



Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes
com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
Office for the Prevention and Investigation of Accidents
in Civil Aviation and Rail (SIA/NIB PT)

AVIAÇÃO CIVIL

Lisboa, LPPT - PORTUGAL

22 de outubro de 2016, 21:34 UTC

Aterragem dura em sequência de *porpoise landing*

CIVIL AVIATION

Lisboa, LPPT - PORTUGAL

2016, October 22th, 21:34 UTC

Hard landing during a porpoise landing.

ATR72-212A

WHITE AIRWAYS / CS-DJF



RELATÓRIO FINAL DE
INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA
DE ACIDENTE

ACCIDENT
SAFETY INVESTIGATION
FINAL REPORT

15/ACCID/2016

Publicação || Published by:

GPIAAF – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários

Endereço || Postal Address:

Praça Duque de Saldanha, 31 – 4.º
1050-094 Lisboa
Portugal

Telefones || Telephones:

Geral || General: (+ 351) 21 273 92 30

Notificação de acidentes/incidentes || Accident/incident notification (24/7):
(+ 351) 915 192 963 / (+351) 212 739 255

Fax: + 351 21 791 19 59

E-mail: geral@gpiaaf.gov.pt

Internet: www.gpiaaf.gov.pt

No interesse de aumentar o valor da informação contida nesta publicação, com a exceção de fins comerciais, é permitido imprimir, reproduzir e distribuir este material, mencionando o GPIAAF – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários como a fonte, o título, o ano de edição e a referência “Lisboa - Portugal”, e desde que a sua utilização seja feita com exatidão e dentro do contexto original.

No entanto, direitos de autor sobre o material obtido a partir de outras agências, indivíduos ou organizações privadas, pertencem às entidades originárias. Onde for pretendido usar esse material o interessado deverá contactá-las diretamente.

In the interest of enhancing the value of the information contained in this publication, and with the exception of commercial uses, you may print, reproduce and distribute this material acknowledging the GPIAAF – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e Acidentes Ferroviários as the source, along with the publication title, date and the reference “Lisbon – Portugal”, and provided that its use is made with accuracy and within the original context.

However, copyright in the material obtained from other agencies, private individuals or organizations, belongs them. Where you want to use their material you will need to contact them directly.

Nota: fotografia na capa por GPIAAF || **Note:** cover photo by GPIAAF.

Controlo documental || Document control

| Informações sobre a publicação original Original publication details | |
|---|--|
| Título Title | Aterragem dura em sequência de <i>porpoise landing</i> Hard landing during a porpoise landing |
| Tipo de Documento Document title | Relatório de investigação de segurança Safety Investigation Report |
| N.º do Documento Document ID | 15/ACCID/2016_RF |
| Data de publicação Publication date | 2019-03-13 |

| Registo de alterações no caso do Relatório ter sido alterado após a sua publicação original Track of changes if the report has been altered following its original publication | | |
|--|--------------|---|
| N.º da vers. Rev. ID | Data Date | Resumo das alterações Summary of changes |
| | | |
| | | |

PREFÁCIO || FOREWORD

O Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários (GPIAAF) é o organismo do Estado Português que tem por missão, entre outras, investigar os acidentes, incidentes e outras ocorrências relacionadas com a segurança da aviação civil e dos transportes ferroviários, visando a identificação das respetivas causas, bem como elaborar e divulgar os correspondentes relatórios.

No exercício das suas atribuições, o GPIAAF funciona de modo inteiramente independente das autoridades responsáveis pela segurança, de qualquer entidade reguladora da aviação civil e do transporte ferroviário e de qualquer outra parte cujos interesses possam colidir com as tarefas que estão confiadas ao Gabinete.

A investigação de segurança é um processo técnico conduzido com o único propósito da prevenção de acidentes o qual inclui a recolha e análise da informação, a determinação das causas e, quando apropriado, a formulação de recomendações de segurança.

Em conformidade com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com o Regulamento (UE) n.º 996/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20/10/2010, e com o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-lei n.º 318/99, de 11 de Agosto, a investigação e o relatório correspondente não têm por objetivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades.

Nos termos do n.º 4 do art.º 16.º do Regulamento (UE) n.º 996/2010, e em conformidade com as secções 6.3 e 6.4 do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, o GPIAAF remeteu, para obtenção de comentários, uma versão preliminar do relatório final às seguintes entidades:

- Operador
- ANAC
- BEA
- EASA
- ANA, Aeroportos de Portugal

The Office for the Prevention and Investigation of Accidents in Civil Aviation and Rail (GPIAAF) is the Portuguese State body with the mission of investigating accidents, incidents and other occurrences related to the safety of civil aviation and rail transportation, in order to identify their respective causes, as well as to produce and disseminate the corresponding reports.

In the exercise of its functions, GPIAAF is fully independent from any authority responsible for safety and the regulation of civil aviation and rail transportation, as well as from any other party whose interests may conflict with the tasks assigned to this Office.

Safety investigation is a technical process conducted only for the purpose of accidents prevention and comprises the gathering and analysis of evidences, in order to determine the causes and, when appropriate, to issue safety recommendations.

In accordance with Annex 13 to the International Civil Aviation Organisation Convention (Chicago 1944), EU Regulation No. 996/2010 from the European Parliament and Council (20th OCT 2010) and article 11, No. 3 of Decree-Law nr. 318/99 (11th AUG 1999), it is not the purpose of any safety investigation process and associated investigation report to apportion blame or liability.

According to section 16.4 of Regulation (EU) 996/2010 and to sections 6.3 and 6.4 of Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation, GPIAAF has sent a draft version of the final report seeking comments from the following entities:

- Operador
- ANAC
- BEA
- EASA
- ANA, Aeroportos de Portugal

Foram recebidos comentários das entidades Operador, BEA, EASA e ANA, Aeroportos de Portugal, os quais foram devidamente analisados e, quando aceites, integrados no texto do presente relatório final.

NOTA IMPORTANTE:

Este relatório foi preparado, somente, para efeitos de prevenção de acidentes. O seu uso para outro fim pode conduzir a conclusões erradas.

Notas para o Leitor:

Neste relatório, a representação das unidades e números é feita em conformidade com o Sistema Internacional de Unidades (SI), com o disposto nas normas da série ISO/IEC 80000 e com a norma portuguesa NP 9:1960. Nos casos especiais, em que outra unidade seja correntemente utilizada no meio aeronáutico, esta será indicada acompanhada da sua correspondência no SI.

Sempre que relevante, as abreviaturas, acrónimos e termos técnicos são explicados no glossário.

Este relatório é publicado em duas línguas, Português e Inglês. Em caso de discrepâncias entre as duas versões, o texto em Português tem prevalência.

GPIAAF received comments from Operator, BEA, EASA and ANA, Aeroportos de Portugal, which were duly analysed and, if accepted, integrated into the text of this final report.

IMPORTANT NOTE:

The only aim of this report is to collect lessons which may help to prevent future accidents. Its use for other purposes may lead to incorrect conclusions.

Notes to the Reader:

In this report units and numbers are normally represented accordingly to the International System of Units (SI), to the criteria in the ISO/EIC 80000 series standards and to Portuguese norm NP 9:1960. In special cases where a different unit is commonly used in the aeronautical sector, this will be preferably indicated, with the corresponding equivalence to SI.

When relevant, abbreviations, acronyms and technical terms are explained in the glossary.

This report is published in two languages, Portuguese and English. In the event of any discrepancy between these versions, the Portuguese text shall prevail.

ÍNDICE || INDEX

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | INFORMAÇÃO FACTUAL FACTUAL INFORMATION | 11 |
| 1.1. | História do voo History of the flight | 11 |
| 1.2. | Lesões Injuries to persons | 16 |
| 1.3. | Danos na aeronave Damage to aircraft..... | 16 |
| 1.4. | Outros danos Other damage | 17 |
| 1.5. | Pessoas envolvidas Personnel information | 18 |
| 1.5.1. | Tripulação técnica de voo Flight crew | 18 |
| 1.5.1.1. | Qualificações Rating..... | 19 |
| 1.5.1.2. | Experiência de voo Flight experience | 19 |
| 1.5.2. | Tripulação de cabine Cabin crew..... | 20 |
| 1.6. | Informação sobre a aeronave Aircraft information | 20 |
| 1.6.1. | Generalidades General | 20 |
| 1.6.2. | Características gerais da aeronave Aircraft Generic Characteristics..... | 21 |
| 1.6.3. | Navegabilidade e manutenção Airworthiness and maintenance | 23 |
| 1.6.4. | Massa e centragem Weight and balance | 23 |
| 1.6.5. | Cartão de aterragem Landing card | 24 |
| 1.7. | Informação meteorológica Meteorological information | 25 |
| 1.7.1. | Briefing meteorológico Weather briefing | 26 |
| 1.7.2. | Informação meteorológica adicional Additional weather information | 27 |
| 1.8. | Ajudas à navegação Aids to navigation | 28 |
| 1.9. | Comunicações Communications | 28 |
| 1.10. | Informação do aeródromo Aerodrome information..... | 29 |
| 1.11. | Gravadores de voo Flight recorders | 30 |
| 1.12. | Destroços e informação sobre os impactos Wreckage and impact information | 30 |
| 1.13. | Informação médica e patológica Medical and pathological information | 32 |
| 1.14. | Fogo Fire | 32 |
| 1.15. | Aspetos de sobrevivência Survival aspects | 32 |
| 1.16. | Ensaio e pesquisas Tests and research | 33 |
| 1.16.1. | Exame detalhado ao eixo do trem de nariz Detailed examination to the NLG axle | 33 |
| 1.17. | Informação sobre organização e gestão Organizational and management information | 35 |
| 1.18. | Informação adicional Additional information | 36 |

| | | |
|--------|--|----|
| 1.19. | Técnicas de investigação úteis ou eficazes Useful or effective investigation techniques | 37 |
| 2. | ANÁLISE ANALYSIS | 39 |
| 2.1. | General General | 39 |
| 2.2. | Condições meteorológicas Weather conditions | 39 |
| 2.3. | Procedimentos operacionais Operational procedures | 40 |
| 2.3.1. | Listas de verificação e a fadiga Check lists and fatigue | 40 |
| 2.3.2. | Cockpit estéril Sterile cockpit | 42 |
| 2.3.3. | Técnicas de aterragem ATR42/72 e recuperação de <i>bounced landing</i> ATR42/72 landing technics and bounced landing recovery | 42 |
| 2.4. | Plano de emergência do aeroporto Airport emergency plan | 45 |
| 3. | CONCLUSÕES CONCLUSIONS | 47 |
| 3.1. | Constatações da investigação Findings | 47 |
| 3.1.1. | Aeronave Aircraft | 47 |
| 3.1.2. | Tripulação Crew | 47 |
| 3.1.3. | Operações de voo Flight operations | 48 |
| 3.1.4. | Operador Operator | 48 |
| 3.1.5. | Serviços de tráfego aéreo e aeroportuários Air traffic and airport services | 49 |
| 3.2. | Causas/fatores contributivos Causes/contributing factors | 49 |
| 3.2.1. | Causas prováveis Probable causes | 49 |
| 3.2.2. | Fatores contributivos Contributing factors | 49 |
| 4. | Recomendações Recommendations | 51 |

SINOPSE || SYNOPSIS

| | | | |
|---|---------------------------|--|---|
| PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 15/ACCID/2016 | | Classificação Classification Acidente Accident | |
| | | Tipo de evento Type of event ARC - Contato anormal com a pista ARC-Abnormal runway contact | |
| OCORRÊNCIA OCCURRENCE | | | |
| Data Date 22 OUT 2016 | Hora Time 21:34 UTC | Local Location Lisboa LPPT Lisbon LPPT | Coordenadas Coordinates 38°46'47" N 009°08'12"W |
| AERONAVE AIRCRAFT | | | |
| Aeronave Aircraft ATR72-212A | | N.º de série Serial Nr. 1284 | Matrícula Registration CS-DJF |
| Categoria Category Avião asa fixa Fixed wing airplane | | Operador Operator WHITE AIRWAYS | |
| VOO FLIGHT | | | |
| Origem Origin LPPR - Porto – Portugal | | Destino Destination LPPT - Lisboa – Portugal | |
| Tipo de voo Type of flight Transporte Aéreo Comercial Commercial Air Transport | | Tripulação Crew 04 | Passageiros Passengers 20 |
| Fase do voo Phase of flight Aterragem Landing | | Condições de luminosidade Lighting conditions Noturno Nightly | |
| CONSEQUÊNCIAS CONSEQUENCES | | | |
| Lesões Injuries | Tripulação Crew | Passageiros Passengers | Outros Other |
| Fatais Fatal | 0 | 0 | N/A |
| Graves Serious | 0 | 0 | N/A |
| Ligeiras Minor | 0 | 0 | N/A |
| Nenhuma None | 04 | 20 | N/A |
| Danos na aeronave Aircraft damage Substanciais Substantial | | Outros danos Other damage Sulcos na pista Runway grooves | |

No dia 22 de outubro, uma aeronave ATR 72-212A com a matrícula CS-DJF operada pela White Airways em nome da TAP Express realizava um voo regular de transporte comercial de passageiros, em ambiente noturno entre o aeroporto do Porto (LPPR) e o aeroporto de Lisboa (LPPT) com 20 passageiros e 4 tripulantes a bordo.

Durante a aproximação final à pista 21 em LPPT, os pilotos encontraram condições de chuva e vento 240/09 com rajadas até 20kt.

Às 21:34 UTC¹, a aeronave efetuou um primeiro toque na pista, saltou, e tocou novamente forte incidindo mais uma vez no trem de nariz. Ainda

On October 22nd, an ATR 72-212A aircraft with registration CS-DJF operated by White Airways on behalf of TAP Express performed a regular commercial passenger transport flight in nightly environment, between Porto airport (LPPR) and Lisbon Airport (LPPT) with 20 passengers and 4 crew on board.

During the final approach to runway 21 at LPPT, pilots found conditions of rain and wind 240/09 with gusts up to 20kt.

At 21:34 UTC¹, the aircraft made a first touch on the runway, bounced, and touched hard again

¹ UTC — Todos as referencias neste relatório são feitas em Tempo Universal Coordenado || All time references on this report are made using Universal Time Coordinated

com demasiada energia cinética, a aeronave saltou novamente e veio a tocar pela terceira vez na pista, continuando o fenómeno de *porpoise landing*², causando a separação das rodas e respectivos eixos do trem de nariz.

Por fim e após o quarto toque na pista, a aeronave estabilizou e completou a aterragem, com a estrutura da perna do trem de nariz em contacto com a superfície da pista, imobilizando-se após o cruzamento com a pista 17/35.

Não foi efetuada a evacuação de emergência e os passageiros foram transportados para o terminal do aeroporto sem feridos registados.

O aeroporto de Lisboa foi entretanto encerrado ao tráfego para a gestão do acidente e desimpedimento da pista.

with the nose gear. Still with too much kinetic energy, the aircraft bounced again and came to touch for the third time on the runway, continuing the phenomenon of porpoise landing², causing the separation of the wheels and respective axles of the nose landing gear.

Finally, after the fourth touch, the aircraft stabilized and completed the landing, with the nose landing gear leg structure in contact with the runway surface, stopping after crossing the runway 17/35.

The crew did not carry out the emergency evacuation procedure and the passengers were transported to the airport terminal without registered injuries.

Lisbon airport was closed to traffic for the accident management and runway clearing.



Foto:GPIAAF

Figura 1 | Figure 1

Posição final da aeronave na pista || Aircraft final position on the runway

Tipo de ocorrência || Occurrence type

ARC - Contato anormal com a pista.

ARC - Abnormal runway contact.

² Porpoise landing - é uma aterragem saltada que, se não for recuperada, faz com que o avião toque com o nariz primeiro. Se continuar, ele irá definir uma série de "saltos" e "mergulhos" || Is a bounced landing that, if not recovered, results in the plane touching down nose first. If continue, it will set a series of "jumps" and "dives".

GLOSSÁRIO || GLOSSARY

| | |
|-------|--|
| ATM | Gestão de tráfego aéreo Air traffic management |
| ATIS | Serviço automático de informação terminal Automatic terminal information service |
| AWOS | Sistema de observação meteorológica automática Automated weather observing system |
| BEA | Bureau d'Enquêtes et d'Analyses |
| CAT I | Aproximação ILS CAT I ILS approach CAT I |
| CB | Cúmulo-nimbo Cumulonimbus |
| CCM | Tripulante de cabine Cabin crew member |
| CDL | Lista de desvio de configuração Configuration deviation list |
| DA | Altitude de decisão Decision altitude |
| FCTM | Manual de treino de tripulantes de voo Flight crew training manual |
| FCOM | Manual de operações de tripulantes de voo Flight crew operation manual |
| FDR | Gravador de dados de voo Flight data recorder |
| FFS | Simulador de voo avançado Full flight simulator |
| FL | Nível de voo Flight level |
| FOCC | Centro de controle de operações de voo Flight operations control center |
| GS | Rampa de planeio Glide Slope |
| ICAO | Organização de Aviação Civil Internacional International Civil Aviation Organization |
| ILS | Sistema de aterragem por instrumentos Instruments landing system |
| IPMA | Instituto Português do Mar e da Atmosfera |
| MDA | Altitude mínima de descida Minimum descent altitude |
| MEL | Lista de equipamento mínimo Minimum equipment list |
| METAR | Reporte meteorológico do aeródromo Meteorological aerodrome report |
| NLG | Trem de nariz Nose landing gear |
| QNH | Código "Q" referente à pressão atmosférica "Q" code indicating the atmospheric pressure |
| QRH | Guia de referência rápida Quick reference handbook |
| RVR | Alcance visual sobre a pista Runway visual range |

| | |
|--------------------|---|
| Rwy | Pista Runway |
| SIA | Autoridade de investigação de segurança Safety investigation authority |
| SIB | Boletim de informação de segurança Safety information bulettin |
| SOP | Procedimentos padrões do operador Standards operator procedures |
| SPECI | Relatório meteorológico especial da aviação Aviation special weather report |
| TOD | Topo da descida Top of descend |
| TOW | Peso de decolagem Take off weight |
| TDZ | Zona de aterragem Touchdown zone |
| V _{APP} | Velocidade de aproximação Approach speed |
| V _{DL} | Terá de usar lentes corretivas e ter um par de óculos disponível Shall wear corrective lenses and carry a set of spectacles |
| V _{GA} | Velocidade de borrego Go around speed |
| V _{MCA} | Velocidade mínima de controle aerodinâmico com motor crítico inoperativo Minimum aerodynamic control speed with critical engine failure. |
| V _{mHB30} | Velocidade mínima de aproximação com limite de pranchamento de 30° Minimum speed used for approach restricted to 30° bank angle. |

Tabela de conversão de unidades || Unit Conversion Table

| | |
|--------|---|
| 1 nm | 1.852 m |
| 1 ft | 0,3048 m |
| 1 kt | 1,852 km/h (0,5144m/s) |
| 1 fps | 0,3048 m/s |
| 1 g | 9,8 m/s ² |
| 1 lb | 0,4536 kg |
| 1 in | 2,54 cm |
| 1 inhg | 3,386 Pa : 345,3 kgf/m ² |
| 1 psi | 0,07031 kgf/cm ² (1 ksi=1.000 psi) |

1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

1.1. História do voo || History of the flight

Um ATR 72-212A, com o registo CS-DJF, a 22 OUT 2016, operado pela White Airways, efetuava um voo programado de passageiros em regime de C&M³ para TAP Portugal com número de voo TP 1971, do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, Porto, (LPPR), para o Aeroporto Humberto Delgado (LPPT), Lisboa, Portugal.

Nesse voo TP1971, o piloto comandante (PIC) era o piloto a voar (PF) e o copiloto, segundo em comando (SIC) assumia a função de piloto em monitorização (PM).

A tripulação realizava a sua sexta etapa do dia entre Lisboa e Porto com condições meteorológicas adversas. A primeira etapa do dia tinha iniciado às 12:59 em LPPT, onde o oficial das operações forneceu no *briefing* inicial os documentos previstos para toda a operação (6 voos no total). A decolagem de LPPR para esta última etapa foi às 20:47, com uma massa à decolagem de 17.597kg e com combustível necessário estimado para o voo de 400kg, prevendo aterrar em LPPT com 17.100kg. A bordo seguiam 20 passageiros e 4 tripulantes.

An ATR 72-212A, with the CS-DJF registration, on 22 OCT 2016, operated by White Airways, performed a scheduled passengers flight as C&M³ to TAP Portugal with flight number TP 1971, from Francisco Sá Carneiro Airport, Porto (LPPR), to Humberto Delgado Airport (LPPT) Lisbon, Portugal.

On this flight TP1971, the pilot in command (PIC) was the pilot flying (PF) and the co-pilot, second in command (SIC) was the pilot monitoring (PM).

The crew performed their sixth journey of the day between Lisbon and Porto in adverse weather conditions. The first leg of the day had started at 12:59 pm in LPPT, where the operator dispatcher provided in the initial briefing all necessary documents for the entire operation (6 flights in total). The take-off from LPPR for this last leg was at 20:47, with a take-off mass of 17.597 kg and with estimated fuel required for the flight of 400 kg, foreseeing to land in LPPT with 17.100 kg. On board were 20 passengers and 4 crew.



Photo:miamiar

Figura 2 || Figure 2

Aeronave acidentada na configuração de decolagem || Accident aircraft during take-off

³ C&M – (Tripulação e Manutenção) Operador presta serviço com tripulação completa e manutenção da aeronave em nome de outro operador || (Crew and Maintenance) the operator provides full crew service and aircraft maintenance on behalf of another operator

Durante os preparativos para este último voo do dia, o procedimento de *briefing* de partida foi sumário e abreviado.

Depois de solicitado pela tripulação, o controle de tráfego autorizou o nível 150 devido às condições meteorológicas experienciadas nos voos anteriores.

A previsão meteorológica reportada em LPPT, estimava vento de 210/13kt, visibilidade 10km, nuvens esparsas a 800ft, teto 1300ft, temperatura de 18°C, pressão atmosférica (QNH) de 1002 hPa, com cúmulo-nimbos a Oeste da rota e a pista molhada.

A tripulação manteve conversas não pertinentes para a condução do voo nas fases restritas para a atividade operacional, não cumprindo o estipulado pelo manual de operações uniformizadas (SOP) da operadora, sobre o procedimento de cockpit silencioso.⁴

A aproximação à pista 21 de LPPT foi realizada com o auxílio do ILS e em condições de instrumentos de categoria I, com alguma chuva e turbulência moderada.

As velocidades calculadas pelo PM e registradas no cartão de aterragem, referem uma massa estimada para a aterragem de 17.118kg e as seguintes velocidades: V_{APP} 101kt, V_{MCA} 107kt e V_{GA} 110kt. O vento estimado em LPPT foi de 210/13kt.

Às 21:32:50 - o SIC comunicou à torre de LPPT que a aeronave estava na final da pista 21 e obteve do controlador autorização para aterragem e que o vento à superfície era de 250/12kt.

Às 21:33:48 – o piloto automático foi desligado a uma altitude de 320 pés (indicação de rádio altímetro).

Logo depois, a tripulação recebeu informação do controlador confirmando vento de 240/09 kt com rajadas momentâneas até 20kt na soleira da pista 21.

During the preparations for this last flight of the day, the departure briefing procedure was only partial performed and summarized.

After being requested by the crew, the air traffic control authorized the level 150 due to the weather conditions experienced on the previous flights.

The meteorological forecast reported in LPPT, estimated wind of 210/13kt, visibility 10km, scattered clouds at 800ft, ceiling 1300ft, temperature 18°C, atmospheric pressure (QNH) of 1002 hPa, with cumulonimbus to the west of the route and a wet runway expected.

The crew maintained conversations that were not relevant to the conduct of the flight in the restricted phases to the operational activity, not complying with the sterile⁴ cockpit procedure, foreseen in the operator's standardized operations manual (SOP).

The approach to LPPT runway 21 was performed with the aid of ILS and under category I instrument conditions, with rain and moderate turbulence.

The calculated speeds by PM and recorded on the landing card refer to an estimated landing weight of 17,118kg and the following speeds: V_{APP} 101kt, V_{MCA} 107kt and V_{GA} 110kt. The considered estimated wind in LPPT was 210/13kt.

At 21:32:50 - SIC reported to LPPT tower that the aircraft was on final for runway 21 and obtained clearance for landing from the controller and that surface wind was 250/12kt.

At 21:33:48 - the autopilot was switched off at 320 feet altitude (radio altimeter indication).

Shortly thereafter, the crew received information from the controller confirming 240/09 kt wind with momentary gusts up to 20kt in the runway 21 threshold.

⁴ O conceito de cockpit silencioso envolve a restrição da atividade dos membros da tripulação de voo àquela que é operacionalmente essencial durante as fases de taxi de saída, decolagem, subida inicial e intermedia, bem como na aproximação e final || The Sterile Cockpit concept involves the restriction of flight crew member activity to that which is operationally essential during busy phases of flight - taxi out, take off, initial climb, intermediate and final approach.

O PM efetuou um aviso de velocidade acima da calculada "speed" (116 KIAS) de acordo com o estabelecido no SOP do operador, pois a IAS estava acima da V_{APP} que foi calculada em 101 KIAS, e já corrigida para o vento previsto na pista.

Não houve resposta e confirmação do PIC/PF ao aviso de velocidade.

A evolução da velocidade de translação em relação ao terreno da aeronave durante a aproximação, em diferentes altitudes rádio altímetro (RA) foram: a 1000 ft: 94kt; 500 ft: 100kt; 300 ft: 106kt; na cabeceira da pista: 108kt e pouco antes do primeiro toque: 110kt.

Às 21:34:06, a 35 pés de altitude a aeronave abandonou a rampa de aproximação (*glideslope*) e a velocidade vertical foi reduzida.

Às 21:34:11 e aos 15 pés de altitude, a aeronave iniciou um voo quase paralelo sobre a pista.

Às 21:34:15, aos 10 pés de altitude, as manetes de potência (PLA⁵) são reduzidas (para a posição de *flight idle 35°*) e a velocidade aerodinâmica computada era de 118 KIAS.

O primeiro ponto de toque no solo foi a 700 m da soleira da pista 21 às 21:34:17.

The PM made a speed callout above the calculated "speed" (116 KIAS) according to the operator's SOP procedure, since the IAS was above the V_{APP} that was calculated at 101 KIAS, and already corrected for the expected wind on the runway.

There was no answer and confirmation from the PIC/PF to the speed warning.

The aircraft ground speed evolution during the approach, at different radio altimeter altitudes (RA) were:

1000 ft: 94kt; 500 ft: 100kt; 300 ft: 106kt;

threshold: 108kt ; just before 1st touch: 110kt.

At 21:34:06, 35 feet altitude the aircraft abandoned the approach ramp (*glideslope*) and the vertical speed was reduced.

At 21:34:11 and 15 feet altitude, the aircraft began a nearly parallel flight over the runway.

At 21:34:15, at 10 feet altitude, the power levers (PLA⁵) are reduced (to the flight idle position 35°) having the computed airspeed of 118 KIAS.

The first touchdown point was 700m from the runway 21 threshold at 21:34:17.

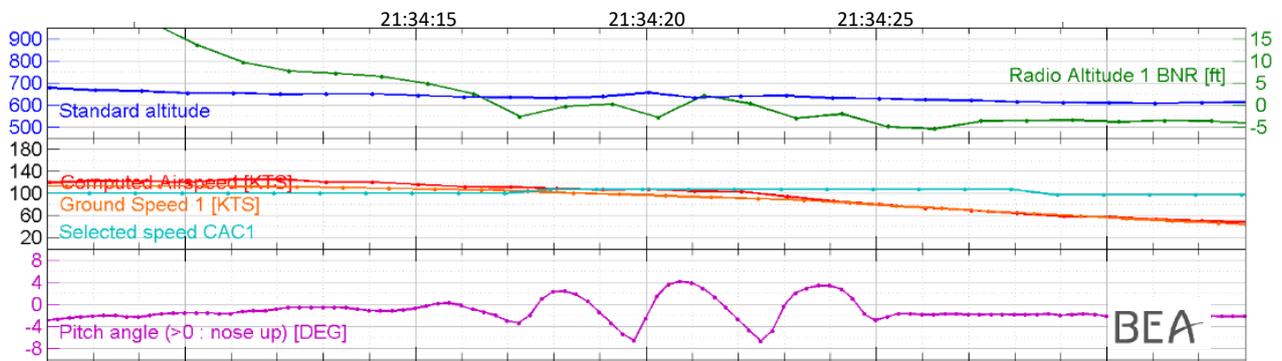


Figura 3 || Figure 3

Parâmetros FDR chave para caracterizar o evento || FDR key parameters to characterize the event

Às 21:34:20, a 850m da soleira pista 21, a aeronave toca no solo uma segunda vez com o trem de nariz onde ocorreu a separação da roda direita por fratura do eixo do trem. Este segundo impacto já em resultado de um ressalto do primeiro impacto e iniciando um movimento conhecido como *porpoise landing*. Regressou então ao ar ainda com 105 nós de velocidade de ar calculada.

At 21:34:20, 850m from runway 21 threshold, the aircraft touched the ground a second time with the nose gear where the separation of the right wheel by fracture of the NLG axle occurred. This second impact resulted from a bounce of the first impact and initiated a movement known as *porpoise landing*. The aircraft then returned to the air still with 105 kt of calculated air speed.

⁵ PLA – Ângulo das manetes de potência || Power Lever Angle

Decorridos pouco mais de dois segundos, às 21:34:23 a aeronave bateu na pista uma terceira vez, incidindo novamente no trem de nariz e em seguida com o trem principal esquerdo. Neste momento, o eixo do trem do nariz cedeu por completo, resultando na separação da outra jante. Ainda com 98 nós de velocidade de ar calculada, a aeronave regressou ao ar.

Às 21:34:25 e durante a aterragem final a aeronave tocou pela última vez na pista, estabilizando na pista e completou a aterragem, marcando o asfalto com a parte inferior da perna do trem de nariz. A aeronave imobilizou-se a 1660m da soleira da pista 21, depois de cruzar a interseção da pista 17/35 no lado esquerdo da pista a aproximadamente 6m da linha central.

After a little more than two seconds, at 21:34:23 the aircraft struck the runway a third time, again on the nose landing gear and then with the main left gear. At this point, the nose gear axle completely failed, resulting in the separation of the other wheel. Still with a calculated air speed of 98 knots, the aircraft returned to the air.

At 21:34:25 and during the final landing phase, the aircraft touched down for the last time on the runway, stabilizing on the runway and completed the landing, marking the asphalt with the lower part of the nose landing gear leg. The aircraft came to rest at 1660m from runway 21 threshold, after crossing the intersection of runway 17/35 on the left side, approximately 6m from the center line.

| IMPACT | RELATIVE TIME (s) | AT IMPACT | | | | | | | PEAK RECORDED DURING IMPACT | | |
|--------|-------------------|-----------|----------|---------|----------|----------|------|----------|-----------------------------|----------|----------|
| | | PITCH (°) | ROLL (°) | GS (kt) | IAS (kt) | LONG (g) | LATG | VRTG (g) | VRTG (g) | LONG (g) | LATG (g) |
| Nº1 | 77657.2 | -3.8 | 3.4 | 106 | 110 | 0.13 | 0.07 | 0.73 | 1.94 | 0.19 | 0.4 |
| Nº2 | 77659.6 | -5.3 | -3.3 | 98 | 105 | 0.14 | 0 | 0.56 | 1.96 | 0.2 | -0.33 |
| Nº3 | 77662.5 | -6.2 | -4.5 | 91 | 98 | 0.13 | 0.07 | 0.46 | 2.68 | 0.3 | -0.32 |

Figura 4 | Figure 4

Dados FDR dos três impactos antes da aterragem | FDR data of the three impacts prior to the landing

A aeronave teve danos substanciais no trem de aterragem dianteiro, trem principal esquerdo e em alguns painéis inferiores da fuselagem dianteira.

Após a imobilização da aeronave, o PIC/PF solicitou assistência ao controlador da torre de Lisboa e executou o corte dos motores. A partir desse momento o PM efetuou o procedimento de emergência previsto – *On Ground Engine Fire or Severe Mechanical Damage on Ground* com o acionamento das manetes corta fogo e completou as restantes listas de verificações de emergência previstas no QRH do operador, sem a participação do PIC/PF.

The aircraft had substantial damage to the front landing gear, main left gear and some lower panels of the forward fuselage.

After aircraft immobilization, the PIC/PF requested assistance to the Lisbon tower controller and executed the engines shutdown. From that moment, the PM carried out the applicable emergency procedure - *On Ground Engine Fire or Severe Mechanical Damage on Ground* using the fire shut-off levers and performed the emergency checklists as per operator QRH, without PIC/PF participation.

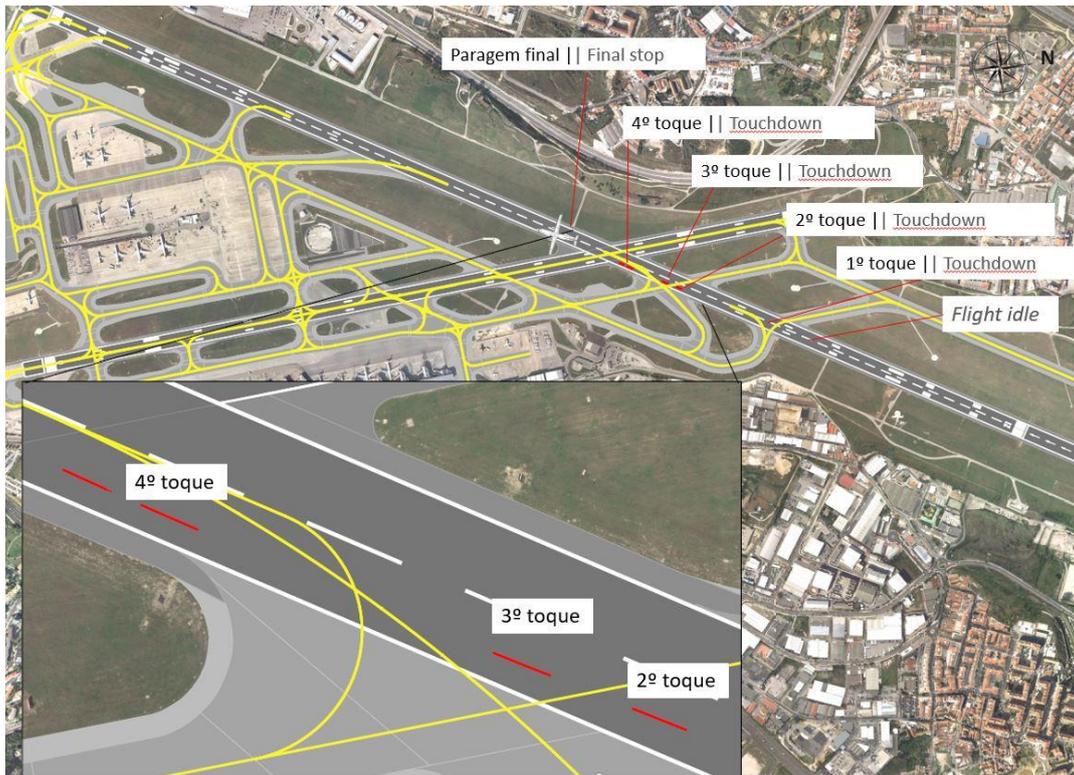


image: GPIAAF/ANA/Google

Figura 5 || Figure 5

Pontos de toque na pista || Runway Touchdown points

De acordo com as declarações dos tripulantes de cabine, não foi dada instrução de evacuação e os passageiros permaneceram na aeronave até às 22:14. Não foi possível determinar se os passageiros foram convenientemente informados sobre o evento.

Todos os passageiros e tripulantes saíram ilesos do acidente e foram transportados de autocarro para o terminal, ficando apenas a bordo o PIC, PM e chefe de cabine.

Ambas as pistas 03/21 e 17/35 foram encerradas por NOTAM⁶ às 23:08.

Os responsáveis pelo aeroporto, ANA⁷, tomaram a decisão de reabrir a pista 17/35 ao tráfego 8 minutos depois (23:16) e o primeiro voo após o acidente aterrou às 23:35.

A Autoridade de Investigação foi notificada e fez deslocar uma equipa que chegou ao local às 23:25. Depois de efetuar os procedimentos de recolha inicial de evidências, a aeronave foi libertada para reboque às 00:49.

According to the cabin crew's statements, no evacuation instruction was given and passengers remained on the aircraft until 22:14. It was not possible to determine if the passengers were duly informed about the event.

All passengers and crew were uninjured on the accident and they were transported by bus to the terminal. On board remained the PIC, PM and the chief purser.

Both runways 03/21 and 17/35 were closed by NOTAM⁶ at 23:08.

Airport management, ANA⁷, made the decision to reopen runway 17/35 to traffic only 8 minutes after (23:16) and the first flight following the accident landed at 23:35.

The Portuguese SIA was notified and activated a team that arrived at the site at 23:25. After performing the initial evidence gathering procedures, the aircraft was released for towing at 00:49.

⁶ NOTAM – Aviso ao pessoal navegante || Notice to Airman

⁷ ANA - Aeroportos de Portugal S.A – Concessionária do Aeroporto de Lisboa || Lisbon airport concessionaire

O fim do alerta vermelho foi às 02:37. O acidente encerrou a pista 21/03 até às 04:14, quando foi liberada para operações normais.

The red alert ended at 02:37. The accident kept closed the runway 21/02 until 4:14 am, when it was reopened for normal operations.

1.2. Lesões || Injuries to persons

| Lesões Injuries | Tripulantes Crew | Passageiros Passengers | Outros Others |
|--------------------|---------------------|---------------------------|------------------|
| Mortais Fatal | 0 | 0 | N/A |
| Graves Serious | 0 | 0 | N/A |
| Ligeiras Minor | 0 | 0 | N/A |
| Nenhumas None | 4 | 20 | N/A |
| TOTAL | 4 | 20 | 0 |

1.3. Danos na aeronave || Damage to aircraft

A dinâmica do acidente com o movimento de *porpoise landing* resultou em danos a cada toque na pista, iniciando-se pelas rodas do trem de nariz, o próprio trem de nariz, fuselagem dianteira e trem principal esquerdo.

The dynamics of the accident with the porpoise landing phenomena added damages in every touch on the runway, starting with the nose gear wheels, the nose gear itself, forward fuselage and left main landing gear.

A aeronave sofreu danos estruturais significativos no trem de nariz com o cisalhamento de ambos os eixos, transmitindo esforços que afetaram e deformaram a estrutura primária da secção frontal da fuselagem, denominada zona 711.

The aircraft suffered significant structural damage to the nose landing gear shearing both axles, transmitting forces that affected and permanently deformed the primary structure on the forward fuselage section, called zone 711.



Figura 6 || Figure 6

Danos principais da aeronave || Aircraft main damage

images: GPIAAF

O trem de aterragem principal esquerdo também sofreu esforços para além do seu limite de carga admissível obrigando à sua substituição.

The left main landing gear has also experienced efforts beyond its allowable load limits compelling to its replacement.

Da análise das cargas e avaliação de danos foi determinado como necessário proceder à substituição de:

From the load analysis and damage assessment was determined to replace:

1. Nose landing gear,

1. Trem do nariz,
2. Trem principal esquerdo,
3. Secção inferior da fuselagem dianteira

2. Left main landing gear,
3. Lower section of the forward fuselage

Foram ainda registados outros danos secundários e menores em algumas pás das hélices e carenagem da fuselagem central.

Other minor damage to some propeller blades and central fuselage fairing were also observed.



Imagem: ANA

Figura 7 || Figure 7

Partes das rodas do trem de nariz na pista || Nose wheel parts on the runway

1.4. Outros danos || Other damage

Danos menores na superfície da pista por contacto direto com as jantes das rodas de nariz e parte inferior do trem de nariz.

Minor damage to the runway surface by direct contact with the nose wheel rims and nose landing gear.

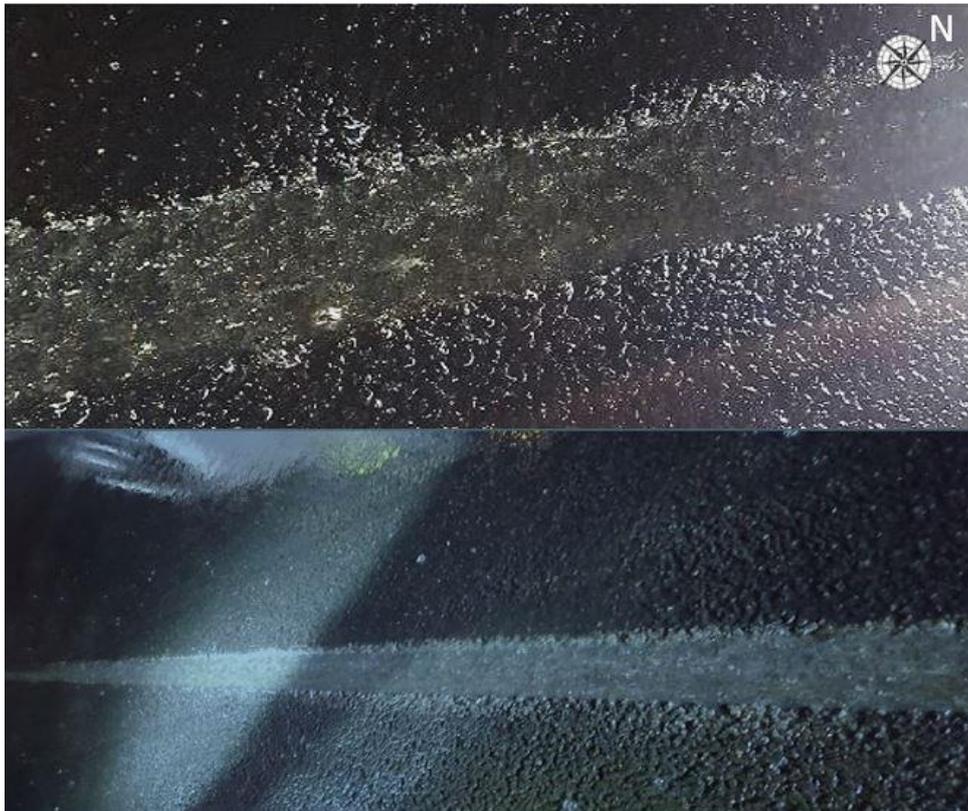


Imagem: ANA

Figura 8 || Figure 8

Marcas do quarto toque na pista || Runway fourth touchdown marks

1.5. Pessoas envolvidas || Personnel information

1.5.1. Tripulação técnica de voo || Flight crew

O piloto em comando (PIC/PF), 51 anos de idade, português com licença ATPL (A) desde 15 de maio de 2009 emitida pela ANAC, possuía todas as qualificações e autorizações para efetuar o voo. Estava ao serviço do operador desde 01 JUL 2014.

Analisado o histórico de voos e respetivas cargas horárias, verificou-se que o PIC efetuou 19 aterragens e 20,6 horas de voo nos últimos 5 dias e iria iniciar o seu período de folga semanal (domingo) depois do voo do acidente.

A Oficial piloto (PM) de 26 anos, Portuguesa, foi certificada CPL (A) em 18 MAR 2013 pela ANAC. Possuía todas as qualificações e autorizações para efetuar o voo. Foi admitida no operador a 01 JUL 2016.

Na sua escala de voo semanal constam quase 21 horas de voo nos últimos 7 dias, alguns dos quais em período noturno. Este seria também o seu último voo antes do descanso semanal.

The pilot in command (PIC/PF), 51 years old, Portuguese with ATPL (A) license since May 15, 2009 issued by ANAC, had all the required qualifications and authorizations to carry out the flight. He was at the operator's service since 01 JUL 2014.

Having analysed the history of flights and their work time, it was verified that the PIC made 19 landings and 20.6 flight hours in the last 5 days and would start its weekly leave (Sunday) after the accident flight.

The 26-year first officer, Portuguese, was certified CPL (A) on MAR 18, 2013 by ANAC. She had all the qualifications and authorizations to carry out the flight. Was hired by the operator on 01 JUL 2016.

On her weekly flight schedule, there are almost 21 flight hours in the last 7 days, some of them in night environment. This would also be her last flight before the weekly rest period.

| | PILOTO PILOT | COPILOTO COPILOT |
|---|---------------------------------|--------------------------------|
| DETALHES PESSOAIS PERSONAL DETAILS | | |
| Nacionalidade Nationality: | PIC Portuguesa Portuguese | PM Portuguesa Portuguese |
| Idade Age: | 51 | 26 |
| LICENÇA DE TRIPULANTE TÉCNICO FLIGHT CREW LICENCE | | |
| Tipo Type: | ATPL(A) | CPL(A) |
| Data de Emissão Inicial Date of Initial Issue: | 2009 MAI 15 | 2016 JUN 03 |
| Entidade Emissora Issuing Authority: | ANAC | ANAC |
| Data do Último Exame Médico Last Medical Exam Date: | Class 1 - 2016 SEP 09 | Class 1 - 2015 DEC 15 |
| Limitações Limitations: | VDL | Multi Pilot Only |

1.5.1.1. Qualificações || Rating

O voo de proficiência do PIC foi efetuado a 2016 AGO 18 em simulador FFS nível D e foi considerado apto em todas as manobras efetuadas.

The PIC proficiency flight check was on 2016 AUG 18 in simulator FFS level D and was considered fit in all performed manoeuvres.

De igual forma, a copiloto efetuou o voo de verificação de proficiência a 2016 OUT 09 e foi considerada apta em todas as manobras efetuadas.

Likewise, the co-pilot performed the proficiency check flight on 2016 OCT 09 and was also considered approved in all performed manoeuvres.

1.5.1.2. Experiência de voo || Flight experience

| | PILOTO PILOT | COPILOTO COPILOT |
|--|-----------------|---------------------|
| Horas de voo totais Total flight time: | 5.502:15 | 704:30 |
| Tipo Type: | ATR 42/72 | ATR 42/72 |
| Horas de voo no tipo Flight time on type: | 1.586:35 | 377:55 |
| Últimos 90 dias Last 90 days: | 257:40 | 225:37 |
| Últimos 28 dias Last 28 days: | 70:49 | 50:54 |
| Últimos 7 dias Last 7 days: | 21:00 | 20:44 |
| Últimas 24 horas Last 24 hours: | 06:01 | 06:01 |

A tripulação técnica voou no dia do acidente as seis pernas em conjunto, numa mesma rota da ponte aérea entre Lisboa-Porto.

The technical crew flew on the day of the accident the six legs together, in a same Lisboa-Porto route.

A repetibilidade das tarefas na mesma rota levou os pilotos a efetuarem briefings parciais e em alguns casos realizados fora dos momentos previstos nos SOPs.

The repeatability of the tasks on the same route led the pilots to make partial briefings and in some cases performed out of sequence as determined in the SOPs.

Foi ainda evidenciado cansaço em ambos os tripulantes, especialmente do PIC/PF durante todo o voo e que se veio a traduzir numa aparente apatia no pós evento, levando o PIC alguns minutos a reagir ao acidente.

It was also noticed fatigue in both crew members, especially the PIC / PF during the entire flight and that turn into an apparent apathy in the post event, leading the PIC to take a few minutes to react to the accident.

1.5.2. Tripulação de cabine || Cabin crew

Ambos os tripulantes de cabine iniciaram as suas funções no dia do acidente com os tripulantes técnicos. A chefe de cabine com 9 anos ao serviço do operador cumpria o seu segundo dia de trabalho depois do descanso semanal de dois dias seguidos.

O segundo elemento da tripulação não técnica estava ao serviço do operador há apenas 45 dias e cumpria o seu quinto dia de trabalho antes do descanso semanal.

Ambos os tripulantes estavam qualificados e autorizados a efetuar o voo.

Both cabin crew began their duties on the day of the accident with the technical crew. The experienced chief purser working to the operator for more than nine years completed his second working day after the weekly rest period of two days.

The second non-technical crewmember, working to the operator for only 45 days, completed his fifth day of work before the weekly rest.

Both crewmembers were qualified and authorized to perform the flight.

1.6. Informação sobre a aeronave || Aircraft information

1.6.1. Generalidades || General

A aeronave CS-DJF faz parte da frota de 8 ATR72-600 ao serviço do operador White Airways e a operar em nome da TAP Express.

A frota ATR do operador tinha, à data do acidente, uma idade média inferior a 2 anos e o CS-DFJ com número de série 1284 tinha apenas 11 meses desde o fabrico.

O ATR72-212A é uma aeronave de asa alta, trem de aterragem triciclo, fabricado pela ATR (*Avions de Transport Regional*) equipado com dois motores Pratt & Whitney Canada PW127. O ATR-600 é a designação comercial usada pelo ATR para se referir ao modelo básico de aeronave ATR72-212A, incorporando alterações significativas como o *glass cockpit* com cinco ecrãs LCD. A altitude máxima de operação é de 25.000 pés e a massa máxima à decolagem de 23.000 kg. O comprimento da aeronave é de 27,2 metros, a envergadura é de 27,05 metros e a altura de 7,65 metros. O avião é certificado na categoria de transporte para operações diurnas e noturnas sob VFR e IFR com condições de voo em gelo.

The aircraft CS-DJF, is part of 8 ATR72-600 fleet operated by White Airways, operating on behalf of TAP Express.

The operator's ATR fleet had an average age of less than 2 years at the time of the accident and the CS-DFJ with serial number 1284 had only 11 months from manufacture date.

ATR72-212A aircraft is a high wing, tricycle landing gear, manufactured by ATR (*Avions de Transport Regional*), and powered by two Pratt & Whitney Canada PW127 engines. The ATR-600 is the commercial designation used by ATR to refer to the basic ATR72-212A aircraft model incorporating important changes as the avionic suite glass cockpit with five LCD displays units. The maximum operating altitude is 25000 feet and maximum take-off mass of 23,000 kg. Aircraft length is 27.2 meters, wingspan is 27.05 meters and height of this aircraft is 7.65 meters. The airplane is certified in transport category for day and night operation under VFR and IFR flight, in icing conditions.

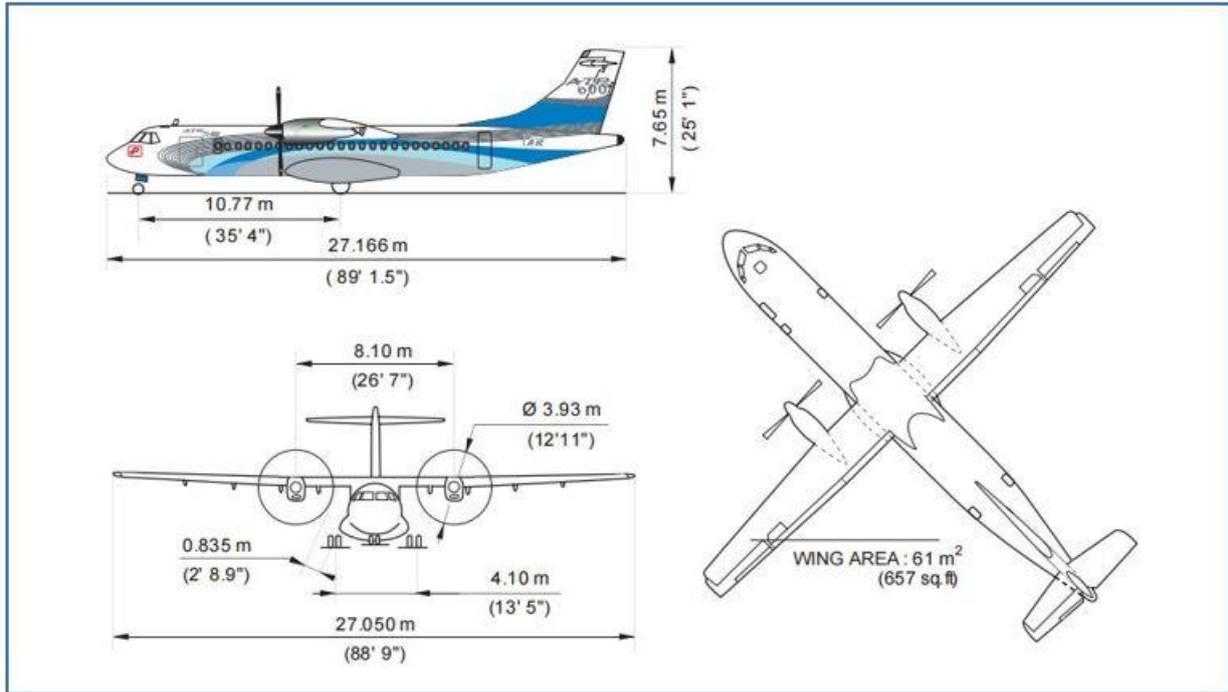


Figura 9 || Figure 9
 Dimensões da aeronave ATR72-600 || ATR72-600 aircraft dimensions

| Referência Reference | Aeronave Airframe | Motor Engine | Hélice Propeller |
|--|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Fabricante Manufacture | ATR | Pratt & Whitney Canada | Hamilton Sundstrand |
| Tipo/Modelo Type/Model | 72-212A | PW127M | 568F-1 |
| N.º de Série Serial Nr | 1284 | #1:PCE-ED1122 #2:PCE-ED1123 | #1:FR20150714 #2:FR20150715 |
| Ano de construção Year of construction | 2015 | 2015 | 2015 |
| Tempo desde Novo T S N | 1828:48 | 1828:48/1828:48 | 1828:48/1828:48 |
| Tempo desde Revisão T S O | N/A | N/A | N/A |
| Data da última Inspeção Last Insp. Date | A3 Check 2016 AUG 23 | A3 Check 2016 AUG 23 | A3 Check 2016 AUG 23 |

1.6.2. Características gerais da aeronave || Aircraft Generic Characteristics

O ATR72 evoluiu a partir da versão 42 que fez o seu primeiro voo em 1984. Desde então sofreu várias modificações de base como remotorizações e aviônicos, no entanto manteve na sua essência o cálculo aerodinâmico e respetivo comportamento e performance.

São também conhecidas dos pilotos as características de handling da aeronave na fase de aterragem onde é imprescindível e necessário o respeito pela velocidade de referência (Vref).

The ATR72 evolved from the 42 version that made its first flight in 1984. Since then it underwent several important modifications as new engines and avionics, nevertheless it maintained in its essence the aerodynamic calculation, behaviour and performance.

It is also known to the pilots, the aircraft handling characteristics during the landing phase, where it is essential and necessary to respect the reference speed (Vref).

Estas características de manuseamento na fase de aterragem, normalmente associados a outros fatores externos como a meteorologia, tem contribuído para um número significativo de eventos com este modelo e que em última instância podem levar a incidentes ou acidentes.

A EASA, após alguns eventos semelhantes, emitiu um SIB 2013-20 (Boletim de Informação de Segurança), contendo recomendações para os fabricantes, operadores e organizações de formação relativamente ao treino de tripulações na recuperação de aterragens do tipo *bounced*.

Nesse documento, os fabricantes são encorajados a fornecer, orientação sobre técnicas de recuperação de aterragem rejeitadas nos manuais aplicáveis, incluindo elementos relevantes de gestão de recursos das tripulações.

Recomenda também que operadores e organizações de formação garantam que as informações e treino de reconhecimento e recuperação de aterragem tipo *bounced* sejam disponibilizadas às tripulações de voo, detalhando as técnicas apropriadas a serem utilizadas.

E, finalmente, a EASA recomenda que as técnicas de recuperação sejam consistentes com os manuais de operação e treino da tripulação de voo aplicáveis, produzidos pelos fabricantes.

Ao longo dos anos, foi disponibilizada informação específica do fabricante sobre a Vref, uso de ferramentas de treino e alerta às tripulações para a importância do uso das corretas técnicas de aterragem.

These handling characteristics in the landing phase, usually associated with other external factors such as meteorology conditions, have contributed to a significant number of events with this model and that ultimately may lead to incidents or accidents.

EASA, following similar events, issued a 2013-20 SIB (Safety Information Bulletin) containing recommendations to manufacturers, operators and training organizations regarding crew training in the recovery of bounced landings.

On this document, manufacturers are encouraged to provide, where not already available, guidance on bounced landing recovery techniques in the applicable manuals, including relevant Crew Resource Management elements.

Operators and training organisations are recommended to ensure that bounced landing recognition and recovery information is available to flight crew members and that training is provided to flight crews by adequately briefing them on the proper techniques to be used.

Finally, EASA recommends that recovery techniques should be consistent with the applicable flight crew operating and training manuals produced by the manufacturers.

Over the years, manufacturer-specific information about Vref has been made available, use of training tools and alert to crews for the importance of using correct landing techniques.

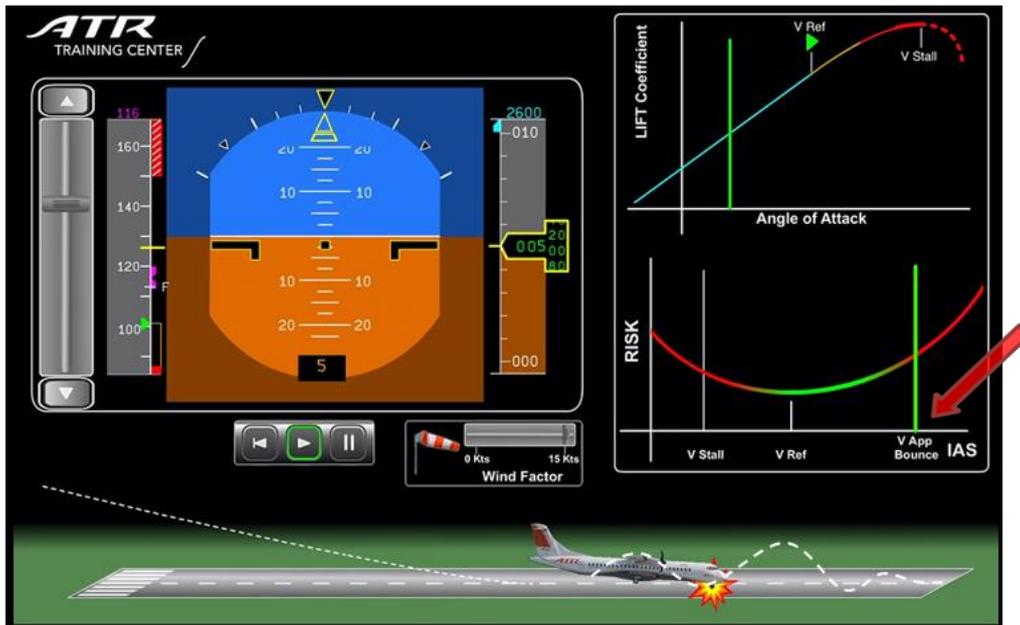


Figura 10 || Figure 10
 Uma das ferramentas de treino (ATR) || A landing training tool (ATR)

Não foi evidenciado pelo operador que as tripulações tenham tido formação específica no reconhecimento e recuperação de aterragem “saltada” ou *bounced* conforme o mesmo SIB 2013-20 da EASA.

It has not been evidenced by the operator, that crews have had specific training in recognition and bounced landing recovery manoeuvre, according to the same EASA 2013-20 SIB.

1.6.3. Navegabilidade e manutenção || Airworthiness and maintenance

A aeronave estava certificada e autorizada a operar, tendo toda a documentação de aeronavegabilidade válida.

The aircraft was certified and authorized to operate, with all valid airworthiness documentation.

De acordo com os registos de manutenção, a aeronave não apresentava anomalias significativas ou relevantes para o acidente.

According to the maintenance records, the aircraft did not present significant or relevant anomalies for the accident.

1.6.4. Massa e centragem || Weight and balance

De acordo com o manifesto de carga para o voo TP1971, a massa à descolagem do avião era de 17.597 kg, incluindo 1.795 kg de carga, e o seu centro de gravidade estaria sempre dentro dos limites estabelecidos para todo o voo.

According to the cargo manifest for flight TP1971, the aircraft take-off mass was 17,597kg, including 1,795 kg of cargo, and its centre of gravity would always be within the limits set for the entire flight.

| LOAD SHEET | | CHECKED | APPROVED | EDNO |
|--|---------|---------------------|--------------|-----------------------------|
| ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS | | | | CJ |
| CAPTAIN'S NAME | | | | |
| FROM/TO FLIGHT | A/C REG | VERSION | CRJW | DATE TIME |
| DPO LIS 191971/20 | CS-DJF | 70Y | 2/2 | 220CT15 2130 |
| LOAD IN COMPARTMENTS | | WEIGHT | DISTRIBUTION | |
| | | 215 | 17 | 0 2/ 0 3/ 0 |
| | | | 4/ | 215 0/ 0 |
| PASSENGER/CABIN BAG | 1580 | 10/ 10/ | 0/ 0 | TTL 20 CAB 0 |
| | | PAX 20 | | SOC 0 |
| | | BLKD 0 | | |
| TOTAL TRAFFIC LOAD | | 1795 | | |
| DRY OPERATING WEIGHT | | 13902 | | |
| ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL | | 15697 | MAX 21000 | L ADJ |
| TAKE OFF FUEL | | 1900 | | |
| TAKE OFF WEIGHT ACTUAL | | 17597 | MAX 23000 | ADJ |
| TRIP FUEL | | 670 | | |
| LANDING WEIGHT ACTUAL | | 16927 | MAX 22250 | ADJ |
| BALANCE AND BEARING CONDITIONS | | LAST MINUTE CHANGES | | |
| DOI | -14.9 | DOI | -20.5 | DEST SPEC CL/CPT 1 - WEIGHT |
| | | LIZFW | -9.1 | |
| MACZFW | 21.2 | | | |
| LITOW | -5.6 | MACTOW | 22.9 | |
| LILAW | -6.8 | MACLAW | 22.4 | |
| | FWD-LMT | ACTL | AFI-LMT | |
| ZEMOC | 17.72 | 21.23 | 31.58 | |
| TOTAL | 16.85 | 22.94 | 32.12 | |
| LWRAC | 17.13 | 22.40 | 32.09 | |
| AS. B10.04 | | | | |
| SEATROW TRIM | | | | |
| UNDERLOAD BEFORE LMC | 5303. | LMC TOTAL | | |
| LOADMESSAGE AND CAPTAIN'S INFORMATION BEFORE LMC | | | | |
| TAXI FUEL | 100 | TAXI WGT | 17697 | MAX 23170 |
| -LIS. 10/10/0/0.0. 7215. 4/215 | | | | |
| -PAX/20. PAX/0 | | | | |

Figura 11 || Figure 11
Folha de carga do voo || Flight loadsheet

1.6.5. Cartão de aterragem || Landing card

O cálculo dos parâmetros da aterragem foi realizado como previsto, antes do início da descida (TOD), confirmando a massa real da aeronave abaixo do peso máximo permitido e nas condições previstas para o aeródromo de destino. Em aeronaves modernas como é o caso desta versão do ATR, essa informação e os valores para as várias velocidades podem ser obtidos a partir do FMS, após a inserção dos dados relevantes para o aeródromo e as condições meteorológicas.

O cálculo para a velocidade de aproximação final deve usar a seguinte fórmula:

$$V_{APP}^8 = V_{REF}^9 + \text{fator do vento}$$

O fator do vento será 1/3 da velocidade mais elevada do vento principal reportada ou a rajada de

The calculation of the landing parameters was carried out as expected before the top of descent (TOD), confirming the actual mass of the aircraft below the maximum permitted weight and as per the destination aerodrome conditions. In modern aircraft as this ATR version, this information and the various speeds values can be obtained from the FMS, after entering the relevant data for the aerodrome and the meteorological conditions.

Computation for the final approach speed should use the following formula:

$$V_{APP}^8 = V_{REF}^9 + \text{wind factor}$$

⁸ V_{APP} - Velocidade de aproximação || Approach speed

⁹ V_{REF} - Velocidade de referencia || Reference Speed

vento completa, com um fator de correção de vento máximo de 15 nós. O fator vento é adicionado para dar uma margem extra prevendo turbulência, risco de vento de cisalhamento, etc.

The wind factor will be the highest of 1/3 of the reported head wind velocity or the gust wind in full, with a maximum wind factor of 15kt. The wind factor is added to give extra margin against turbulence, risk of wind shear etc.

A V_{APP} para a massa de 17.1 Ton calculada para a aterragem em LPPT era 101 KIAS e a V_{GA}^{10} de 110 KIAS.

The V_{APP} for the weight of 17.1 Ton calculated for LPPT landing was 101 KIAS and the V_{GA}^{10} 110 KIAS.

| WHITE Airways | | ATR 42/72 | | LANDING | |
|--|--------------|-----------------|------------|---------|--|
| FLT Nr. TP 1971 | DEST: LPPT | ELEV: 3741 | ALTN: LIPR | | |
| ATIS: F 210/13 | WLIM 22350ft | LW 17118 | ACC 1400' | | |
| RWY: 21 | GA TQ 100% | FLAPS 30° | 3000' | | |
| Wind: 210/13 | 1,1 VMCA 107 | VAPP no wind 97 | | | |
| Vis/RVR: 10km | VGA 110 | VAPP 101 | | | |
| Ceiling 800ft | VFGA 0° norm | VmLB 0° icing. | | | |
| T° 19/17 | 15° icing | RB: 147 | | | |
| QNH: 1002 | WB: 123 | | | | |
| $(VAPP) 97 + (1/3 \text{ Wind speed}) 4 = 101$ | | | | | |

Image:White Airways

Figura 12 || Figure 12

Cartão de aterragem do TP 1971 || Landing card for TP 1971

A tripulação optou por usar o fator de correção utilizando o vento informado no ATIS, que era de 210/13, somando 4 kt (1/3) à V_{APP} sem vento. A V_{APP} final ficou calculada em 101 KIAS.

The crew elect to use the correction factor using the ATIS-reported wind, which was 210/13, adding 4kt (1/3) to the V_{APP} no wind. The final V_{APP} was calculated at 101 KIAS.

1.7. Informação meteorológica || Meteorological information

As condições previstas para o aeroporto de Lisboa, LPPT informação "F" eram: operação noturna, chuva, ILS pista 21 CAT I vento 210/13kt, teto 1000ft, temperatura 19° e QNH 1002hPa.

The expected conditions for the Lisbon airport, LPPT information "F" were: nocturnal operation ILS Rwy 21 CAT I, rain, wind 210/13kt, runway 21, ceiling 1000ft, temperature 19° and QNH 1002hPa.

A aproximação final à pista ocorreu em condições de chuva e com alguma turbulência moderada.

The final approach to the track occurred in rainy conditions and with some moderate turbulence.

A recolha e processamento dos parâmetros e dados meteorológicos (*weather*), vento,

The gathering and processing of weather data and parameters wind, temperature, pressure,

¹⁰ V_{GA} - Velocidade de borrego || Go around speed

temperatura, pressão, chuva, visibilidade, RVR, QNH, nuvens, etc., são feitos através do sistema AWOS¹¹ em LPPT.

Com base nestes dados, os observadores meteorológicos, elaboram e validam os comunicados meteorológicos *METAR/SPECI* e *MetReport/SPECIAL*, com periodicidade de 30 minutos.

Os reportes SPECI e SPECIAL não têm periodicidade definida e ocorrem sempre que haja uma alteração, previamente definida, em qualquer dos parâmetros meteorológicos.

METAR LPPT

201610222100 222100Z 210/15 190V270 9999
SCT 014 FEW020CB 19/17 Q1002

201610222130 222130Z 220/15 190V270 9999
FEW 010 BKN018 FEW020CB 17/16 Q1002

201610222200 222200Z 220/15 190V270 9999
FEW 010 BKN018 FEW020CB 17/16 Q1002

rain, visibility, RVR, QNH, clouds, etc., is achieved through the AWOS¹¹ system in LPPT.

Based on these data, the meteorological observers compile and validate METAR / SPECI and MetReport/SPECIAL weather reports, releases periodicity each 30 minutes.

The SPECI and SPECIAL releases do not have any defined periodicity and occur whenever there is a change, previously defined, in any of the meteorological parameters.

METAR LPPT

201610222100 222100Z 210/15 190V270 9999
SCT 014 FEW020CB 19/17 Q1002

201610222130 222130Z 220/15 190V270 9999
FEW 010 BKN018 FEW020CB 17/16 Q1002

201610222200 222200Z 220/15 190V270 9999
FEW 010 BKN018 FEW020CB 17/16 Q1002

1.7.1. Briefing meteorológico || Weather briefing

As cartas de previsão meteorológicas fazem parte dos documentos recebidos durante o briefing dos pilotos para a jornada do dia, de acordo com o "guidance for checklist preparation" da operadora da aeronave em "Weather considerations". Entre outras informações, que estão previstas no *Dispatch All Flights Checklist*, documento do operador (DOV 58/01-02-2015), os pilotos atestaram que receberam todos os documentos para o voo e estes foram analisados.

Foi constatado que todas as cartas meteorológicas recebidas no início da jornada estariam desatualizadas à hora da realização do último voo do dia e voo do acidente.

The weather forecast charts are part of the pilot's documents received during the briefing for the day's journey, according to the aircraft operator's "guidance for checklist preparation" in "Weather considerations". Among other information, which are provided in the Dispatch All Flights Checklist, operator document (DOV 58 / 01-02-2015), the pilots confirmed that they received all the documents for the flight and these were analysed.

It was found that, all meteorological charts received at the beginning of the day, would be outdated at the time of the last flight of the day and flight of the accident.

¹¹ AWOS (Automated Weather Observing System) sistema de informação meteorológica do aeroporto que fornece continuamente e em tempo real relatórios sobre as condições meteorológicas do aeroporto || AWOS (Automated Weather Observing System) is an airport weather system that provides continuous, real time information and reports on airport weather conditions.

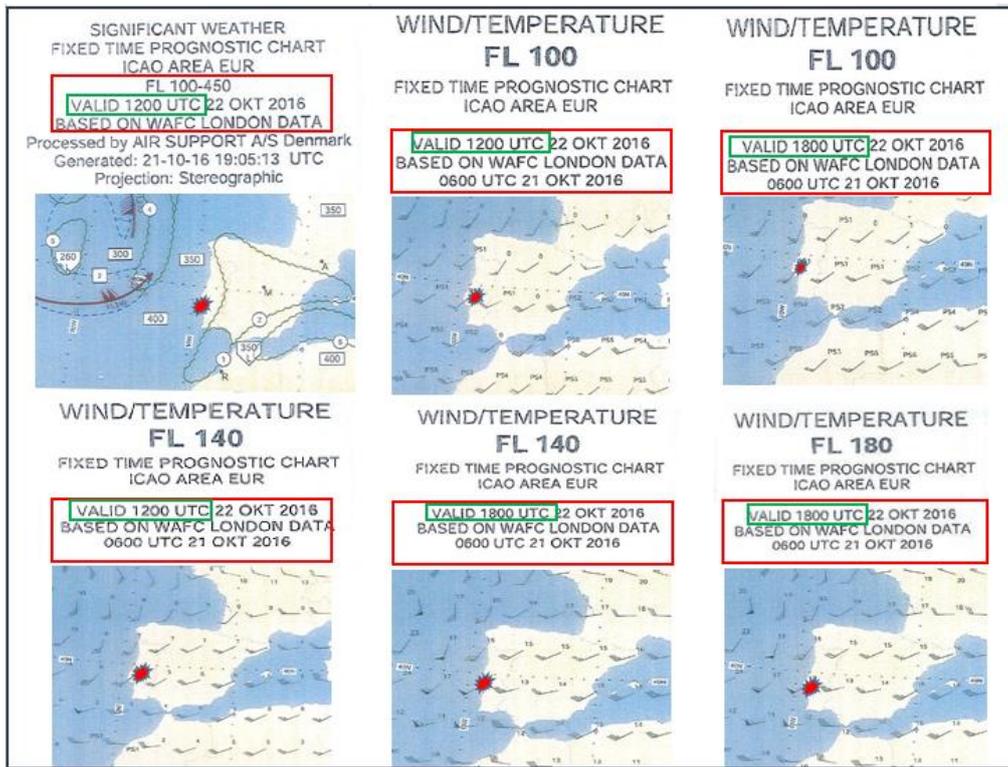


Figura 13 || Figure 13

Cartas meteorológicas fornecida à tripulação || Meteorological charts provided to crew

1.7.2. Informação meteorológica adicional || Additional weather information

Foram ouvidas as tripulações do voo TP1971 bem como aquela que conduzia o voo que aterrou imediatamente antes do ATR acidentado.

As declarações dos tripulantes PIC/PF e SIC/PM do voo acidentado não foram coerentes, apresentando diferenças significativas em relação a variações da velocidade do ar com desenvolvimento vertical (correntes ascendentes e descendentes).

A tripulação da aeronave que precedeu o voo acidentado, referiu que o vento estava constante, na direção reportada e não houve incidência de nenhum fator climático fora do normal. Referiu que a aproximação final estava trabalhosa, mas que logo após cruzarem a soleira da pista 21, o movimento da massa de ar sentida diminuiu significativamente.

A pista principal de LPPT possui 3 anemómetros distribuídos pela pista. As leituras dos dois anemómetros junto ao local do acidente são mostradas na figura abaixo.

The TP1971 flight crew, were heard as well as the crew conducting the flight that landed just before the accident ATR.

The ATR crew's PIC/PF and SIC/PM statements were inconsistent regarding the airspeed variations with vertical development (ascending and descending currents).

The aircraft crew that preceded the accident flight reported that the wind was fixed in the reported direction and there was no incidence of any unusual climatic factors. They stated that the final approach was laborious, but that soon after crossing the runway 21 threshold, the felt air movement decreased significantly.

The main LPPT runway has 3 anemometers distributed along its extent. The readings of two anemometers near the accident site are shown in the figure below.

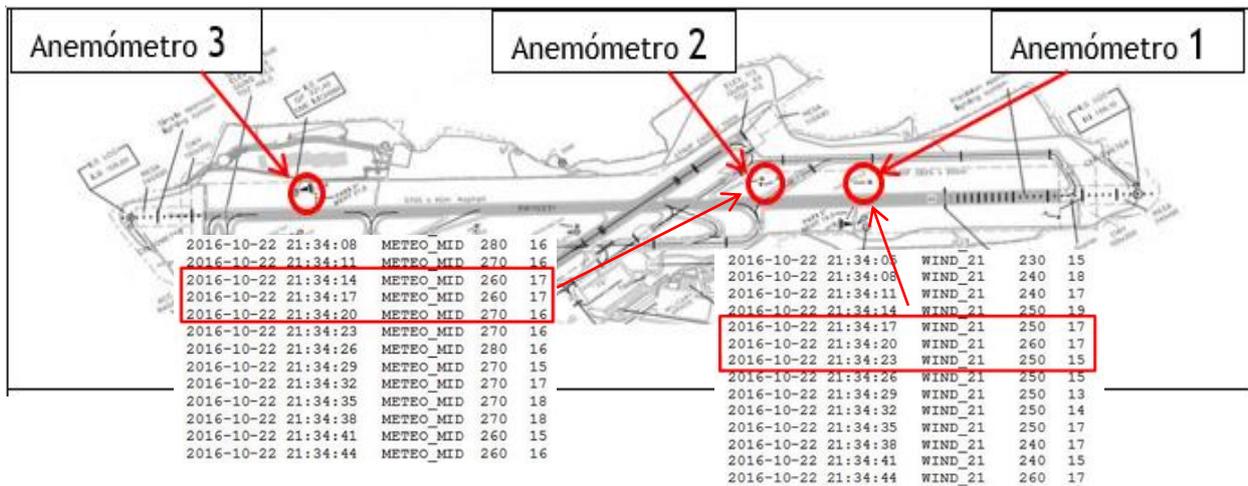


image: GPIAAF

Figura 14 || Figure 14

Posição dos anemómetros com os valores registados pista 03/21 || RW03/21 anemometers position and recorded values

Depois de reunidos todos os dados disponíveis nas diversas fontes acima referidas, foi solicitada uma análise a um especialista em meteorologia para validação de possíveis cenários envolvendo fenómenos atmosféricos locais significativos. Nenhum dos cenários considerados se revelou fator preponderante para a análise meteorológica, confirmando-se a redução da intensidade do vento junto ao solo.

After gathering all the data available in the above mentioned sources, an analysis was requested to a meteorologist to validate possible scenarios involving significant local atmospheric phenomena. None of the scenarios considered proved to be a preponderant factor for the meteorological analysis, confirming a wind speed decrease close to ground level.

1.8. Ajudas à navegação || Aids to navigation

Todos os sistemas de auxílio de navegação e aproximação de precisão em uso na fase final do voo e aterragem na pista 21 estavam a operar corretamente.

All navigation aids and precision approach systems in use in the final phase of flight and landing on runway 21 were operating correctly.

1.9. Comunicações || Communications

Os equipamentos de comunicação da aeronave usados nas transmissões ar solo e entre tripulantes estavam em perfeitas condições de operação, assim como os equipamentos de terra usados nas comunicações com a aeronave.

The aircraft communication equipment used in the air-ground and crew-to-air transmissions was in perfect operating condition, as were the ground equipment used in communications with the aircraft.

O serviço de controlo de tráfego aéreo foi analisado, tendo-se mostrado eficiente e seguido os padrões e práticas recomendadas.

The air traffic control service was analysed and proved to be efficient and followed the standards and recommended practices.

1.10. Informação do aeródromo || Aerodrome information

O Aeroporto Humberto Delgado, antes denominado de Aeroporto da Portela, (códigos IATA: LIS, ICAO: LPPT) é composto por duas pistas 17/35 e 03/21. A pista 03/21 tem um comprimento de 12484 x 148 pés e é coberta de asfalto.

A soleira da pista 21 tem uma elevação de 105.7m (346 pés), rumo 207° e TDZE¹² de 354 pés (107.89m). A soleira está deslocada (*Displaced Threshold*) em 1.969 pés, do início da pista.

O aeroporto de Lisboa foi, dentro do quadro legal de concessão do serviço público aeroportuário de apoio à aviação civil, concessionado à empresa ANA - Aeroportos de Portugal S.A que é também a empresa gestora de outros 9 aeroportos em Portugal. Em setembro de 2013 a ANA passou a integrar a rede de aeroportos da VINCI Airports. A VINCI Airports, gere aeroportos em França, Camboja, Chile, Japão, República Dominicana e Brasil.

O aeroporto de Lisboa dispõe de um plano de emergência que foi imediatamente ativado em sequência da comunicação da tripulação do voo ao serviço de tráfego aéreo e cancelados os movimentos no aeroporto.

Logo após o acidente, depois de confirmada a emergência, às 21:36:51 foi ativado o *crash alarm* e os serviços de emergência chegaram dois minutos depois.

Foi logo de seguida confirmada a obstrução da pista pois a aeronave não estava capaz de se deslocar pelos próprios meios. Não foram autorizadas aterragens ou descolagens por 92 minutos.

Recolhidas as informações e conforme estipulado no referido plano de emergência, apenas às 23:08 foi emitido um NOTAM a encerrar ambas as pistas. Oito minutos depois, às 23:16 e ainda com pessoal junto à aeronave, foi emitido um novo NOTAM a reabrir a pista 17/35, que permitiu realizar 18 movimentos (aterragens e descolagens).

Humberto Delgado Airport, before called Portela Airport, (IATA code: LIS, ICAO code: LPPT), has two runways 17/35 and 03/21. Runway 03/21 has a length of 12,484'x148' asphalt covered.

Runway 21 threshold has an elevation of 346ft (105.7m), bearing 207° and TDZE¹² of 354ft (107.89m). The threshold is displaced in 1,969ft, from the beginning of the runway.

The Lisbon airport within the legal framework concession of the public service airport to support civil aviation, concessioned to ANA - Aeroportos de Portugal SA, which is also the managing company of nine other airports in Portugal. In September 2013, ANA became part of VINCI Airports network. VINCI Airports manages airports in France, Cambodia, Chile, Japan, the Dominican Republic and Brazil.

The Lisbon airport has an emergency plan that was immediately activated, following the flight crew's communication to the air traffic service and cancelled the airport movements.

Soon after the accident, after confirming the emergency, at 21:36:51 the crash alarm was activated and the emergency services arrived two minutes later.

The runway obstruction was soon confirmed since the aircraft was not able to move by its own means. On take-off or landings were authorized for 92 minutes.

Once the information was collected and as required in the emergency plan, only at 23:08 a NOTAM was issued to close both runways. Eight (8) minutes later, at 23:16 and with personnel around the aircraft, a new NOTAM was issued to reopen the runway 17/35, which allowed eighteen aircraft movements (take-off and landings).

¹² TDZE- Elevação da zona de aterragem é a maior elevação nos primeiros 3000 pés da pista, começando na soleira || TouchDown Zone Elevation is the highest elevation in the first 3000 feet of the runway starting at the threshold

A pista 03/21 apenas foi libertada e dada como operacional às 4:19, sobretudo devido à falta de meios do aeroporto para auxiliar a remoção da aeronave da posição final após o acidente.

Runway 03/21 was reopened and considered operational only at 4:19, mainly due to the lack of airport equipment to assist the aircraft removal from the final position after the accident.

1.11. Gravadores de voo || Flight recorders

Ambos os gravadores de dados e voz do voo foram recolhidos no local logo depois do acidente. Os dados desses dispositivos foram descarregados com sucesso no dia seguinte.

Os quatro canais de gravações do CVR apresentaram boa qualidade e cobriram toda a operação de LPPR para LPPT.

Os parâmetros gravados pelo FDR estavam íntegros e permitiram uma reconstituição precisa da dinâmica do acidente. Os dados foram analisados e validados em conjunto com a ATR, fabricante da aeronave, com a entidade de investigação congénere Francesa, BEA, e usadas as ferramentas de interpretação adequadas.

The flight data and voice recorders were both recovered on the accident site. The data from these devices was successfully downloaded in the following day.

The four CVR recording channels shown good quality and covered the entire operation from LPPR to LPPT.

The recorded FDR parameters were intact and allowed an accurate reconstruction of the accident dynamics. The data were analysed and validated with the help of ATR, the aircraft manufacturer, with the French safety investigation authority, BEA, and using the appropriate interpretation tools.

1.12. Destroços e informação sobre os impactos || Wreckage and impact information

Com exceção dos componentes das rodas de nariz e eixo do trem ilustradas na figura 7, a aeronave manteve a sua integridade estrutural, apenas com algumas deformações na zona 711, fuselagem dianteira.

Relativamente aos dados dos impactos, a reconstituição da fase final do voo a partir dos dados de voo, permitiram determinar a dinâmica da aeronave, esquematizada na figura abaixo com a respetiva legenda de eventos.

A velocidade de ar computada (evento 1) revelou-se acima do valor calculado e recomendado para a aproximação ($V_{APP}=101$ nós) que levou a aeronave a "flutuar" sobre a pista dissipando um mínimo de energia durante o arredondamento.

O evento 2 mostra a aeronave a ser comandada pelo PIC/PF a baixar o nariz, forçando a que o primeiro toque na pista ocorra em torno dos -3° nariz em baixo.

A partir deste primeiro toque, e sem ter sido executada pela tripulação uma manobra de *rejected*

Except for the nose and axle wheels components of the nose landing gear shown in figure 7, the aircraft maintained its structural integrity with some permanent deformations in the forward fuselage, zone 711.

Regarding the impact data, the reconstitution of the final flight phase with flight data recorder, allowed to determine the aircraft dynamics, outlined in the figure below with the respective event legend.

The computed air speed (event 1) was above the calculated and recommended approach value ($V_{APP} = 101$ knots) which caused the aircraft to "float" on the runway dissipating a minimum of energy during the flare.

Event 2 shows the aircraft to be commanded by the PIC/PF to lower the nose, forcing the first touch on the runway to occur around -3° nose down.

From this first touch, the crew did not performed a rejected landing manoeuvre, then, the aircraft begins an oscillating movement by touching and

landing, a aeronave inicia um movimento oscilatório tocando e danificando o trem de nariz mais duas vezes antes do trem principal, com ângulos de nariz em baixo acima dos -6° (evento 3).

damaging the nose gear two more times before the main gear, with nose angles below -6° (event 3).

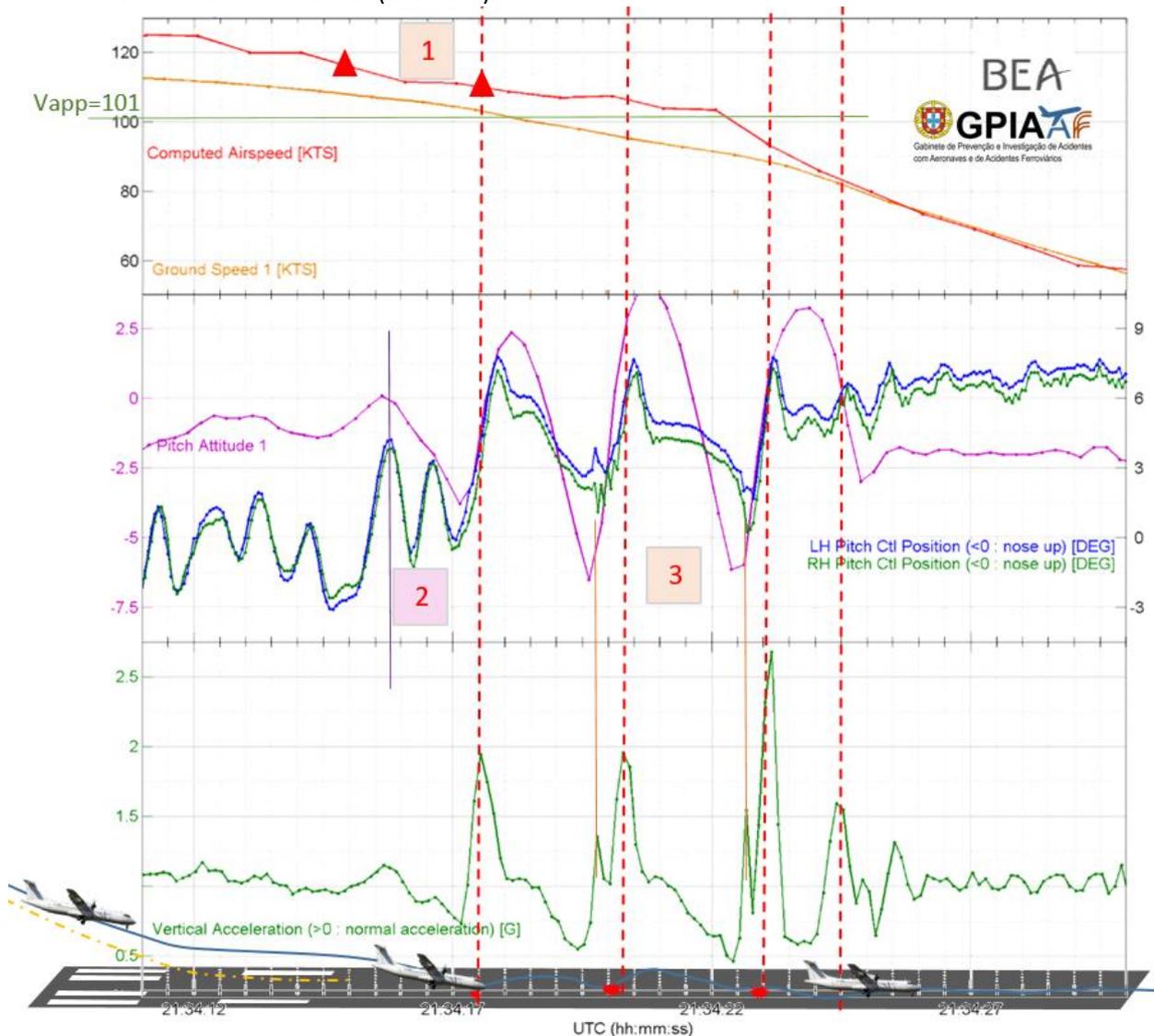


Image: GPIAAF

Figura 15 || Figure 15
 Perfil da aterragem || Landing profile

A cada movimento oscilatório, a asa ganha força de sustentação pelo ângulo de ataque aplicado e velocidade do ar ainda acima do recomendado para a massa e configuração da aeronave.

At each oscillatory movement, the wing gains lift force by the applied angle of attack and air speed still above the recommended to the aircraft mass and configuration.

Após o terceiro toque e com a velocidade de ar computado em torno do 90 nós, a aeronave volta para o ar uma última vez e completa a aterragem terminando o movimento denominado de *porpoise landing*.

After the third touch, and with the computed air speed around 90 kt, the aircraft slightly get to the air for the last time and completes the landing by finishing the so-called porpoise landing.

Agora sobre as rodas dos trens principais e perna do trem de nariz, já sem as rodas e eixos deste, há libertação de material incandescente pelo

Now on the main wheels and nose landing gear without the wheels and axles, some incandescent

contacto das partes remanescentes de aço-carbono dos eixos com a pista. A aeronave desacelerou e imobiliza-se sem problemas adicionais.

material was released by the contact of the remaining carbon steel parts of the axles with the ground. The aircraft decelerates and stands still without additional problems.

1.13. Informação médica e patológica || Medical and pathological information

Não ficou evidenciado qualquer fator de incapacitação médica do piloto PIC/PF que possa ter afetado sua capacidade de controlar a aeronave. Cerca de duas horas após o acidente, foram realizados testes toxicológicos de despiste de álcool a ambos os tripulantes técnicos. Ambos os pilotos apresentaram, zero por cento de álcool no sangue.

There was no evidence that the pilot PIC/PF suffered any sudden illness or incapacity which might have affected his ability to control the aircraft. A toxicology report revealed zero per cent alcohol in both pilots blood. The test was taken about two hours after the accident.

1.14. Fogo || Fire

Não houve desenvolvimento de fogo no acidente, as faíscas reportadas por um passageiro à tripulação terão sido resultado do contacto das superfícies metálicas de aço-carbono da secção do eixo do trem de nariz remanescente com o solo.

There was no fire involved in the accident; the sparks reported by a passenger to the crew were the result of the carbon steel metal NLG section surfaces contact with the ground.

1.15. Aspectos de sobrevivência || Survival aspects

Atendendo à dinâmica da aterragem e aos consequentes danos na aeronave, não esteve em causa o espaço de sobrevivência ou possibilidade de ferimentos por fatores diretos externos como acelerações decorrentes da dissipação de energia ou fogo.

Given the dynamics of the landing and the consequent damage to the aircraft, it was not an issue the survival space or possibility of injuries by external direct factors such as accelerations due to energy or fire dissipation.

O PIC, determinou que os passageiros e a tripulação estavam mais seguros dentro do avião e não ordenou evacuação.

The PIC determined that passengers and crew were safer inside the aircraft rather than ordering an evacuation using the emergency exits.

Não foi possível determinar se todos os passageiros foram mantidos informados durante o evento.

It was not possible to determine if all passengers were kept informed during the event.

1.16. Ensaios e pesquisas || Tests and research

1.16.1. Exame detalhado ao eixo do trem de nariz || Detailed examination to the NLG axle

Foi entendido como necessária a avaliação da condição dos eixos do trem de nariz quanto a eventuais danos pré-evento, bem como o seu modo de falha. Para essa análise técnica detalhada, a investigação solicitou ao IDMEC, Instituto de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico um estudo completo com observação microscópica das áreas da fratura usando microscópio de varrimento eletrónico para identificar o modo de falha, análise química do material por técnica de espectrometria por raio-X (EDS), dureza (Vickers) e a estimativa de cargas envolvidas.

O material do eixo é constituído por uma liga de aço com cromo e níquel como elementos de liga, apresentando uma microestrutura martensítica que revela que foi temperado a uma temperatura baixa; este tratamento térmico aumenta a resistência do aço de liga, mas tem uma dureza limitada; medições de dureza e observações metalográficas confirmaram o tipo do material.

It was understood as necessary to assess the nose landing gear axles condition for possible prevent damage, as well as their failure mode. For this detailed technical analysis, the investigation contracted IDMEC Instituto de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico, for a complete study with microscopy observation of the fracture areas using scanning electron microscope to identify the failure mode, chemical analysis of the material by spectrometry technique by X-ray (EDS), hardness (Vickers) and the involved loads estimated.

The axle material is an alloy steel with Chromium and Nickel as the alloy elements, present a martensitic microstructure which reveals that has been tempered and quenched at a low temperature; this heat treatment increases the strength of the alloy steel but has a limited toughness; hardness measurements and metallographic observations have confirmed the type of the material.

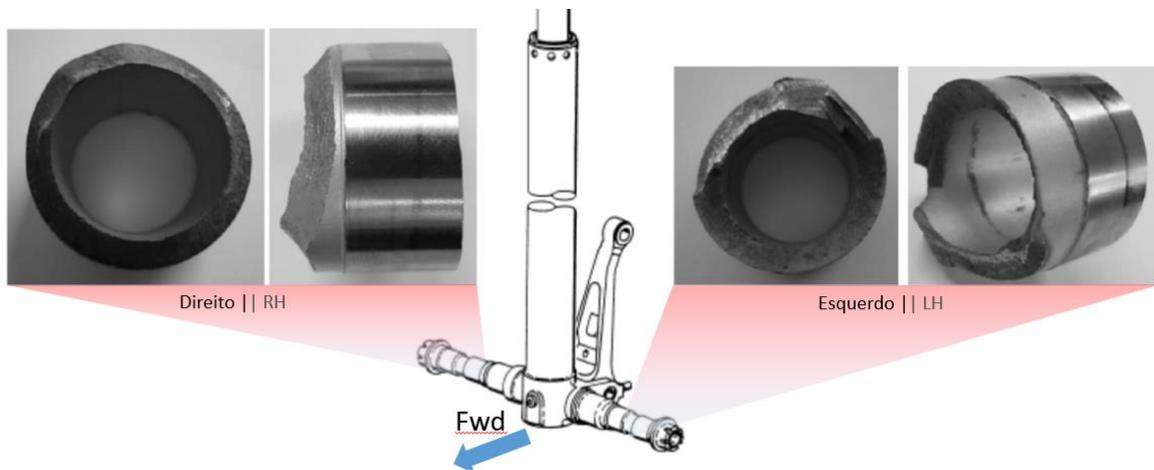


Image: IDMEC

Figura 16 || Figure 16
Eixos do trem de nariz danificados || Damaged NLG wheel axle

Ambos os lados do eixo do trem de nariz foram sujeitos aos mesmos exames, onde foram constatados os seguintes danos:

Alguns defeitos da microestrutura foram observados na superfície do eixo próximo da área de falha no eixo lateral direito, entre o revestimento de cádmio e a zona de *shotpeening*, mas não se

Both the NLG axis were under the same tests, which had the following damage:

Some microstructure defects were observed at the surface of the axle near the failure area on RH side axle, between the Cadmium coating and the

pode concluir que estes estejam na origem da falha.

A figura abaixo mostra uma das fissuras superficiais associadas à falha, respectivamente em duas ampliações; as imagens mostram ambas as faces dos sulcos onde podem ser consideradas como fratura inicial e faces com sulcos deformados devido às superfícies de cisalhamento e deslizamento no plano de deslizamento subsequente ao crescimento da fissura.

shotpeening zone, but cannot be concluded that they are the origin of the failure.

The figure below shows one of the surface cracks associated to the failure, respectively at two magnifications; the pictures show both dimple faces in where can be considered an initial crack and deformed dimple faces due to shear and sliding surfaces in the subsequent crack plane of the crack growth.

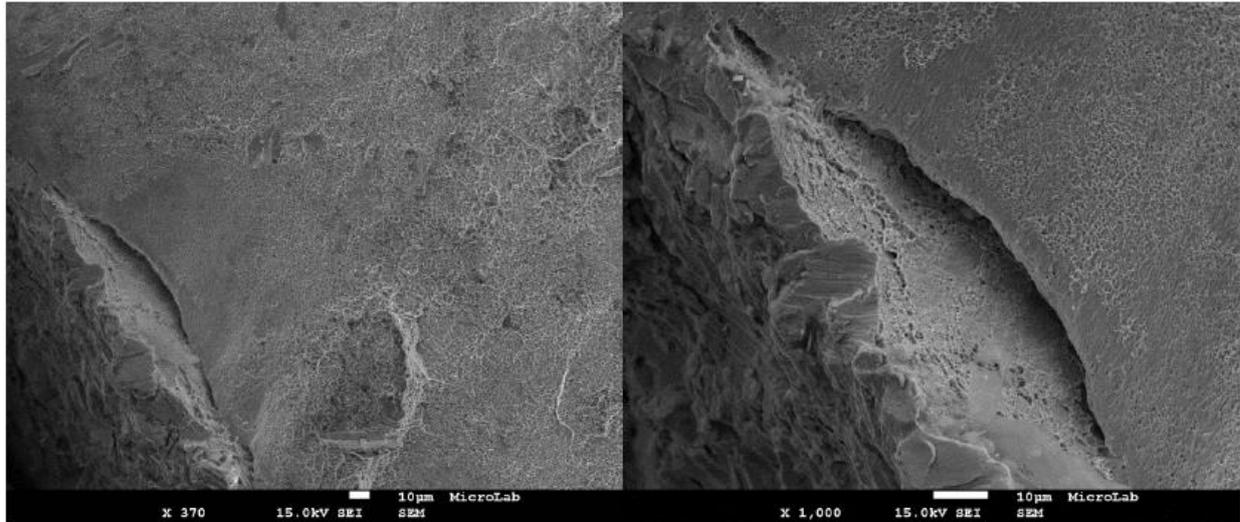


Image: IDMEC

Figura 17 || **Figure 17**

Fissura de fadiga lateral direita || Fatigue cracks - RH side

Em relação à falha do eixo no lado esquerdo, esta ocorreu por sobrecarga devido a tensões de cisalhamento causadas por um momento de torção que foi o principal responsável pela falha do eixo.

Essa mesma falha do lado esquerdo foi caracterizada por forças de torção, portanto, considera-se que a falha ocorreu após a falha do eixo do lado direito. A observação da superfície da fratura (figura 18) mostra a maioria das faces com sulcos características de falha devido ao efeito de sobrecarga com tensões elevadas.

Regarding the failure of the axle on the LH side, this occurred by overloading, due to shear stresses, caused by a torsion moment that was the main driver for the failure of the axle.

This same LH side failure was characterized by torsion; therefore, it is considered that the failure occurred after the failure of RH side. The observation of the fracture surface (Figure 18) shows a majority of faces with dimples characteristic of failure due to overloading effect with high stresses.

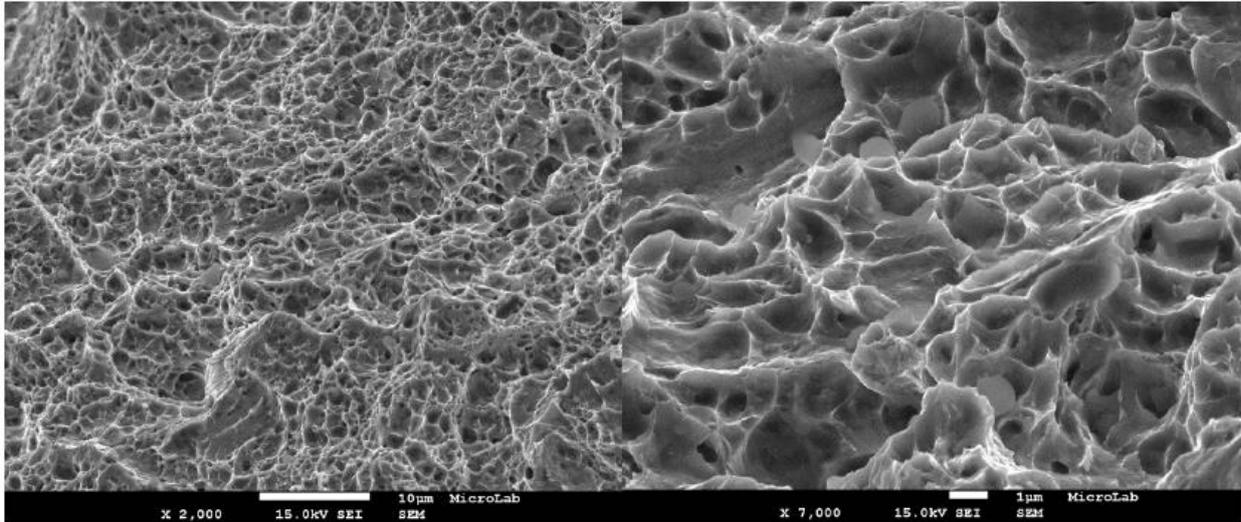


Image: IDMEC

Figura 18 || Figure 18
 Efeito tensões de corte - lado esquerdo || Shear stress effect - LH side

1.17. Informação sobre organização e gestão || Organizational and management information

Um dos objetivos da marca TAP Express da qual a operação ATR72 faz parte, foi a operação com centralização de tráfego no *hub*¹³ de Lisboa. A frota ATR72 operada pela White airways voa para destinos até cerca de 2 horas, sendo uma operação exigente e intensa na relação horas/ciclos realizados, tanto para os equipamentos como para as tripulações.

O número de tripulações disponíveis bem como a alocação das mesmas, tendo em conta as referidas rotas com alta frequência e com pernoita em muitos dos destinos, tornam de facto a operação particular e exigente para as tripulações.

Dos dados disponibilizados pelo operador relativos ao planeamento da operação, foi possível constatar que as tripulações, embora sem excederem consistentemente os tempos regulamentares, estavam sujeitas a um esforço significativo de disponibilidade para longas jornadas de trabalho.

One of the TAP Express brand objectives of which the ATR72 operation is part of, was the traffic feeding to Lisbon hub¹³. The ATR72 fleet operated by White airways flies to destinations for up to 2 hours, being a demanding and intense operation regarding the performed hours/cycles for both the equipment and crews.

The number of flight crews available as well as the roster, taking into account such high frequency and overnight flights in many destinations, make the operation particularly demanding for the crews.

From the provided data by the operator concerning the planning of the operation, it was possible to verify that the crews, although without consistently exceeding the regulatory duty times, they were scheduled to make a significant effort of availability for long working hours.

¹³ HUB – Aeroporto usado por uma ou várias transportadoras aéreas para concentrar e distribuir passageiros ou carga || hub airports are used by one or more airlines to concentrate and distribute passenger or cargo at a given airport.

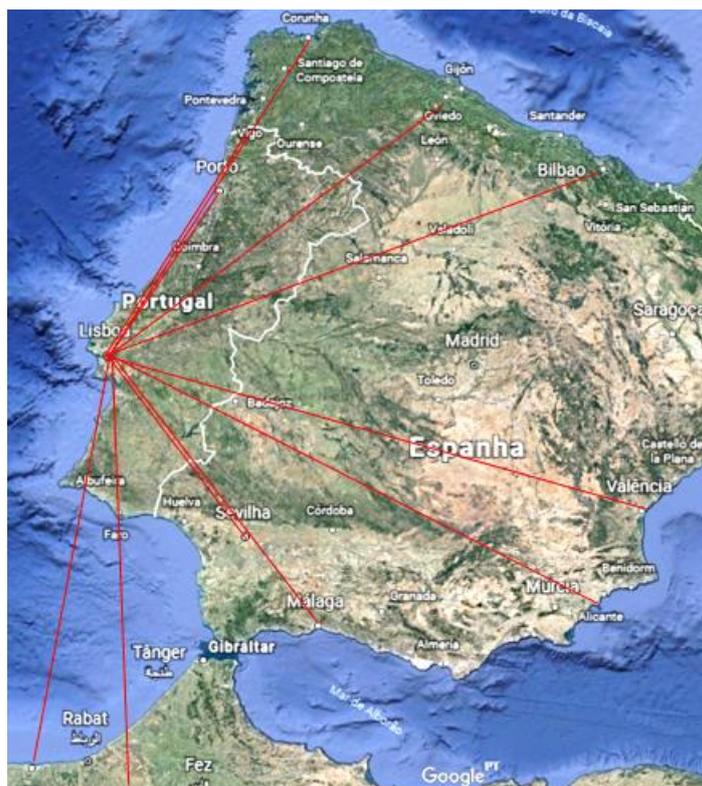


Figura 19 || Figure 19
Rotas TAP express ATR 2017 || 2017 TAP Express ATR routes

Não foi evidenciado pelo operador uma análise de risco à exposição continuada das tripulações a este tipo de operação e tendo em conta por exemplo a relação hora ciclo voada, a operação continuada numa mesma rota (LPPT-LPPR) ou as pernoitas fora da base.

The operator did not evidence a risk analysis for the continued exposure of crews to this type of operation and taking into account, for example, the ratio flight hour/flight cycle, continued operation on the same routes (LPPT-LPPR) or the splits.

1.18. Informação adicional || Additional information

Foi realizada uma recolha das ocorrências do operador relativamente a eventos de dificuldades de pilotagem da aeronave ATR72 na fase final de arredondamento para a aterragem sendo constatadas:

Ano de 2016: Sem ocorrências registadas.

Ano de 2017: 3 eventos.

Ano de 2018: 12 eventos, incluindo um acidente.

Nota: Considerados apenas eventos com relevância para a análise como toque na pista com a cauda, aterragem saltada ou aterragem rejeitada.

O operador dispõe de um departamento de análise de dados de voo que analisa todos os eventos

Occurrences data gathering was conducted to the operator regarding the aircraft ATR72 handling difficulties events in the final phase of flight during the flare and landing, and it was found:

Year 2016: No occurrences recorded.

Year 2017: 3 events.

Year 2018: 12 events, including one accident.

Note: Considered only events with relevance to the analysis such as tail skid/strike, bounced landing or rejected landing.

The operator has a flight data analysis department that analyses all events and should propose

e deverá propor medidas de mitigação à gestão sobre os desvios detetados.

O operador não evidenciou a tomada de ações de mitigação efetivas até à publicação do presente relatório, embora tenha declarado que foram iniciadas ações pelo departamento de safety para estabelecer com TRE/TRI, LTC e chefe de frota planos para a gestão da energia na aterragem.

O seguimento das ações pelo operador referentes ao fenómeno de aterragem saltada, mitigação, controlo do risco e supervisão da operação será objeto de estudo e vertido no relatório de um outro acidente do mesmo operador ocorrido em Fez, Marrocos a 06 de Julho de 2018, referência GPIAAF 06/ACCID/2018.

mitigation measures to the management on the detected deviations.

The operator did not show effective mitigation actions until the publication of this report, although it has stated that actions were taken by the safety department to establish plans for managing the landing energy with TRE / TRI, LTC and fleet manager.

The operator actions follow-up regarding the bounced landing phenomenon, mitigation, risk control and operation oversight, will be studied and drawn on other accident report from the same operator occurred in Fez, Morocco on July 06, 2018, GPIAAF reference: 06/ACCID/2018.

1.19. Técnicas de investigação úteis ou eficazes || Useful or effective investigation techniques

Análise por várias entidades independentes dos dados FDR e consolidados na reconstituição de todo o voo.

FDR data analysis with several independent entities and consolidated in the entire flight reconstitution.

Página intencionalmente deixada em branco || Page intentionally left blank

2. ANÁLISE || ANALYSIS

2.1. General || General

A tripulação efetuava a sua sexta etapa de voos entre Lisboa e Porto em ambiente meteorológico desfavorável. Nesta última etapa antes do descanso semanal, o voo do acidente, o ambiente do cockpit indicava cansaço em ambos os pilotos com realização de briefings incompletos e não realizados nos momentos previstos, atividades não pertinentes para a condução do voo e algumas falhas como enganos na seleção da frequência do ILS em Lisboa.

Após adquirir referências visuais, o PIC/PF continuou a aproximação sempre com uma velocidade acima da velocidade de aproximação calculada a V_{APP} . O SIC/PM informou o PIC/PF desse facto mas não obteve resposta.

De facto, foi observado um aumento da velocidade da aeronave nos últimos 500 pés, devido a não ter sido reduzida a potência pelo PIC/PF, por forma a contrariar o gradiente horizontal do vento.

Já sobre a pista, e depois do arredondamento, o piloto agiu sobre os comandos forçando a aeronave a aterrar com as consequências descritas.

O SIC/PM tomou conta da situação e realizou a maior parte dos procedimentos, tendo o PIC/PF ficado por alguns momentos sem reação.

The crew were completing their sixth flight between Lisbon and Porto in an unfavourable weather environment. In this last leg before the weekly rest period, the flight of the accident, the atmosphere in the cockpit indicated fatigue in both pilots with non-sequenced and incomplete briefings, non-relevant activities to the flight and some failures in the procedures such as mistakes in the Lisbon ILS frequency selection.

After acquiring visual references, the PIC/PF continued the approach always with the speed above the approach calculated speed, V_{APP} . The SIC/PM informed the PIC/PF of this fact but received no response.

Actually, an airspeed increase during the last 500ft was observed, due to a lack of power decrease by the PIC/PF to be consistent with the horizontal wind gradient.

Already over the runway, and after the flare, the pilot commanded the flight controls, forcing the aircraft to land with the described consequences.

The SIC/PM took over the situation and performed most of the procedures, with the PIC/PF remaining for some moments without reaction.

2.2. Condições meteorológicas || Weather conditions

O vento de cisalhamento (*windshear*) é definido como uma mudança súbita da velocidade e / ou direção do vento. A turbulência moderada, que pode estar associada a uma superfície frontal, com nuvens de convecção, é particularmente perigosa para aeronaves em aproximação a um aeródromo. Os principais efeitos do vento de cisalhamento nas aeronaves em voo são a turbulência, o movimento violento do ar (subida ou descida ou ainda remoinhos com rotação do ar), aumento súbito ou redução da velocidade no ar e

Windshear is defined as a sudden change of wind speed and/or direction. Low Level Turbulence, which may be associated with a frontal surface, with thunderstorms or convective clouds, is particularly hazardous to aircraft arriving at an aerodrome. The main effects of windshear on the aircraft are turbulence, violent air movement (up- or downdraught, swirling or rotating air patterns) sudden increase or reduction of airspeed and sudden increase or decrease of ground speed and/or drift.

aumento ou diminuição repentina da velocidade da aeronave em relação ao solo.

O PIC/PF afirmou que durante a aterragem, foram sentidas forças verticais e horizontais (*windshear*). Por esse motivo foi solicitado um estudo a especialistas em meteorologia, onde a análise evidenciou que tais movimentos seriam pouco prováveis.

Os anemômetros da pista não mostraram variações significativas que pudessem indicar o fenômeno de *windshear*.

Os pilotos que aterraram imediatamente antes do voo acidentado não relataram nenhum tipo de vento ou correntes de ar significativos.

As condições do vento no momento do acidente foram consideradas pela investigação como um fator climático não relevante.

The PIC/PF stated that during landing, vertical and horizontal forces were felt (*windshear*). For that reason, a dedicated study was requested to experts and the analysis shown that such movements were unlikely to be observed.

The runway anemometers did not shown significant variations that could indicate the *windshear* phenomenon.

The pilots who landed in front of the occurrence flight did not report any type of wind/drafts.

Wind conditions on the accident was not considered as a relevant weather factor by the investigation.

2.3. Procedimentos operacionais || Operational procedures

2.3.1. Listas de verificação e a fadiga || Check lists and fatigue

Os briefings são uma parte essencial da preparação do voo e representam um momento crítico para o entrosamento da equipa, o estabelecimento de liderança e a oportunidade de obter e selecionar todos os dados operacionais pertinentes para o voo.

Os briefings de decolagem, cruzeiro e aproximação/borrego devem ser realizados antes de cada fase do voo, para garantir o entendimento entre os tripulantes e a aplicação efetiva da gestão de recursos da tripulação (CRM).

De acordo com o SOP do operador, os briefings devem ser realizados na íntegra e cumpridos independentemente de quão familiar os tripulantes estão com o plano de voo, e, entre si. Este é um dos momentos mais críticos para o desenvolvimento da sinergia da tripulação, porque são tomadas decisões vitais e muitas vezes irreversíveis (por exemplo, despacho de quantidade de combustível, carregamento, degelo, rotas, etc.).

Briefings are an essential part of flight preparation and represent a critical moment for team building, leadership establishment and an opportunity to gather and select all operational data to the upcoming flight.

Takeoff, cruise and approach/go-around briefings should be conducted before each flight phase to ensure understanding among crewmembers and the effective application of crew resource management (CRM).

The operator's SOP establishes that a thorough briefing must be conducted regardless of how familiar the crewmembers are with the flight plan and each other. This is one of the most critical moments for developing crew synergy, because vital and often irreversible decisions are made (e.g., dispatch fuel quantity, loading, deicing, routing, etc.).

No final da fase de preparação do voo, todos os elementos da tripulação devem ter o mesmo modelo mental em relação ao planeado e possíveis problemas que possam surgir nas operações normais. Além disso, a tripulação deve concordar os procedimentos a serem usados em caso de eventos inesperados que possam interromper o padrão normal das operações de voo.

Em situações de carga de trabalho elevada, a tripulação é particularmente vulnerável a erros se as suas estratégias de execução das tarefas falharem. Durante períodos de reduzida carga de trabalho, por exemplo em cruzeiro, um tipo diferente de erro pode surgir decorrendo do reduzido nível de alerta e que tipifica esta fase de voo associado, por vezes, a uma certa complacência.

Como referido anteriormente, a tripulação fazia a sua sexta perna na mesma rota e a regressar à base. Foram evidenciadas falhas nos procedimentos, provavelmente por tentativa de simplificação e precipitação de tarefas, eventualmente por fadiga.

Usando o Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos (HFACS) como uma estrutura para fornecer formas úteis para uma avaliação resumida, podemos dividir a análise em quatro níveis:

Nível 1: Atos inseguros: (tripulação)

- *erros baseados em competências:* passos omitidos nos procedimentos e deficientes técnicas de pilotagem.
- *Erros de decisão:* no seguimento de procedimentos e decisões inadequados.

Nível 2: Pré-condição para atos inseguros: (Tripulação)

- *Estado fisiológico adverso:* fadiga mental e física com foco em terminar a jornada de trabalho.
- *Gestão de recursos da tripulação:* falhas de comunicação.

Nível 3: Supervisão inadequada: (Operador Aéreo)

- *Supervisão inadequada:* o operador não forneceu as diretrizes e treino à tripulação e o devido acompanhamento do seu desempenho.

By the end of the flight-preparation phase, the crew should have a shared mental model of the flight plan and possible problems that might arise during normal operations. In addition, the crew should agree upon procedures to use in case of unexpected events that might disrupt the normal flight operations.

During high workload, flight crew are particularly vulnerable to error if their strategies for effective multi-tasking break down. During periods of low workload in the cruise level, a different sort of error vulnerability may arise which stems from the low level of arousal which typifies this flight phase and sometimes from complacency as well.

As previously mentioned, the crew performed their sixth leg on the same route and return to their base. Failures were evidenced in the procedures, probably due to simplification and shortening of some paths, eventually due to fatigue.

Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) as a framework to provide useful means for a summarized evaluation, and the analysis can be divided into four levels:

Level 1: Unsafe acts: (Crew)

- *skill-based errors:* omitted steps in the procedures and poor pilot technique.
- *Decision Errors:* with an improper procedure and poor decision.

Level 2: Precondition for unsafe acts: (Crew)

- *Adverse mental and physiological state:* mental and physical fatigue and get-home-itis.
- *Crew resource management:* with communication failures.

Level 3: Unsafe supervision: (Air Operator)

- *Inadequate supervision:* Operator failed to providing the crew guidance, training and track performance.

Nível 4: **Influências Organizacionais:** (Operador Aéreo e/ou Regulador)

- *Processo operacional:* Falta de supervisão com uma efetiva gestão do risco e implementação de programas de segurança.

2.3.2. Cockpit estéril || Sterile cockpit

Conforme estabelecido no manual de operação da White Airways (OMA 8.3.12.c), as tripulações de voo devem concentrar a sua atenção na condução das tarefas de voo, nas fases previstas.

O não cumprimento da disciplina de cockpit estéril, pode contribuir para incidentes e acidentes. Embora seja difícil quantificar quais os eventos causados especificamente pelo não cumprimento com o regulamento, de acordo com a Flight Safety Foundation, é razoável considerar que este facto contribuiu significativamente para os acidentes e incidentes graves de aproximação e aterragem.

Como previsto no FCTM do fabricante ATR na parte geral no título "Recomendações de Segurança": A tripulação deve sempre evitar distrações, trabalhos em papel (registro de formulários relacionados com o voo) e entradas do FMS (exceto para anotações e reconhecimento de autorizações do ATC). As conversas desnecessárias devem ser banidas, enquanto as solicitações e as chamadas devem ser limitadas às comunicações técnicas pertinentes e relevantes entre o chão e o nível de voo 100.

2.3.3. Técnicas de aterragem ATR42/72 e recuperação de *bounced landing* || ATR42/72 landing technics and bounced landing recovery

Aterragem saltada (*bounced landing*) é geralmente resultado de uma aproximação com alta energia. A experiência em serviço mostra que a maioria dos eventos com saltos na aterragem resultaram dos seguintes fatores: Velocidade excessiva durante a aproximação, razão de descida excessiva, potência do motor elevada durante a aterragem, técnica de arredondamento tardia, e/ou fenómenos meteorológicos como o vento de cisalhamento e atividades térmicas.

Level 4: **Organizational Influences:** (Air Operator and/or Regulator)

- *Operational process:* Lack of oversight with an effective risk management and safety programs implementation.

As defined in the White Airways operating manual (OMA 8.3.12.c), flight crews shall focus their attention on the conduct of flight tasks in the planned phases.

Failure to comply with sterile flight deck discipline is a contributor to accidents and incidents. While it is difficult to quantify which events were caused specifically by non-compliance with the sterile flight deck discipline, it is not unreasonable to consider that it significantly contributed to the approach and landing accidents and serious incidents according Flight Safety Foundation.

As specified in OEM ATR's FCTM in the general section under the heading "Safety Recommendations": Crew must always avoid distractions, paper work (logging flight related forms) and FMS inputs (except for noting and acknowledging ATC clearances).

Unnecessary chats must be banned while requests and call outs must be limited to pertinent and relevant technical communications between ground and flight level 100.

Bounce at landing usually is the result of high-energy approach. In-service experience shows that most of the events involving bounces at landing resulted from following factors:

Excessive airspeed during approach, excessive sink rate, engine power on touchdown, late flare technique, and/or weather factors as windshear and thermal activities.

O manual FCTM do operador inclui informação sobre este tipo de manobra e é usado durante a formação de voo dos pilotos, com o objetivo de aumentar a conscientização sobre os fatores que contribuem para esse tipo de evento.

Este treino permite que os pilotos identifiquem esses fatores e tomem as medidas apropriadas para corrigir a situação num estágio inicial, antes que isso resulte numa aterragem saltada.

O FCOM do operador, na parte procedimentos e técnicas, define ainda as ações para evitar a aterragem saltada (*bounced*).

Basicamente, é manter a aproximação final padrão de 3° e a velocidade V_{APP} até aos 20 pés por indicação do rádio-altímetro.

Aos 20 pés, o PF deve reduzir as manetes de potência para a posição mínima em voo e arredondar visualmente conforme necessário.

Nota: os 20 pés deixam amplo tempo para o controle do arredondamento a partir de um ângulo final padrão de 3°. Durante este arredondamento a velocidade diminuirá, levando a uma velocidade de toque entre 5 a 10 kt mais baixa que a velocidade de aproximação estabilizada (V_{APP}). No caso de um salto significativo, o procedimento de aterragem rejeitada deve ser iniciado.

Uma aterragem rejeitada (também chamada de aterragem abortada) é definida como uma manobra de borrego, iniciada após o toque do trem de aterragem principal ou após a aterragem saltada.

Embora seja uma ocorrência rara, uma aterragem rejeitada é uma manobra desafiante se decidida e conduzida de forma imprevista e não preparada.

Na maioria dos casos, um borrego é iniciado na ou antes da altitude de decisão DA/MDA, aplicável para a aproximação que está em execução. Como qualquer decisão de borrego tardio é sempre tomada depois da decisão do PF de continuar com a aterragem, ela é frequentemente descrita como uma aterragem rejeitada ou uma aterragem hesitada, embora nenhum dos termos tenha uma definição formal.

The operator's FCTM manual contains information about this maneuver and is used during pilots flight training, to raise their awareness regarding the factors, which contribute to this type of event.

The training enables pilots to identify these factors and take appropriate actions to correct the situation at an early stage, before it results in bounced landing.

The operator FCOM's, in the procedures and techniques section, defines the proper actions to avoid a bounced landing.

Basically is maintain a 3° standard final approach slope and V_{APP} speed until 20 ft called on radio altimeter.

At 20ft, the PF must reduce the power levers to flight idle and flare visually as required.

Note: 20 ft leaves ample time for flare control from a standard 3° final slope.

During this flare the airspeed will necessary decrease, leading to a touch down speed of 5 to 10 kt lower than the stabilized approach speed (V_{APP}). In case of a significant bounce, a rejected landing must be initiated.

A rejected landing (also referred to as an aborted landing) is defined as a go-around maneuver initiated after touchdown of the main landing gear or after bouncing.

Although a rare occurrence, a rejected landing is a challenging maneuver if decided and conducted in an unanticipated and unprepared manner.

In most cases, a missed approach begins at or before the applicable DA/MDA for the approach being flown. Because any later decision to go around must have followed an earlier positive decision by PF to continue to a landing, it is often described as a rejected landing or a baulked landing, although neither term has any formal definition.

Pode ou não envolver pelo menos um dos trens de aterragem em contato com a pista e, em casos extremos, o contacto pode ter ocorrido com a totalidade do trem de aterragem.

A decisão de rejeitar uma aterragem que tenha sido anteriormente considerada viável com segurança, muitas vezes é a única forma de evitar danos na aeronave, devido a uma perda de controle perto ou já na pista.

A manobra de borrego pode ser executada em antecipação e com base nos critérios de uma aproximação não estabilizada.

Uma aterragem rejeitada é a última oportunidade para evitar completar uma tentativa de aterragem mal sucedida, que tem uma alta probabilidade de acabar numa forma de saída de pista e/ou com danos na aeronave.

Foi realizada uma análise considerando os dados recolhidos do operador bem como de outros eventos que levaram a acidentes e incidentes com este modelo de aeronave na fase de aterragem, e ficou evidenciada a absoluta necessidade do seguimento escrupuloso dos procedimentos e técnicas de pilotagem previstas no manual. O operador não demonstrou um tratamento adequado dos vários eventos de aproximação não estabilizada e que tenha implementado ações efetivas de mitigação deste tipo de evento, como mostrado em 1.18.

O fabricante ATR define os procedimentos de recuperação de *bounce* – Aterragem rejeitada como:

Em caso *bounce* significativo no momento do toque, a seguinte técnica de aterragem rejeitada deve ser aplicada:

- Manter uma atitude normal de aterragem
- Iniciar uma aterragem rejeitada avançando as manetes de potência dos motores
- Manter a configuração do trem de aterragem e dos flaps
- Estar preparado para um possível segundo toque na pista
 - Caso ocorra um segundo toque, e uma vez mantida a atitude de aterragem, com o aumento de potência, o toque será suficientemente suave para evitar danos na aeronave.

It may or may not involve at least one of the landing gear contacting the runway and in extreme cases, touchdown may have occurred on all landing gear.

A decision to reject a landing which has previously been judged achievable with safety, is often the only way to avoid aircraft damage through a loss of control near to or on the runway.

A go around can be undertaken much earlier based on unstabilized approach criteria.

A rejected landing is a last opportunity to avoid completing an unsuccessfully landing attempt, which has a high probability of ending up as some form of runway excursion with/or aircraft damage.

An analysis was carried out considering the data collected from the operator as well as other events that led to accidents and incidents with this aircraft model during the landing phase, and it was evidenced the absolute need of rigorously following the procedures and flying techniques established in the manual. The operator has not demonstrated an adequate treatment for the several non-stabilized approach events, and that it has implemented effective mitigation actions for this type of event, as shown in chapter 1.18.

The manufacturer, ATR defined the bounce recovery – rejected landing procedures as:

In case of significant bounce at touchdown, the following rejected landing technique must be applied:

- Maintain a normal landing pitch attitude
- Initiate a rejected landing by advancing power levers to the ramp
- Maintain the landing gear and flaps configuration
- Be ready for a possible second touchdown
 - Should a second touchdown happen, as landing pitch attitude is maintained and power is increased, it would be soft enough to prevent damage to the aircraft

- Quando confirmada a razão de subida positiva, siga os procedimentos normais de borrego.

Nota: Quando a manobra de aterragem rejeitada é iniciada, a tripulação deve estar comprometida em prosseguir com a manobra pretendida.

O mesmo manual refere ainda exaustivamente o cálculo e a importância de manter a velocidade de aproximação para evitar a aproximação não estabilizada e em valores fora do envelope para uma aterragem segura.

- When steady positive climb is established, follow normal go-around procedures.

Note: When a rejected landing is initiated, the flight crew must be committed to proceed with the intended manoeuvre.

The same manual also exhaustively refers to the calculation and importance of maintaining the approach speed to avoid non-stabilized approaches and values out of the envelope for a safe landing.

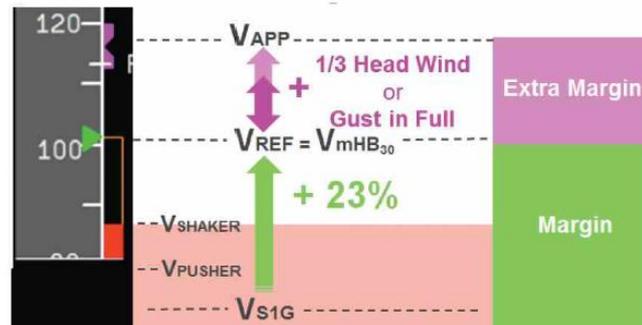


Image: ATR

Figura 20 || Figure20

Esquema de cálculo das velocidades || Speed calculation diagram

2.4. Plano de emergência do aeroporto || Airport emergency plan

Uma fase importante de qualquer plano de emergência do aeroporto são as ações tomadas imediatamente após a resposta inicial e estabilização da emergência. O plano de emergência do aeroporto (PEA) descreve as atividades relacionadas à investigação e recuperação. Durante a fase de recuperação, certas ações - por exemplo, inspeção de pista, busca de detritos e limpeza geral da pista - são tomadas para garantir que a pista seja restaurada para condições pré-emergência.

A administração do aeroporto é responsável por garantir as ações apropriadas, independentemente do tipo de emergência ou pressões comerciais, para restabelecer as operações normais e em segurança do aeroporto após um acidente.

Se um aeroporto tiver sido encerrado devido a uma situação de emergência, ele não deverá reabrir até que o pessoal designado garanta que as áreas operacionais junto à aeronave estejam seguras e protegidas, as áreas de movimento das aeronaves a serem reabertas tenham sido

An important phase of any airport emergency plan is the actions taken immediately after the initial response and emergency stabilization. The airport emergency plan (AEP) describes those activities related to investigation and recovery.

During the recovery phase, certain actions - for example, runway inspection, search for debris and general runway cleanup - are taken to ensure that the runway is restored to pre-emergency conditions.

Airport management is responsible for ensuring that all appropriate actions are taken, regardless of the type of emergency or commercial pressure, to re-establish safe airport operations after an accident.

If an airport has been closed due to an emergency situation, it should not be re-open until assigned personnel have ensured that the aircraft boundary operating areas are safe and secure, aircraft movement areas to be reopened have been inspected, adequate immobilized aircraft

inspecionadas, garantidas as condições de segurança para o resgate da aeronave imobilizada e a segurança aeronáutica da infraestrutura conforme Anexo XIV da OACI.

O PEA deve identificar quem é o responsável por documentar todas as ações tomadas.

Por precaução deve ser elaborado um relatório de análise de risco pelo Centro de Operações de Emergência do aeroporto, com as avaliações das condições operacionais aplicáveis para retirada dos destroços, consultando as entidades envolvidas antes da abertura da pista para operações normais.

O pessoal do aeroporto deve monitorar continuamente as condições variáveis do mesmo durante todo o evento de emergência e emitir os NOTAMs apropriados.

Após a remoção dos destroços, as autoridades aeroportuárias responsáveis devem avaliar riscos, inspecionar o pavimento da pista / caminhos de acesso à pista e as zonas adjacentes quanto a danos e detritos e, sendo satisfatório, o aeroporto pode ser reaberto ao tráfego aéreo após receber a confirmação de todos os intervenientes, incluindo o representante da autoridade de investigação de segurança.

A pista 17/35 foi formalmente reaberta apenas oito minutos após ter sido encerrada e enquanto ainda circulavam pessoas junto à aeronave acidentada, na confluência das duas pistas de LPPT.

Não foi solicitada pelo gestor de operações do aeroporto qualquer tipo de análise aos intervenientes na missão de assistência à aeronave.

Relativamente à libertação da pista 03/21, pelo demorado processo de tomada de decisão e forma como a aeronave foi removida da pista ficou também evidenciada a falta de meios físicos e soluções técnicas disponíveis para a recuperação de aeronaves acidentadas em LPPT.

Foi solicitado um relatório de análise de risco ao gestor de segurança do Aeroporto de Lisboa relativo ao evento. Esta solicitação não teve resposta do concessionário até à publicação do presente relatório.

rescue and firefighting protection is available (if applicable), and aeronautical safety is assured to the facilities as per ICAO Annex XIV.

The AEP should identify who is responsible for documenting all actions taken.

As a precaution, a risk analysis report from the airport's Emergency Operations Center should be drafted with the applicable operational conditions assessments for debris removal, consulting the involved entities before opening the runway to normal operations.

Airport personnel should continuously monitor changing airfield conditions throughout the emergency situation and issue appropriate NOTAMs.

Following removal of the wreckage, the responsible airport authorities must perform a risk assessment, inspect the runway/taxiway pavement and surrounding surfaces for damage and debris and, if satisfactory, the airport may be reopened to air traffic after receiving the confirmation by all involved parties, including the national SIA representative.

The runway 17/35 was formally reopened eight minutes after being closed, while people were still circling near the accident aircraft, on the confluence of the two LPPT runways.

No analysis was requested by the airport operations manager, to the involved entities in the aircraft assistance mission.

Regarding runway 03/21 clearance, due to the deferred decision-making process and the method that the aircraft was removed from the runway, it was also obvious the lack of physical means and technical solutions available for the effective aircraft recovery in LPPT.

A risk analysis report was requested to the Lisbon Airport safety manager regarding the event. This request had no answer until the report publication.

3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

3.1. Constatações da investigação || Findings

3.1.1. Aeronave || Aircraft

Os registros de manutenção indicavam que a aeronave estava equipada e era mantida de acordo com os regulamentos existentes e procedimentos aprovados.

A massa e o centro de gravidade da aeronave estavam dentro dos limites prescritos.

Não houve evidência de qualquer defeito ou avaria na aeronave que pudesse ter contribuído para o acidente.

Ambos os eixos do trem de nariz estavam em boas condições de operação e o seu material estava dentro das especificações técnicas definidas pelo fabricante.

The maintenance records indicated that the aircraft was equipped and maintained in accordance with existing regulations and approved procedures.

The mass and the centre of gravity of the aircraft were within the prescribed limits.

There was no evidence of any defect or malfunction in the aircraft that could have contributed to the accident.

Both of the NLG axles were in good operating condition and their material was within the technical specifications defined by the manufacturer.

3.1.2. Tripulação || Crew

A tripulação de voo estava licenciada e qualificada para o voo de acordo com os regulamentos existentes.

Embora o período de descanso anterior ao voo fosse adequado e o tempo de voo estivesse dentro dos limites de tempo de voo definidos pela empresa e na legislação, as seis pernas de voo podem ter reduzido os níveis de alerta dos dois pilotos.

O desempenho degradado da tripulação de voo é consistente com os efeitos da fadiga.

As ações e declarações do piloto indicaram que o seu conhecimento e compreensão da técnica de recuperação de aterragem saltada (*bounced landing*) da aeronave ATR72 era insuficiente.

O testes toxicológicos não revelaram álcool nos elementos da tripulação.

The flight crew was licensed and qualified for the flight in accordance with existing regulations.

Although the pre-flight rest period was adequate and the flight duty time was within the company flight time and duty time regulation limitations, the six flight legs may have reduced the alertness levels of the two pilots.

The flight crew degraded performance is consistent with the effects of fatigue.

The pilot's actions and statements indicated that his knowledge and understanding of ATR72 aircraft bounced landing recovery technic was inadequate.

A toxicology tests revealed no alcohol on crew members.

3.1.3. Operações de voo | | Flight operations

O voo não foi realizado de acordo com os procedimentos do Manual de Operações da empresa em relação à política de cockpit estéril.

O Procedimento Operacional Padrão para monitorização da aproximação pelo SIC/PM foi cumprido com o alerta ao PIC/PF de velocidade excessiva. No entanto, o PIC/PF não reagiu ao alerta nem seguiu o procedimento.

Durante o arredondamento para a aterragem, a aeronave flutuou sobre a pista devido à sua energia excessiva, o piloto PIC/PF forçou a aeronave (com o nariz para baixo) em velocidades acima das previamente calculadas e estabelecidas no manual.

As condições de vento em que o PIC/PF aterrou a aeronave estavam dentro dos limites estabelecidos no Manual de Voo e no Manual de Operações.

O incorreto manuseio da aeronave e deficiente técnica de aterragem resultou numa aterragem saltada do tipo *porpoise landing*.

A decisão de continuar com a aterragem após o primeiro contato com a pista com velocidade do ar acima da velocidade calculada resultou numa conhecida dinâmica de aterragem com danos consequentes para a aeronave.

Não foi possível determinar conteúdo ou tipo de informação transmitida aos passageiros durante e após o evento.

3.1.4. Operador | | Operator

O sistema de segurança do operador não agiu sobre os desvios frequentes aos critérios de aproximação não estabilizadas.

O operador não formou a tripulação nas técnicas de aterragem saltada ou *bounced*, deteção e recuperação conforme recomendado.

O operador não forneceu à tripulação informações meteorológicas atualizadas para a condução do voo.

The flight was not conducted in accordance with the procedures in the company Operations Manual regarding the sterile cockpit policy.

The Standard Operating Procedure for the SIC/PM to monitor the progress of the approach was accomplished with PIC/PF awareness, calling for speed. However, the PIC/PF, did not acknowledge or follow it.

During the flare for touchdown, the aircraft was floating above the runway due to excessive energy, the PIC/PF forced the aircraft to land (nose down) at speeds higher than previously calculated and established in the manual.

The wind conditions in which the PIC/PF landed the aircraft were inside the limits detailed in the Flight Manual and the Operations Manual.

The incorrect aircraft handling and landing technique resulted in a porpoise landing.

The continuation of the landing after the first runway touch with the airspeed above the calculated landing speed resulted in a known landing dynamics with consequent aircraft damage.

It was not possible to determine the information level or content transmitted to the passengers during and after the event.

The operator's safety system had not act on the frequent deviations from the unstabilised approaches criteria.

The operator did not provide effective bounced landing/recovery training technics to the flight crew as recommended.

The operator failed to provide current and updated weather information to the crew.

3.1.5. Serviços de tráfego aéreo e aeroportuários || Air traffic and airport services

O serviço de controlo de tráfego aéreo prestou assistência imediata e eficaz à tripulação de voo.

ATC provided prompt and effective assistance to the flight crew.

A administração do aeroporto de Lisboa não geriu a emergência de acordo com os requisitos (PEA). A falta de uma análise de risco documentada e sustentada antes de reabrir a pista poderá ter colocado em risco a segurança operacional do aeroporto.

The Lisbon airport management did not managed the emergency in accordance with the requirements (AEP). The lack of a documented and sustained risk analysis before reopen the runway may had put in risk the airport operational safety.

A ineficácia dos meios empregues na remoção da aeronave da pista, resultou num tempo desnecessariamente prolongado de inoperacionalidade da pista 03/21.

The ineffectiveness of the employed means during the aircraft removal from the runway resulted in an unnecessarily prolonged runway 03/21 clearance.

3.2. Causas/fatores contributivos || Causes/contributing factors

3.2.1. Causas prováveis || Probable causes

A decisão do PIC/PF em prosseguir e forçar a aterragem não cumprindo os critérios estabelecidos de aproximação não estabilizada, com velocidade bem acima da referência, V_{APP} .

PIC/PF decision to proceed and force the landing not complying with the unstabilized approach criteria, with air speed well above the reference V_{APP} .

3.2.2. Fatores contributivos || Contributing factors

A fadiga poderá ter contribuído para o acidente ao afetar diretamente o desempenho do piloto (PIC/PF).

Fatigue may have contributed to the accident by directly affecting pilot (PIC/PF) performance.

Página intencionalmente deixada em branco || Page intentionally left blank

4. RECOMENDAÇÕES || RECOMMENDATIONS

De acordo com o artigo 17.3 do Regulamento Europeu (UE) 996/2010 do Parlamento Europeu e Conselho, de 20 de outubro de 2010, sobre investigação e prevenção de acidentes e incidentes na aviação civil, a formulação de uma recomendação de segurança não constitui, em caso algum, presunção de culpa ou de responsabilidade relativamente a um acidente, a um incidente grave ou a um incidente.

O destinatário de uma recomendação de segurança deve, no prazo de 90 dias, informar à autoridade responsável pelas investigações de segurança que formulou a recomendação, das ações tomadas ou em consideração, nas condições descritas no artigo 18 do referido Regulamento.

Nesta seção são descritas as recomendações emitidas para mitigar as questões de segurança operacional identificadas na investigação.

In accordance with Article 17.3 of European Regulation (EU) No. 996/2010 of the European Parliament and Council of 20 October 2010, on the investigation and prevention of accidents and incidents in civil aviation, a safety recommendation shall in no case create a presumption of blame or liability for an accident, a serious incident or an incident.

The addressee of a safety recommendation shall, within 90 days, inform the safety investigation authority which issued the recommendation, of the actions taken or under consideration, under the conditions described in Article 18 of the aforementioned Regulation.

This section describes the recommendations issued to address the safety issues identified in the investigation.

À White Airways

Recomendação de Segurança N.º PT.SIA-2019-001

Recomenda-se que o operador White Airways incorpore nos seus manuais de formação o treino em recuperação de aterragem saltada e aterragem rejeitada, garantindo a prática destas técnicas nas formações iniciais e recorrentes conforme recomendado no SIB 2013-20 da EASA.

To White Airways

Safety Recommendation No. PT.SIA-2019-001

It is recommended to White Airways that incorporates bounced landing recovery techniques and rejected landing in their flight manuals, ensuring the practice of these techniques during initial and recurrent training as recommended by EASA on SIB 2013-20.

À ANA, Aeroportos de Portugal,

Recomendação de Segurança Nº PT.SIA-2019-002

Recomenda-se que a ANA, Aeroportos de Portugal, reveja o seu plano de emergência do aeroporto (PEA) de Lisboa por forma a garantir um processo robusto de tomada de decisão quanto à reabertura do aeroporto após um evento de ocupação de pista. Deverá ainda avaliar o seu equipamento de suporte aos operadores para remoção de aeronaves da pista, quanto a adequação e operacionalidade.

To ANA, Aeroportos de Portugal,

Safety Recommendation No. PT.SIA-2019-002

It is recommended that ANA, Aeroportos de Portugal, reviews its Lisbon airport emergency plan (AEP) in order to ensure a robust decision-making process for reopening the airport following a runway blockage event. It should also evaluate the airport support equipment operability and availability to assist the operators during aircraft runway removal.

Este relatório final foi homologado pelo diretor do GPIAAF, nos termos do n.º 3 do art.º 26.º, do Decreto-Lei n.º 318/99.

A equipa de investigação.

This final report was homologated by the director of the Portuguese SIA, as per article 26, no. 3, of Decree-Law no. 318/99.

The investigation team.