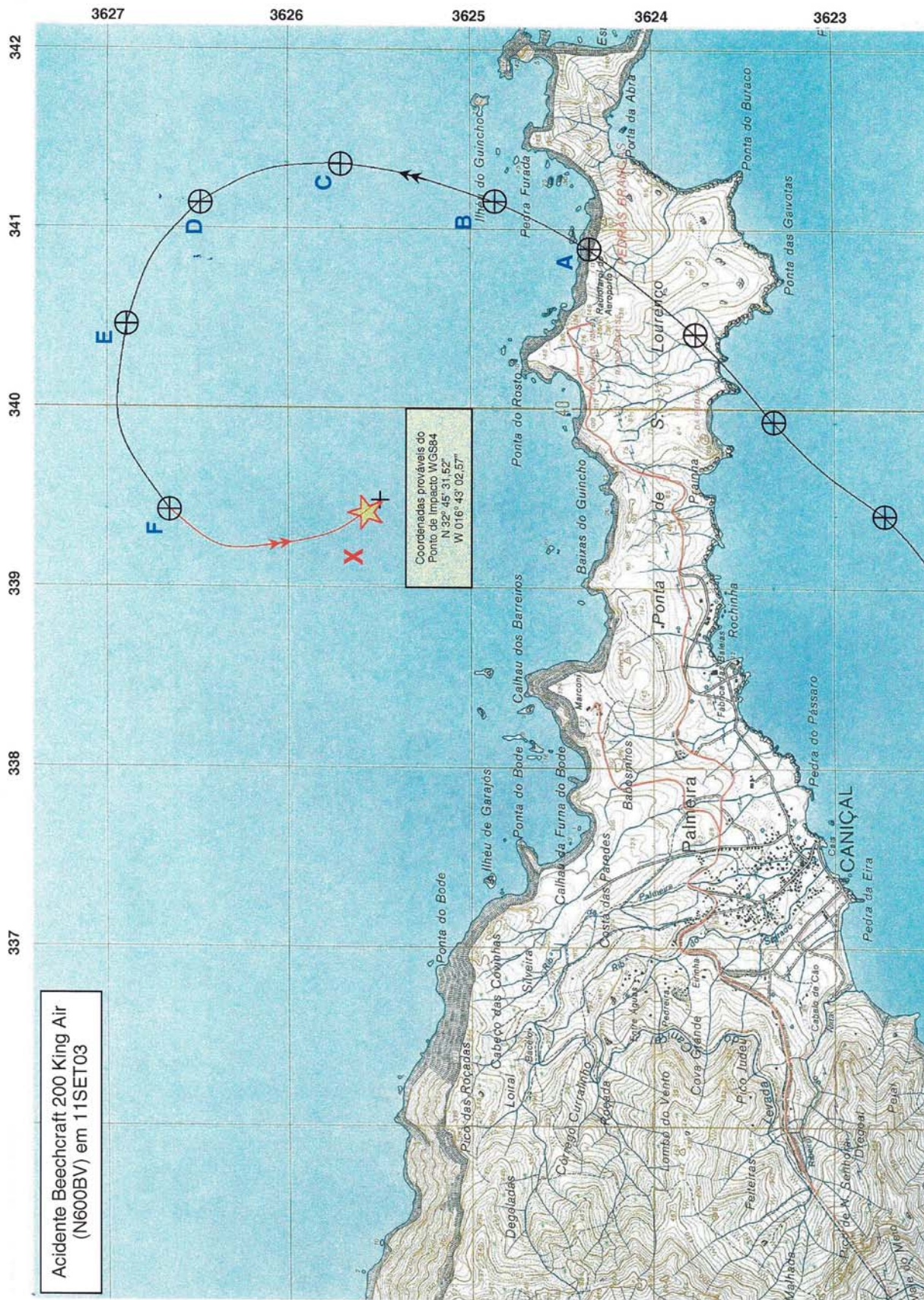
N600BV

**Aeroporto da Madeira
11 de Setembro de 2003**

ANEXO “A”

RELATÓRIO FINAL Nº 52/ACCID/2003

ANEXO "A"



ACIDENTE NA MADEIRA - KING AIR N600BV

PLOT GRÁFICO - INFO NAV

	Tempo (seg.)	Dist. Vect. (mts)	Dist. Vect. (mm)	Velocidade Terreno (kts)	Rota/Track (°)	Varição Track (°)	Razão de Volta (°/seg)	Bank (°)	Varição Altitude (')	Razão Descida ('/min)	Altitude Nariz (°)
A > B	7,95	694,5	0,375	169,8	027	13	1,6	14	+ 100	+ 755	+ 2,5
B > C	7,94	764,0	0,413	187,0	007	20	2,5	23	-----	-----	-----
C > D	7,95	810,3	0,438	198,1	342	25	3,1	29	- 200	- 1.509	- 4
D > E	7,97	833,4	0,450	203,3	305	37	4,6	40	- 400	- 3.011	- 9
E > F	7,97	949,2	0,513	231,5	255	50	6,3	54	- 700	- 5.270	- 12

OBS.

1. Ponto A - ponto inicial onde foi efectuada a última comunicação pelo piloto (t 20h:55min:43,52seg)
Ponto F - ponto final onde foi efectuada o último plot pelo radar (MSSR) de Porto Santo (t 20h:56min:23,30seg)
2. O avião descreve arcos entre os pontos considerados (A, B, C, D, E, F)
Os cálculos foram efectuados considerando os vectores (cordas) entre os pontos anteriormente considerados
3. Os cálculos foram obtidos tendo como ponto de origem o radar (MSSR) de Porto Santo (coordenadas polares)
4. Para efeito de cálculos, equivale-se a Velocidade Ar Verdadeira à Velocidade Terreno
5. Para efeito de cálculos, considera-se uma altitude constante entre os pontos considerados, e o avião a efectuar voltas coordenadas
6. Todas as direcções são verdadeiras

Ponto de Impacto - X

ROTA (°)	TIME (seg.)	VT (kts)	DIST (Mn)
176	7,96	258,9	0,57

Coordenadas Polares X	
MSSR Porto Santo	
Rad. - 225,65° V	
Dist. - 27,7375 Mn	

Coordenadas Geográficas X	
WGS 84 (MSSR PST)	
N 32° 45' 35,6868"	
W 016° 42' 57,3300"	

1. Variação média de direcção - 29° [176° = 255° - (50° + 29°)]
2. Variação média de Vt (16,1 + 1,7) kts > (250,6 kts = 232,8 kts + 17,8 kts)
3. Tempo considerado - 7,96 seg.
4. Declinação Magnética na Madeira SEP 2003 - 07° W

COORDENADAS WGS 84	
MSSR Porto Santo	VOR FUN
N 33° 05' 03,56"	N 32° 41' 39"
W 016° 19' 29,09"	W 016° 42' 19,63"
	LPMA
	N 32° 41' 39"
	W 016° 46' 41"