

# TRAVEL SERVICES a.s. OK - TVT

Aterragem dura com trem de nariz  
Hard landing nose LG

Pista 15  
Runway15

*Aeroporto Ilha Terceira*  
*Lajes, Açores*  
Terceira Azores island  
Lajes Airport (LPLA)

*22 de fevereiro 2014, 07:41 UTC*  
*Boeing 737-800*  
22th February 2014 at 07:41 UTC  
B737-800

RELATÓRIO FINAL HOMOLOGADO PELO DIRETOR DO GPIAA  
(ÁLVARO NEVES), em 30 de Setembro 2015

FINAL REPORT APPROVED BY THE DIRECTOR OF GPIAA  
(Álvaro Neves), in the 30<sup>st</sup> September 2015

PUBLICADO E APROVADO  
DE ACORDO COM O DECRETO-LEI 318/99 DE 11 DE AGOSTO



RELATÓRIO DE  
SEGURANÇA GPIAA

SAFETY ACCIDENT  
FINAL REPORT

Investigação de Ocorrência  
de Acidente  
Safety Investigation  
of Accident Occurrence

04/ACCID/2014

FINAL

**RELATÓRIO DE ACIDENTE  
ACCIDENT REPORT**

**TRAVEL SERVICES  
BOEING B737-800**

**OK-TVT**

**EMBATE COM TREM NARIZ DURANTE ATERRAGEM  
AEROPORTO LAJES  
ILHA TERCEIRA  
AÇORES  
22 de Fevereiro 2014 às 07:41 UTC**

## PREFÁCIO || FOREWORD

A investigação técnica é um processo conduzido com o 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) Nº 996/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20/10/2010, e com o nº 3 do art.º 11º do Decreto Lei Nº 318/99, de 11 de Agosto, a investigação técnica não tem por objectivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades.

Este relatório foi preparado, somente, para efeitos de prevenção de acidentes.

Safety investigation is a technical process aiming to 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 Nr. 996/2010 from the European Parliament and Council (20th OCT 2010) and article 11 nº 3 of Decree-Law nº 318/99 (11th AUG 1999), the sole purpose of this investigation is to prevent aviation accidents. It is not the purpose of any such investigation process and the associated investigation report to apportion blame or liability.

The only aim of this technical report is to collect lessons which may help to prevent future accidents.

Este relatório foi publicado em duas línguas, Português e Inglês.

Em caso de discrepâncias, o texto em Português terá prevalência.

This report was published in two languages, Portuguese and English.

In the event of any discrepancy between these versions, the Portuguese text shall prevail.

## ÍNDICE || TABLE OF CONTENTS

TÍTULO    TITLE	PÁGINA    PAGE
PREFÁCIO    FOREWORD .....	3
ÍNDICE    TABLE OF CONTENTS.....	4
SINOPSE    SYNOPSIS .....	7
ABREVIATURAS    ABBREVIATIONS.....	9
1. INFORMAÇÃO FACTUAL    FACTUAL INFORMATION .....	15
1.1. História do Voo    History of the Flight.....	15
1.2. Lesões    Injuries to Persons .....	17
1.3. Danos na Aeronave    Damage to Aircraft.....	17
1.4. Outros Danos    Other Damage .....	18
1.5. Pessoas Envolvidas    Personnel Information.....	18
1.5.1. Tripulação Técnica do Voo    Operating Flight Crew .....	18
1.6. Informação da Aeronave    Aircraft Information .....	21
1.6.1. Generalidades    General.....	21
1.6.2. Navegabilidade e Manutenção    Airworthiness and Maintenance.....	22
1.6.3. Massa e Centragem    Mass and Balance .....	22
1.6.4. Combustível    Fuel.....	24
1.6.5. Performance    Performance .....	25
1.7. Informação Meteorológica    Meteorological Information.....	25
1.8. Ajudas à Navegação    Aids to Navigation.....	26
1.9. Comunicações    Communications .....	27
1.10. Informação do Aeródromo    Aerodrome Information.....	27
1.11. Registadores de Voo    Flight Recorders .....	29
1.11.1. Registador Áudio da Cabine de Voo    Cockpit Voice Recorder (CVR) .....	30
1.11.1.1. Descrição    Description.....	30
1.11.1.2. Conteúdo dos Registos de Áudio    Audio Recording Contents .....	31
1.11.2. Registador de Parâmetros de Voo    Flight Data Recorder (FDR) .....	32
1.11.2.1. Descrição    Description.....	32
1.11.2.2. Programa FDM do Operador    Operator's FDM Programme .....	33
1.11.2.3. Conteúdo dos Registos do FDR    FDR Records Contents .....	34
1.12. Destroços e Informação Sobre os Impactos    Wreckage and Impact Information .....	52

1.13. Informação Médica e Patológica    Medical and Pathological Information.....	52
1.14. Incêndio    Fire.....	52
1.15. Sobrevivência    Survival Aspects .....	52
1.16. Ensaios e Pesquisas    Tests and Research .....	52
1.17. Organização e Gestão    Organizational and Management Information .....	53
1.18. Informação Adicional    Additional Information .....	54
1.18.1. Conhecimento do Acidente pelo GPIAA    GPIAA Acknowledgement of the Accident.....	54
1.18.2. Dados da Aproximação e Aterragem da Aeronave    Aircraft Approach and Landing Data .....	54
1.18.2.1. Perfil de Aproximação Final    Final Approach Profile.....	54
1.18.2.2. Recomendações para Aproximação Estabilizada    Stabilized Approach Recommendations ...	55
1.18.2.3. Perfil da Aterragem    Landing Profile .....	57
1.18.2.4. Vref à Aterragem    Landing Vref .....	60
1.18.2.5. Atitude de Pitch e Potência dos Motores na Aproximação Final    Pitch Attitude and Engine Thrust on Final Approach.....	61
1.18.2.6. Limitações de Vento    Wind Limitations .....	62
1.18.2.7. Componentes de Vento de Frente e Vento Cruzado    Headwind and Crosswind Components .....	63
1.18.2.8. Velocidade de Aproximação e Aterragem    Approach and Landing Speed .....	64
1.18.2.9. Tabela de Razão de Descida    Descent Rate Table.....	65
1.18.2.10. Sumário dos Dados de Aproximação e Aterragem    Approach and Landing Data Summary .	67
1.18.3. Cisalhamento do Vento    Windshear .....	68
1.18.4. Testemunhos    Testimony.....	70
1.19. Técnicas de Investigação Utilizadas    Useful or Effective Investigation Techniques.....	75
2. ANÁLISE    ANALYSIS.....	76
2.1. Pessoas Envolvidas    Personnel Information.....	76
2.1.1. Estado de Alerta e Fadiga da Tripulação Técnica    Flight Crew Alertness and Fatigue .....	76
2.1.2. Gestão de Recursos pela Tripulação    Crew Resource Management (CRM) .....	76
2.2. Preservação dos Registos do CVR    CVR Records Preservation.....	78
2.3. Aproximação e Aterragem da Aeronave    Aircraft Approach and Landing.....	81
3. CONCLUSÕES    CONCLUSIONS .....	84
3.1. Factos Estabelecidos    Findings .....	84
3.2. Causas    Causes .....	87
3.3. Factores Contributivos    Contributing Factors .....	87
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA    SAFETY RECOMMENDATIONS.....	89
5. AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA    CORRECTIVE OR PREVENTIVE ACTION ALREADY TAKEN .....	91

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

INTENTIONALLY LEFT BLANK

## SINOPSE || SYNOPSIS

A aeronave Boeing 737-800, registo OK-TVT, com 6 tripulantes e 164 passageiros a bordo, efectuava um voo de passageiros em “transporte aéreo comercial” (CAT) a partir do aeroporto de Praga, na República Checa, com escala técnica no Aeroporto da ilha Terceira (LPLA) para reabastecimento.

O voo decorreu com normalidade (3450km) até à aterragem na pista 15 do Aeroporto da ilha Terceira (LPLA).

O Comandante relatou que a aproximação visual à pista 15 das Lajes lhe pareceu normal até às 5 MN, mesmo tendo encontrado ventos de aproximadamente 50 kts de intensidade e turbulência severa ao longo de toda a aproximação.

Abaixo dos 1000 pés começou a encontrar efeitos de “cisalhamento do vento” com imensas variações de intensidade até à final curta.

A aeronave acabaria por efectuar uma aterragem dura, sobre as rodas do trem principal, inflectindo uma carga vertical máxima de 3,52 G e saltando (bounced) na pista.

O piloto não descontinuou a aterragem e a roda de nariz da aeronave embateu na pista com uma aceleração vertical de 2,75 G.

Uma inspecção efectuada pelos serviços de engenharia da companhia, revelou a existência de braçadeiras dobradas na estrutura interior da zona do poço da perna do trem de nariz com escoras inclinadas e fissuras em longarinas e cujos danos estruturais se deveram às forças verticais aplicadas quando do contacto com a pista.

O GPIAA foi informado da ocorrência por notificação do prestador de serviços de assistência em escala “SERVISAIR” e também por entidades militares da FAP.

Na altura, os recursos humanos do GPIAA estavam reduzidos ao director e único inspector da organização. Devido à falta de outros investigadores disponíveis, não foi efectuada uma deslocação e inspecção ao local do acidente.

The Boeing 737-800 aircraft, registration OK-TVT, with 6 crew and 164 passengers on board, operated a passenger “commercial air transport” (CAT) flight from Prague (Czech Republic), with a technical landing for refuelling at Terceira Azores island (LPLA).

The flight ran smoothly (3450KM) until landing on runway 15 from Terceira Azores island (LPLA).

The commander reported that the visual approach to runway 15 seemed normal until the 5 NM from TD, even having found winds of about 50 kts intensity, and severe turbulence along the entire approach.

Below 1000 feet began to find effects of “wind shear” with huge variations in intensity until the short final.

The aircraft made a hard landing on the wheels of the main landing gear, inflicting a maximum vertical load of 3.52 G and bouncing on the runway.

The pilot did not discontinued the landing and the aircraft nose wheel hit the runway with a vertical acceleration of 2.75 G.

The inspection, performed by engineering services of the company revealed the existence of some folded braces in the interior structure of the nose wheel bay with some bent struts and cracks found in fuselage frames that had suffered structural damage from the vertical loads applied in the contact with the runway.

The GPIAA was informed of the occurrence by notification from the handling services provider “SERVISAIR” at LPLA and by FAP officials.

At the time, GPIAA human resources were reduced to the director and solely inspector of the organization. Due to the lack of other available investigators, traveling and inspection to the crash site has not been accomplished.

Por consubstanciar um Acidente, de acordo com a classificação do Apêndice “C” do Anexo 13 da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), do nº 1 do art.º 5º do Regulamento (UE) Nº 996/2010, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Outubro o GPIAA, no cumprimento do nº 1, do art.º 11º, do Dec. Lei nº 318/99, de 11 de agosto, abriu um processo de investigação sobre o evento

A aeronave fez uma reparação inicial no aeroporto das Lajes, obteve uma “licença provisória de voo” e foi autorizada a fazer um “voo de ferry” para Praga a fim de efectuar a “reparação final” nas oficinas de manutenção da TVS.

Being classified as an accident, according to ICAO Annex 13 and to European Regulation Nr. 996/2010 of European Parliament and of the Council of 20 October 2010, under Portuguese Decree-Law Nr. 318/99, of 11th of August (art. 11, nr 1) provisions, GPIAA opened an investigation process on the causes of the accident.

The aircraft had an initial repair service at Lajes airport, obtained a “permit to fly” and was authorized for a “ferry flight” to Prague for a “final repair” at TVS maintenance premises.

**ABREVIATURAS || ABREVIATIONS**

AAIB	Subdivisão de investigação de acidentes aéreos    Air Accidents Investigation Branch
AC	Corrente alterna    Alternate Current
ACP	Painel de controlo de áudio    Audio Control Panel
AFE	Acima da elevação do campo    Above Field Elevation
AFT	Atrás    After
AFM	Manual de voo da aeronave    Aircraft Flight Manual
AFS	Sistema automático de voo    Automatic Flight System
AGL	Acima do nível do terreno    Above Ground Level
Aileron	Superfície alar que controla a aeronave em torno do eixo longitudinal    Wing surface which controls the aircraft around the longitudinal axis
AirFASE	Análise de voo da aeronave e explorador da segurança    Aircraft Flight Analysis and Safety Explorer
AMM	Manual de Manutenção da aeronave    Aircraft Maintenance Manual
AOC	Certificado de operador aéreo    Air Operator Certificate
A/P	Piloto automático    Autopilot
ARM	Armado    Armed
A/T	Controle automático da potência dos motores    Autothrottle
ATC	Controle de Tráfego Aéreo    Air Traffic Control
ATIS	Serviço automático de informação terminal    Automatic Terminal Information Service
ATS	Serviços de Tráfego Aéreo    Air Traffic Services
Bank	Ângulo à volta do eixo longitudinal da aeronave    Angle around the longitudinal axis of aircraft
C	Centígrado    Centigrade
CAA	Autoridade da aviação civil    Civil Aviation Authority
CAMO	Organização da navegabilidade continuada de manutenção    Continuing Airworthiness Maintenance Organization
CAS	Velocidade ar calibrada    Calibrated Air Speed

CG	Centro de gravidade    Centre of Gravity
CVR	Registador áudio da cabine de pilotagem    Cockpit Voice Recorder
De-Crab	Manobra de alinhamento da aeronave com a linha central da pista    Aircraft alignment maneuver with RWY centerline
DFDR	Registador de parâmetros de voo digital    Digital Flight Data Recorder
DHC	Tripulantes de voo não em funções    Dead Head Crew
Dot	Ponto de escala
DWN	Em baixo    Down
EASA	Agência Europeia para a Segurança da Aviação    European Aviation Safety Agency
EC	Regulamento da Comissão    Commission Regulation
EEC	Controle Electrónico do motor    Engine Electronic Control
ETA	Tempo estimado de chegada    Estimated Time of Arrival
EU	União Europeia    European Union
FAA	Administração Federal de Aviação (E.U.A.)    Federal Aviation Administration (U.S.A.)
FAP	Força Aérea Portuguesa    Portuguese Air Force
FCOM	Manual dos pilotos de operação da aeronave    Flight Crew Operating Manual
F/D	Director de voo    Flight Director
FI(A)	Instrutor de Voo (Avião)    Flight Instructor (Aeroplane)
FLT	Voo    Flight
FDM	Monitorização dos parâmetros de voo    Flight Data Monitoring
FDP	Período de serviço de voo    Flight Duty Period
FDR	Registador de parâmetros de voo    Flight Data Recorder
Flaps	Superfícies alares híper-sustentadoras    Hyper lift surfaces
FMC	Computador de gestão de voo    Flight Management Computer
FMS	Sistema de gestão de voo    Flight Management System
fpm	Pés por minuto    Feet Per Minute
FPPM	Manual de planeamento e performance de voo    Flight Planning and Performance Manual
FT	Pés    Feet
FWD	À frente    Forward

G	Força da gravidade    Gravity Force
GA	Borrego    Go-around
GPIAA	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves    Portuguese Civil Aviation Safety Investigation Authority
GS	Velocidade terreno    Ground Speed
G/S	Ladeira (ILS)    Glide Slope (ILS)
Hardware	Máquina, equipamento    Machinery, equipment
HAT	Altura acima do ponto de tocar    Height Above Touchdown
IAS	Velocidade ar indicada    Indicated Air speed
IAW	Em conformidade com    In Accordance With
ICAO	Organização da Aviação Civil Internacional    International Civil Aviation Organisation
ILS	Sistema de Aterragem por Instrumentos    Instrument Landing System
IMC	Condições meteorológicas por instrumentos    Instrument Meteorological Conditions
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil    Portuguese Civil Aviation Authority
IVV	Velocidade vertical instantânea    Instantaneous Vertical Velocity
Kts	Nós    Knots
L	Esquerdo    Left
Liveware	Pessoal com funções envolvido na operação    Working personnel involved in the operation
LPLA	Código ICAO do Aeródromo das Lajes    ICAO Code of Lajes Aerodrome
M	Magnético    Magnetic
MAC	Corda média aerodinâmica    Mean Aerodynamic Chord
MACH	Razão entre a velocidade de um objecto e a velocidade do som    Ratio between the speed of an object and the speed of the sound
max	Máximo    Maximum
MCP	Painel de controlo de modo    Mode Control Panel
MEP	Piloto de multi-motores    Multi Engine Pilot
METAR	Informe meteorológico regular de aeródromo    Meteorological Aerodrome Report
Min	Minuto    Minute
MSL	Nível médio do mar    Mean Sea Level

---

N1	Velocidade de rotação do compressor de baixa pressão    Low Pressure Rotor Speed
N2	Velocidade de rotação do compressor de alta pressão    High Pressure Rotor Speed
N/A	Não aplicável    Not Applicable
NDB	Radiofarol não direccional    Non Directional Beacon
NM	Milha Náutica    Nautical Mile
OFF	Desligado
OM	Manual de Operações    Operations Manual
OPS	Operações    Operations
PAPI	Indicador de ângulo de aproximação visual    Precision Approach Path Indicator
PCMCIA	Cartão de memória de computador pessoal da associação internacional    Personal Computer Memory Card International Association
PF	Piloto aos comandos    Pilot Flying
PFD	Visualizador de voo primário    Primary Flight Display
PITCH	Ângulo à volta do eixo horizontal    Angle around horizontal axis
Pitot System	Sistema de medição de pressão dinâmica    Measurement of dynamic pressure system
PM	Piloto monitor    Pilot Monitor
P/N	Número identificação do componente    Part Number
QAR	Registrador de acesso rápido    Quick Access Recorder
R	Direito    Right
RA	Rádio altímetro    Radio Altimeter
Radome	Cúpula de protecção de radar    Radar protection dome
ROD	Razão de descida    Rate Of Descent
ROLL	Ângulo à volta do eixo longitudinal    Angle around the longitudinal axis
Rudder	Superfície alar que controla a aeronave em torno do eixo vertical    Aerodynamic surface which controls the aircraft around the vertical axis
RWY	Pista de aterragem e descolagem    Runway
SEC	Segundo(s)    Second(s)
SEP	Piloto de mono-motores    Single Engine Pilot
S/N	Número de série do componente    Serial Number

Software	Programa de computador    Computer program
SOPs	Procedimentos operacionais padronizados    Standard Operating Procedures
T	Verdadeiro    True
TAF	Previsão de aeródromo    Aerodrome Forecast
THR	Soleira    Threshold
TO	Descolagem    Take-off
TSN	Tempo desde fabrico    Time Since New
TSO	Período de tempo desde grande inspeção    Time Since Overhaul
TVS	Operador Aéreo - Travel Services a.s.    Air Operator - Travel Services a.s.
UK	Reino Unido    United Kingdom
UP	Em cima
UTC	Tempo Universal Coordenado    Universal Time Coordinated
VASI	Indicador de ladeira da aproximação visual    Visual Approach Slope Indicator
VHF	Frequência muito alta    Very High Frequency
VMC	Condições meteorológicas visuais    Visual Meteorological Conditions
VNAV	Modo de navegação vertical    Vertical Navigation mode
VOR	Radiofarol Omnidireccional em VHF    VHF Omnidirectional Radio Range
Vref	Velocidade de referência à aterragem    Landing Reference Speed
V/S	Velocidade vertical    Vertical Speed
W	Oeste    West

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

INTENTIONALLY LEFT BLANK

## 1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

### 1.1. História do Voo || History of the Flight

A aeronave Boeing 737-800, registo OK-TVT, com 6 tripulantes e 164 passageiros a bordo, efectuava um voo comercial de transporte de passageiros (Indicativo TVS4130) a partir do aeroporto de Praga, na República Checa, com escala técnica no Aeroporto da ilha Terceira (LPLA) para reabastecimento e destino final o aeroporto de Montego Bay na Jamaica.

Descolado do aeroporto de origem às 02h20 UTC, o voo decorreu com normalidade (3450km) até à aterragem na pista 15 do Aeroporto da ilha Terceira, cerca das 07:41 horas UTC, onde o tempo se apresentava com céu parcialmente nublado, boa visibilidade, o vento à superfície era forte de Sudoeste (190º/22kts com rajadas de 32kts), com variações de direcção entre 160º e 230º e temperatura do ar 15ºC. (Figura nº1).

Aos comandos da aeronave seguia o comandante da aeronave (PF), com várias escalas realizadas na pista das Lajes.

O Comandante relatou que a aproximação visual à pista 15 das Lajes lhe pareceu normal até às 5 MN, mesmo tendo encontrado ventos de aproximadamente 50 kts de intensidade e turbulência severa ao longo de toda a aproximação.

Abaixo dos 1000 pés começou a encontrar efeitos de "cisalhamento do vento" com imensas variações de intensidade até à final curta. Referiu que optou por manter um ângulo de descida (G/S) acima do recomendado, devido à turbulência severa, de forma a garantir uma margem de segurança e optou efectuar toda a aproximação com o sistema de gestão de potência automática (Auto Thrust) ligado para que o controlo de velocidade fosse efectivo e preciso.

A aeronave desenvolveu uma elevada razão de afundamento (sink rate), perdendo velocidade instantaneamente, o que foi contrariado pelo PF com o aumento de potência e atitude na tentativa de estabilizar o afundamento.

A aeronave acabaria por efectuar uma aterragem dura, sobre as rodas do trem principal, inflectindo uma carga vertical máxima de 3,52 G e saltando (bouncing) na pista.

The Boeing 737-800 aircraft, registration OK-TVT, with 6 crew and 164 passengers on board, operated a commercial passenger flight (Call sign TVS4130) from Prague (Czech Republic), with a technical landing for refuelling at Terceira Azores island (LPLA) and having the airport of Montego Bay (Jamaica) as final destination.

Departed from the origin airport at 02:20 UTC, the flight ran smoothly (3450Km) until landing on runway 15 from Terceira Azores island at around 07:41 UTC, presented with partially cloudy sky, good visibility, surface wind was strong from southwest (190º/22kts gusting to 32kts), with direction variations between 160 ° and 230 ° and the air temperature 15 ° C. (Picture nº 1).

At the controls of the aircraft was the aircraft commander (PF), which had a great number of landings in that aircraft type at LPLA.

The commander reported that the visual approach to runway 15 seemed normal until the 5 NM from TD, even having found winds of about 50 kts intensity, and severe turbulence along the entire approach.

Below 1000 feet began to find effects of "wind shear" with huge variations in intensity until the short final. Stated that opted to maintain an angle of descent (G/S) above the recommended, due to severe turbulence, to ensure a safety margin and opted to perform all approach with Auto Thrust connected, for that speed control could be effective and accurate.

The aircraft developed a high rate of sinking, (sink rate) losing speed instantly which was counteracted by the PF with increasing power and attitude, in an attempt to stabilize the sinking.

The aircraft made a hard landing on the wheels of the main landing gear, inflicting a maximum vertical load of 3.52 G and bouncing on the runway.

O piloto não descontinuou a aterragem e a roda de nariz da aeronave embateu na pista com uma aceleração vertical de 2,75 G e a cerca de 150 kts de velocidade. O PF conseguiu controlar a aeronave, em segurança, dentro dos limites da pista.

Numa inspecção visual preliminar detectaram-se algumas deformações (vincos / ondulações) da superfície exterior da fuselagem, acima das portas do trem de nariz em ambos os lados.

Uma inspecção mais minuciosa, efectuada pelos serviços de engenharia da companhia, revelou a existência de braçadeiras dobradas na estrutura interior da zona do poço da perna do trem de nariz com escoras inclinadas e fissuras em longarinas e cujos danos estruturais se deveram às forças verticais aplicadas quando do contacto com a pista.

The pilot did not discontinue the landing and the aircraft nose wheel hit the runway with a vertical acceleration of 2.75 G and an airspeed rounding 150 Kts. The PF was able to control the aircraft safely within the confines of the runway.

In a preliminary visual inspection sensed some deformation (creases / wavy corrugated) of the outer surface of the fuselage above nose wheel gear bay in both sides.

Closer inspection, performed by engineering services of the company revealed the existence of some folded braces in the interior structure of the nose wheel bay with some bent struts and cracks found in fuselage frames that had suffered structural damage from the vertical loads applied in the contact with the runway.



Fotografia de || Photo by Dr. João Toste

Figura || Picture nº 1

## 1.2. Lesões || Injuries to Persons

Lesões Injuries	Tripulantes Crew	Passageiros Passengers	Outros Others
Mortais / Fatal:	0	0	0
Graves / Serious:	0	0	0
Ligeiras-Nenhumas / Minor-None:	6 + 4 DHC	164	

Não houve lesões de pessoas.

There were no injuries to persons.

## 1.3. Danos na Aeronave || Damage to Aircraft

A aeronave efectuou uma aterragem dura na pista 15 do aeroporto das Lajes, a 22 de Fevereiro de 2014.

The aircraft suffered a hard landing on RWY 15 at Lajes airport on the 22<sup>nd</sup> February 2014.

Depois da aterragem, numa inspecção visual preliminar, detectaram-se danos estruturais na Secção 41 da fuselagem – deformações (vincos / ondulações) da superfície exterior da fuselagem e à volta da estrutura inferior da zona do poço da perna do trem de nariz, estação STA 294,5. (Figura nº 2 a nº 4)

After the landing, during a preliminary visual inspection, structural damages on the fuselage Section 41 were found - distortion of the fuselage skin and of the under structure around fuselage frame STA 294.5, lower lobe. (Picture nº 2 through nº 4)

TVS enviou uma equipe de engenharia de pesquisa técnica para o local do acidente, que realizou a primeira avaliação de danos e “inspecções de aterragem dura” IAW AMM, Fase I mais todas as inspecções possíveis da Fase II. Todos os resultados e as deformações foram relatados para a Boeing.

TVS deployed an engineering survey team to the site of the accident that performed the first damage assessment and Phase I “hard landing inspections” IAW AMM plus all possible Phase II inspections. All findings and deviations were reported to Boeing.



Figura || Picture nº 2



Figura || Picture nº 3



Figura || Picture nº 4

#### 1.4. Outros Danos || Other Damage

Não se registaram danos a terceiros.

There was no damage caused to third parties.

#### 1.5. Pessoas Envolvidas || Personnel Information

##### 1.5.1. Tripulação Técnica do Voo || Operating Flight Crew

A tripulação técnica era formada por dois pilotos:

- o Comandante na função de PF, e
- o Co-piloto na função de PM.

O Comandante, de sexo masculino, tinha 35 anos e era de nacionalidade Espanhola.

O Co-piloto, de sexo masculino, tinha 32 anos e era de nacionalidade Checoslovaca.

Dos seus documentos pessoais foram recolhidas as relevantes qualificações e experiência aeronáutica seguintes (tabela nº 1):

The flight crew was composed by two pilots:

- the Commander as PF, and
- the First-officer as PM.

The Commander, male, was 35 years old and detaining Spanish nationality.

The Co-pilot, male, was 32 years old and detaining Czech nationality.

From their personal documents the following relevant qualifications and aeronautical experience were collected (table nº 1):

Referências References	O Piloto Comandante The Commander		O Co-piloto The First-officer	
<b>Identificação    Identification</b>				
Licença    License:	ATPL(A)		CPL(A)	
Validade    Valid until:	31-08-2014		31-12-2014	
Qualificações    Qualifications:	B737 300-900/IR SEP land, FI(A)		B737 300-900/IR (Co-pilot) SEP land, MEP land	
Proficiência de Inglês    English Proficiency:	ICAO Nível 5		ICAO Level 5	
Validade    Valid until:	27-03-2018		28-02-2015	
Último exame médico    Last medical check-up:	18-09-2013		01-07-2013	
Validade Classe 1    Class 1 Validity:	16-10-2014		14-07-2014	
Limitações    Limitations:	Nil		Nil	
<b>Experiência de voo Flight experience</b>	Total Total	No tipo On type	Total Total	No tipo On type
Horas de voo totais    Total flight hours:	6.819	5.548	1.724	1.442
Piloto Comandante    Pilot In Command	3.158	1.888	179	0
Últimos 90 dias    Latest 90 days:	186:50	186:50	164:00	164:00
Últimos 28 dias    Latest 28 days:	29:35	29:35	56:45	56:45
Últimos 7 dias    Latest 7days:	05:25	05:25	08:50	08:50
Últimas 24 horas    Latest 24 hours:	05:25	05:25	05:25	05:25

Tabela || Table nº 1

Referências References	O Piloto Comandante The Commander	OM Part A Chapt 7	O Co-piloto The First-officer
<b>Tempo de Trabalho    Duty Time</b>		<b>MAXIMUM</b>	
Últimos 28 dias    Latest 28 days:	94:53	<b>190:00</b>	98:03
Últimos 7 dias    Latest 7days:	23:40	<b>60:00</b>	18:45
<b>Tempo Serviço de Voo    Flight Duty Period</b>			
Último FDP    Last FDP:	06:40	<b>13:00</b>	07:15
<b>Período de Repouso    Rest Period</b>		<b>MINIMUM</b>	
Anterior ao último FDP    Before last FDP:	18:10	12:00	≥24:00

Tabela || Table nº 2

**Ambos os pilotos:**

- tinham as licenças válidas e passaram nas últimas verificações do simulador e em linha.
- cumpriram com a regulamentação sobre “tempo de serviço de voo e descanso”.

**Both pilots:**

- had their licenses valid and passed the last simulator and line checks.
- had complied with “flight duty and rest time” regulations.

## 1.6. Informação da Aeronave || Aircraft Information

### 1.6.1. Generalidades || General

O B737-86N, com registo OK-TVT, é uma aeronave de asa baixa, na categoria transporte e fabricado nos Estados Unidos da América pela Boeing em 2012 (Figura nº 5). A aeronave está equipada com dois motores a reacção de alta compressão, CFMI CFM56-7B26, e configurado para acomodar 168 passageiros numa cabine dividida em duas classes. A aeronave foi concebida e certificada para ser operada por dois pilotos.

The aircraft B737-86N, registered OK-TVT, is a low-wing, transport category aircraft that was manufactured in United States of America, by Boeing in 2012 (Picture nº 5). The aircraft is equipped with two CFMI CFM56-7B26 turbofan engines and was configured to seat 168 passengers in a two-class cabin. The aircraft was designed and certified to be operated by two pilots.



Fotografia de || Photo by David Paul

Figura || Picture nº 5

A aeronave de matrícula Checoslovaca, OK-TVT, era operada em regime de locação pela TRAVEL SERVICES a.s. e havendo à data do acidente a informação seguinte (Tabela nº3):

The aircraft of Czech registration, OK-TVT, was leased and operated by TRAVEL SERVICES a.s. and had the following references at the accident date (Table nº3):

Referência Reference	Célula Airframe	# 1	Motores Engines	# 2
<b>Fabricante    Manufacturer</b>	The Boeing Company	CFM International		
<b>Modelo    Model</b>	737-86N	CFM56-7B26		
<b>Nº de Série    Serial Nr</b>	39394	N/A	N/A	
<b>Nº em linha    Line Nr</b>	3899	N/A	N/A	
<b>Nº de catalogação    Tabulation Nr</b>	YR504	N/A	N/A	
<b>Ano de fabrico    Year of manufacture</b>	JAN 2012	N/A	N/A	
<b>Tempo de Voo    Flight Time (TSN/TSO)</b>	(6742 / N/A )	(6742 / N/A )	(6742 / N/A )	
<b>Aterragens / Ciclos    Landing / Cycles</b>	2185	2185	2185	
<b>Última Inspeção    Last Inspection:</b>	Inspeção diária    Daily Check – 22.02.2015 at 01:30 AM			

Tabela || Table nº 3

### 1.6.2. Navegabilidade e Manutenção || Airworthiness and Maintenance

A aeronave com a matrícula OK-TVT tinha todas as Licenças e Certificados de Navegabilidade válidos e tinham sido cumpridas as acções de manutenção, conforme programa aprovado pela Autoridade Aeronáutica, não havendo anomalia ou restrições à operação da aeronave e seus sistemas.

The aircraft with the registration OK-TVT had all Licenses and Airworthiness Certificates valid, all maintenance actions were completed as program approved by the Aeronautical Authority, with no anomaly or restrictions on the operation of the aircraft and its systems.

### 1.6.3. Massa e Centragem || Mass and Balance

TVS efectua um cálculo e registo da “massa e centragem” da aeronave para todos os voos, em cumprimento com o procedimento aprovado no OM Part A.

TVS produces a calculation and record of “mass and balance” of the aircraft for every flight, in compliance with the approved procedure in the OM Part A.

A “folha de massa e centragem” que foi elaborada para o voo cumpriu com todas as limitações estabelecidas nos manuais de “Massa e Centragem” e “FPPM” do fabricante da aeronave. (Figura nº 6)

The produced “load and balance sheet” for the flight was in accordance with the limitations stated in the aircraft manufacturer “Weight and Balance” and “FPPM” manuals. (Picture nº 6)

QYVLC-88541 0149 22FEB14

TRAVEL SERVICE

LOAD SHEET ALL WEIGHTS IN KG

CHECKED BY *[Signature]*

APPROVED *[Signature]*

EDNO 01

FROM/TO FLIGHT PRG TER 054130/22 ✓ A/C REG VERSION DKTVT ✓ C18Y150 ✓ CREW 2/4 ✓ DATE 22FEB14 TIME 0149 ✓

WEIGHT DISTRIBUTION

LOAD IN COMPARTMENTS 2435 1/0 2/1076 3/1127 4/232 0/0 ✓

PASSENGER/CABIN BAG 12224 ✓ 77/82/5/0 - TTL 164 CAB 0

PAX 18/146

TOTAL TRAFFIC LOAD 14659 ✓ PLKD 0/4

DRY OPERATING WEIGHT 43689 ✓

ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL 58348 ✓ MAX 62142 ADJ

TAKE OFF FUEL 16800 ✓

TAKE OFF WEIGHT ACTUAL 75148 ✓ MAX 79015 ADJ

TRIP FUEL 12411 ✓

LANDING WEIGHT ACTUAL 62737 ✓ MAX 66360 L ADJ

BALANCE AND SEATING CONDITIONS LAST MINUTE CHANGES

DOI	41.76 ✓	DEST	SPEC	CL/CPT	+ -	WEIGHT
LIZFW	59.20	MACZFW	25.69 ✓			
LITGW	55.40	MACTOW	23.25 ✓			
LILAW	60.59	MACLAW	25.81 ✓			

FLAP SETTING: 1&5

SEATING 0A/18 0B/33 0C/42 0D/41 0E/30

UNDERLOAD BEFORE LMC 3623 LMC TOTAL + -

LOADMESSAGE AND CAPTAINS INFORMATION BEFORE LMC

BW 41699 KGS BI 45.76

OVERWATER FLIGHTS 0180/-00.8 C2A 1340/-00.1

CG LIMIT ZFW FWD 11.75 AFT 30.42

TOW FWD 13.67 AFT 31.96

LAW FWD 8.99 AFT 30.49

*+4 DHC*

Figura || Picture nº 6

NOTA: Os "4 DHC" anotados à mão na "folha de massa e centragem", como observação, estão incluídos no número total dos 164 passageiros. Não foram necessários ajustes aos valores originalmente calculados.

NOTE: The "4 DHC" hand written in the "load and balance sheet", as an observation, are included in the total number of the 164 passengers. No adjustments have been required to originally computed values.

A massa e centragem da aeronave encontravam-se dentro dos valores normais de operação, estabelecidos pelo fabricante e aprovados pela autoridade certificadora.

The aircraft mass and balance were within the normal range of operation, established by the manufacturer and approved by the certifying authority.

Massa e CG à Aterragem

A aeronave, no momento do acidente, estava a aterrar com uma massa estimada de 62.737 Kg (limite máximo de 66.360 Kg) e centro de gravidade de 25.81% MAC (limites do CG são: FWD 8.99% e AFT 30.49% MAC). (Figura nº 6)

Landing Mass and CG

The aircraft, at the time of the accident, was landing with an estimated mass of 62,737 Kg (maximum limit of 66,360 Kg) and a centre of gravity of 25.81% MAC (CG limits are: FWD 8.99% and AFT 30.49% MAC). (Picture nº 6)

1.6.4. Combustível || Fuel

A aeronave tinha sido reabastecida antes do voo com 17.000 Kg de combustível Jet A1 e chegou ao estacionamento em LPLA com 4.000 Kg. (Figura nº 7)

The aircraft was loaded on departure with 17,000 Kg of Jet A1 fuel and arrived at LPLA parking stand with 4,000 Kg. (Picture nº 7)

O combustível mínimo requerido pelo plano de voo computadorizado para cumprir com a rota pretendida era 15.866 Kg, pelo que a aeronave continha uma quantidade de combustível extra de 1.134 Kg.

The minimum fuel required by the computed flight plan to comply with the intended route was 15,866 Kg, thus the aircraft was carrying an extra fuel quantity of 1,134 Kg.

	TIME	FUEL	DIST	WCOMP	WDIR	ISA	DEV	PLN	ACT
TRIP	04:58/	12411	1923	-36	278/	43.5	-4.2		
ALTN1	00:35/	1480	190	5	235/	52.3	1.0		
FIN.RES.	00:30/	1154	FMS RES	2634					
CONT. 5%	00:15/	621						ZFW	58361
ADD.FUEL	00:00/	0	C14 CRUISE					FOB	15666
TAXI	(00:10)	200						TOW	74027
MIN.FUEL	06:18/	15866						TF	12411
COMP EXT	00:00/	0						LAW	61616
FUEL SUM	06:18/	15866							
CAPT EXT		17.000							
TOT.FUEL				DOW: 43689		DOI: 4176			
ADEP	OFF BLOCK	0220		TAKEOFF	0249				
ADES	IN BLOCK	0745		LANDING	0740				
	BLOCK TIME	4:25		FLY TIME	4:51			FUEL REM	4000

*Handwritten notes on the right side of the table:*  
 SANTA MARIA  
 200/20 VIS 10  
 F 1000 S 2400  
 B 4000 15/11  
 1022  
 LISBON

Figura || Picture nº 7

Os 4.000 Kg de combustível restante à chegada a LPLA, assegurou os requisitos da rota de voo para o aeródromo alternante mais 30 minutos de circuito de espera no alternante:

$$1.480 + 1.154 = 2.634 \text{ Kg}$$

Considerando um consumo de combustível em 150 Kg para taxi até ao estacionamento, a aeronave teria à aterragem no aeródromo de destino (LPLA), uma quantidade extra de combustível disponível, de:

$$150 + (4.000 - 2.634) = 1.516 \text{ Kg}$$

Fuel remaining of 4,000 Kg, at LPLA arrival, covered requirements of the flight route to alternate aerodrome plus 30 minutes of holding at the alternate:

$$1,480 + 1,154 = 2,634 \text{ Kg}$$

Considering a taxi-in fuel burn of 150 Kg, the aircraft would have, when landing at destination aerodrome (LPLA), an extra available fuel quantity, of:

$$150 + (4,000 - 2,634) = 1,516 \text{ Kg}$$

**1.6.5. Performance || Performance**

Na fase de planeamento e preparação do voo, a performance da aeronave cumpriu com os requisitos e limitações estabelecidos no OM do operador e manuais do fabricante da aeronave.

When planning the flight, the aircraft's performance complied with the requirements and limitations stated in the OM of the operator and the aircraft manufacturer manuals.

**1.7. Informação Meteorológica || Meteorological Information**

Antes do voo, a tripulação avaliou as condições meteorológicas respeitantes ao itinerário do voo e dos aeródromos de partida, destino e alternante, utilizando reportes e cartas meteorológicas editadas pela empresa.

Before the flight the crew has assessed the meteorological conditions concerning the flight route and the departure, destination and alternate airports using company edited weather reports and charts.

**Aeródromo de Destino - LAJES (LPLA)**

Durante o voo e aproximação para aterragem, a tripulação actualizou as condições meteorológicas e da pista através das comunicações com ATS e transmissão do ATIS.

**Destination Airport – LAJES (LPLA)**

During flight and approach for landing, the flight crew was able to up-date the weather and runway conditions using ATS communications and ATIS transmission.

O “metar” do aeródromo das Lajes em 22.02.14 às 07:00 UTC, incluído na seguinte lista de “metar”, os quais cobrem o período das 04:00 UTC até às 10:00 UTC, era:

The “metar” of Lajes airport at 22.02.14 07:00 UTC, included in the following list of “metar” covering a period from 04:00 UTC until 10:00 UTC, was:

Vento de direcção 190 graus com 22 kts de velocidade e rajadas de 32 Kts, variável entre 160 e 230 graus, visibilidade de mais de 10 Km, camada com 1/8 a 2/8 de nuvens com base a 800 ft, outra camada com 5/8 a 7/8 de nuvens com base a 1.200 ft, temperatura de 14° C, ponto de orvalho 13° C e pressão atmosférica de 1013 hPa. (Tabela nº 4)

Wind direction of 190 degrees with 22 kts of velocity and gusting 32 Kts, variable between 160 and 230 degrees, visibility of more than 10 Km, layer of few clouds with base at 800 ft, another layer of broken clouds with base at 1,200 ft, temperature of 14° C, dew-point 13° C and atmospheric pressure of 1013 hPa. (Table nº 4)

```
LPLA 221000Z 21030G42KT 9999 FEW009 SCT015 FEW018TCU 16/14 Q1010=
LPLA 220930Z 21026G42KT 9999 FEW009 SCT015 16/13 Q1010 RESHRA=
LPLA 220909Z 21029G40KT 3500 1500W SHRA SCT004 BKN011 16/14 Q1011=
LPLA 220900Z 20026G36KT 6000 2000NW RA FEW008 BKN011 16/14 Q1010=
LPLA 220800Z 20018G28KT 9999 VCSH FEW008 BKN011 15/14 Q1011=
LPLA 220700Z 19022G32KT 160V230 9999 FEW008 BKN012 14/13 Q1013=
LPLA 220600Z 18015G30KT 140V230 8000 -RA BKN014 BKN032 14/12 Q1015=
LPLA 220500Z 19016G28KT 8000 -RA FEW015 BKN032 14/12 Q1016=
LPLA 220400Z 19016G29KT 9999 FEW015 SCT035 14/11 Q1018=
```

Tabela || Table nº 4

As condições meteorológicas durante o período respeitante à lista dos "metar" acima mencionados, estão em conformidade com mesmo período incluído no TAF do aeroporto das Lajes em 22.02.14 a partir das 00:00 UTC até às 24:00 UTC, tal como indicado a seguir (Figura nº 8):

The meteorological conditions for the period concerned in above listed "metar" are in accordance with same period included in the TAF of Lajes airport on 22.02.14 from 00:00 UTC until 24:00 UTC, as stated below (Picture nº 8):

```
212300 ... LPLA LajesAcore 212303Z 2200/2224 21020G30KT 9999 FEW025
BKN035 TEMPO 2200/2214 22030G50KT 8000 SHRA
SCT012 FEW020CB BKN025 PROB40 TEMPO 2209/2218
-D3000 TSRAGS FEW008 BKN012 SCT018CB BECMG
2214/2216 28020G30KT TEMPO 2214/2224
30030G45KT 6000 SHRA SCT006 BKN015 FEW020CB=
```

Figura || Picture nº 8

Em resumo, a aproximação e aterragem em LPLA foram efectuadas ao amanhecer, com o céu nublado, boa visibilidade abaixo dos 800 pés, chuva recente fraca e vento variável com rajadas fazendo prever turbulência moderada a forte.

In brief, the approach and landing at LPLA was conducted during the breaking-dawn with a cloudy sky, good visibility below 800 feet, recent light rain and variable gusting winds predicting moderate to severe turbulence.

#### Aeródromo Alternante – SANTA MARIA (LPAZ)

#### Alternate Airport –SANTA MARIA (LPAZ)

- TAF

LPAZ 212300Z 2200/2306 20018KT 9999 FEW020 BKN035 TEMPO 2200/2206 21020G30KT BECMG 2206/2209 23025KT SCT012 BKN020 TEMPO 2206/2218 23030G43KT 5000 -RA BR SCT005 BKN010 BECMG 2218/2220 30025KT SCT030 TEMPO 2218/2306 30030G40KT 8000 SHRA BKN015=

- METARs

LPAZ 220800Z 21019KT 9999 FEW011 BKN016 BKN050 15/13 Q1020=  
 LPAZ 220730Z 21019KT 9999 FEW014 SCT018 BKN028 15/12 Q1020=  
 LPAZ 220700Z 22018KT 9999 FEW016 BKN041 15/12 Q1021 RMK BACK UP WIND=  
 LPAZ 220630Z 21018KT 9999 FEW017 BKN041 15/12 Q1021=  
 LPAZ 220600Z 22020KT 9999 FEW008 SCT013 BKN020 14/11 Q1021 RESHRA RMK BACK UP WIND=

- Crew obtained this information

METAR LPAZ 220500Z 20020KT 9999 FEW019 SCT024 BKN040 15/11 Q1022=

### 1.8. Ajudas à Navegação || Aids to Navigation

O aeródromo das Lajes estava equipado com ajudas-rádio à navegação e aterragem tal como NDB, VOR e ILS os quais estavam operacionais quando a aeronave realizou a aproximação e aterragem na RWY 15.

Lajes Airport was equipped with navigation and landing aids such as NDB, VOR and ILS which were operative when the aircraft has accomplished the approach and landing on RWY 15.

## 1.9. Comunicações || Communications

As comunicações do aeroporto das Lajes entre os controladores de ATC e a tripulação da aeronave foram asseguradas por transmissores-receptores de rádio em VHF.

Todos os equipamentos de comunicação, bem como os controladores de ATC em LPLA estão sob a responsabilidade da FAP.

As comunicações acima referidas não foram registadas pelo sistema de registo de comunicações do ATS, devido ao equipamento estar "fora de serviço" naquela data, conforme relatado mais tarde.

Communications at Lajes airport between ATC controllers and aircraft flight crew were assured by VHF radio transceivers.

All communication equipment as well as LPLA ATC controllers are under the responsibility of FAP.

Above mentioned communications have not been recorded by the ATS communication recording system due to equipment "out of service" at the time, as reported later on.

## 1.10. Informação do Aeródromo || Aerodrome Information

O acidente ocorreu durante a aterragem na área de contacto de RWY 15 do aeródromo das Lajes.

### 1 LOCALIZAÇÃO

Lajes - Ilha Terceira – Arquipélago dos Açores  
Atlântico Norte  
Base Aérea nº4  
15 Km (8.1NM) NE de Angra do Heroísmo

(Figura nº 9)

The accident occurred when landing on RWY 15 touchdown at Lajes aerodrome.

### 1 LOCATION

Lajes – Terceira Island – Azores Archipelago  
North Atlantic  
Military Airbase nº4  
15 Km (8.1NM) NE from Angra do Heroísmo

(Picture nº 9)

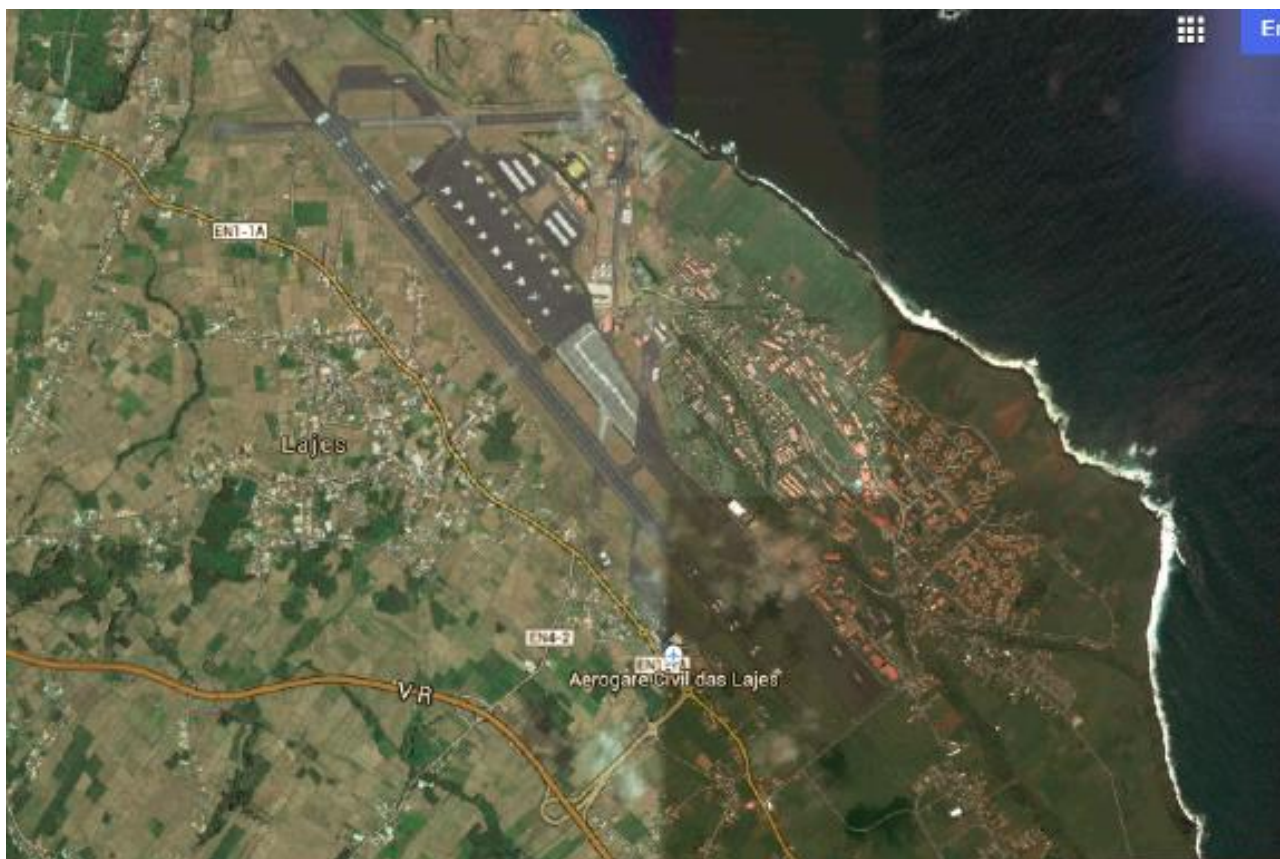


Figura || Picture nº 9

**2 DADOS DE REFERÊNCIA**

Latitude: 384543N

Longitude: 0270527W

**RWY****Comprimento:** 3.314m / 10.872FT**Largura:** 60m / 196FT**Elevação:** 55m / 180FT**THR Coordenadas:****THR 15:** 384633.41N0270620.00W  
Elev.158,6FT**THR 33:** 384510.30N0270453.11W  
Elev.180,2FT**Ondulação do Geóide:** 59M/193FT**Temperatura de Ref:** 24.8° C (Agosto)**Declinação Magnética:** 12° W

Variação Anual: 0.17° Decrescente

**RWY 15****Rumo Magnético:** 152°**PAPI Ladeira:** 3°**ILS Ladeira:** 3°**3 INFORMAÇÃO ADICIONAL**

Aeródromo militar aberto ao tráfego civil.

**2 REFERENCE DATA**

Latitude: 384543N

Longitude: 0270527W

**RWY****Length:** 3,314m / 10,872FT**Width:** 60m / 196FT**Elevation:** 55m / 180FT**THR Coordinates:****THR 15:** 384633.41N0270620.00W  
Elev.158.6FT**THR 33:** 384510.30N0270453.11W  
Elev.180.2FT**Geoid Undulation:** 59M/193FT**Ref. Temperature:** 24.8° C (August)**Magnetic Variation:** 12° W

Annual change: 0.17° Decreasing

**RWY 15****Magnetic Heading :** 152°**PAPI Slope:** 3°**ILS Slope:** 3°**3 ADDITIONAL INFORMATION**

Military aerodrome opened to civil traffic.

Quando a aeronave efectuou a aproximação e aterragem em LPLA, estava em uso o procedimento de aproximação ILS com aterragem na RWY 15, que era determinado pela direcção e velocidade do vento. A pista estava molhada e não foram reportadas quaisquer deficiências físicas ou outras restrições, de acordo com o ATIS às 07:00 UTC de LPLA (Tabela nº 5)

When the aircraft approached and landed at LPLA, it was in use the ILS approach procedure with landing on RWY 15, determined by the wind direction and velocity. The runway was wet and no physical deficiencies or other restrictions were reported, as per LPLA ATIS of 07:00 UTC (Table nº 5)

LPLA ATIS: Y.07:00Z.	- ILS RWY 15 RWY Wet. TL60. IMC. Wind 190/22G32 Tempo 210V240 20G30 FEW008 BKN012 14/13 Q1013.
----------------------	--

Tabela || Table nº 5

### 1.11. Registadores de Voo || Flight Recorders

A aeronave estava equipada com CVR e FDR, de acordo com ICAO Anexo 6 – Parte 1, Subcapítulo 6.3 e com EU EC 859/2008 OPS 1.700 e 1.715, tal como identificados na Tabela nº 6.

The aircraft was equipped with CVR and FDR, according with ICAO Annex 6 – Parte 1, Sub-chapter 6.3 and with EU EC 859/2008 OPS 1.700 and 1.715, as identified in Table nº 6.

UNIT	MANUFACTURER	MODEL	P/N	S/N
FDR	HONEYWELL	HFR5-D	980-4750-009	SSFDR- 01362
CVR	HONEYWELL	HFR5-C	980-6032-001	CVR- 01412

Tabela || Table nº 6

Os registadores de voo estavam fisicamente intactos quando foram retirados, depois de mais de 24 horas após o evento, e mantidos sob custódia pelos engenheiros de manutenção da TVS. Durante esse período, a aeronave esteve alimentada com energia eléctrica AC mais de duas horas após a chegada ao estacionamento e também depois quando a deslocaram para outra posição de estacionamento assim como durante acções de manutenção.

Flight Recorders were physically intact when they have been removed, more than 24 hours after the event, and kept in safe custody by TVS maintenance engineers. In the meantime, the aircraft has been electrically AC powered more than two hours after parking on arrival and later on when moving for another parking position and as well for maintenance actions.

Posteriormente, ambos os gravadores de voo foram entregues na sede das instalações da TVS para os dados serem descarregados e decodificados.

Subsequently, both flight recorders have been delivered to TVS headquarters for data downloading and decoding.

### 1.11.1. Registador Áudio da Cabine de Voo || Cockpit Voice Recorder (CVR)

#### 1.11.1.1. Descrição || Description

##### CVR (B737-800 FCOM 5.20)

O CVR utiliza quatro canais independentes para gravar o áudio da cabine de voo durante 120 minutos. As gravações anteriores aos últimos 120 minutos são automaticamente apagadas. Um canal grava as conversas da área da cabine de voo utilizando o microfone de área. Os outros canais gravam saídas individuais de áudio do ACP (auscultadores) e das transmissões para os pilotos e observador. (Figura nº 10)

O RIPS (Fonte independente de energia do registador) fornece energia ao registador de áudio da cabine) durante 10 minutos depois que a energia da aeronave é interrompida ao ser desligada por procedimento normal ou por qualquer outra causa de perda de energia.

##### Microfone de Área

Fica activo sempre que a energia de 115V AC está ligada na aeronave.

##### CVR (B737-800 FCOM 5.20)

The cockpit voice recorder uses four independent channels to record flight deck audio for 120 minutes. Recordings older than 120 minutes are automatically erased. One channel records flight deck area conversations using the area microphone. The other channels record individual ACP output (headset) audio and transmissions for the pilots and observer. (Picture nº 10)

The RIPS (Recorder Independent Power Supply) provides power to the cockpit voice recorder for 10 minutes after aircraft power is interrupted either by normal shutdown or by any other loss of power.

##### Area Microphone

Active anytime 115V AC is applied to airplane.



Figura || Picture nº 10

### 1.11.1.2. Conteúdo dos Registos de Áudio || Audio Recording Contents

Os registos de áudio obtidos do CVR, estavam em boas condições, mas não correspondiam aos eventos relacionados com a aproximação e aterragem em causa da aeronave.

Os registos de áudio estavam relacionados com o posicionamento da aeronave, depois do voo, para outra posição de estacionamento no aeródromo das Lajes.

Sempre que após uma ocorrência, não são preservados os registos do CVR, pela remoção atempada da energia eléctrica do CVR, todas as informações relevantes para uma investigação são perdidas e portanto a identificação de falhas e o desenvolvimento de recomendações para a segurança de voo não são possíveis.

The audio recordings obtained from the CVR, were in good conditions, but did not match with the events of the concerned aircraft's flight approach and landing.

The audio recordings were related with the post flight positioning of the aircraft to another parking stand at Lajes aerodrome.

Whenever a CVR is not secured after an occurrence, by removing electrical power from the CVR in a timely manner, information relevant to an investigation is lost and the identification of safety deficiencies and the development of safety recommendations are impeded.

## 1.11.2. Registador de Parâmetros de Voo || Flight Data Recorder (FDR)

### 1.11.2.1. Descrição || Description

#### FDR (B737-800 FCOM 5.21)

O DFDR fornece um registro permanente de informação operacional e dos sistemas, incluindo o tempo, rumo, altitude, velocidade, aceleração, atitude, a potência do motor e a posição das superfícies de controlo de voo.

O registador é um dispositivo de estrutura sólida e está em conformidade com os requisitos do FAA e da EASA para as taxas de amostragem de dados e o número/tipo de parâmetros amostrados. (Figura nº 11)

As informações operacionais e dos sistemas são gravadas automaticamente sempre que o registador de parâmetros de voo é energizado.

O DFDR tem as seguintes características:

- Regista continuamente os dados de voo mais recentes, poupando os dados mais atuais para as últimas 25 horas de operação
- O DFDR está alojado num recipiente fechado localizado atrás de uma porta de acesso, no tecto da área mais traseira da cabine
- Resistente a corrosão, fogo e impactos, sobrevive à pressão no fundo do mar até 13.451 pés (4.100 m)
- Emissor localizador operativo durante 30 dias
- Recipiente para carregar e copiar dados para análise.

#### FDR (B737-800 FCOM 5.21)

The DFDR provides a permanent record of operational and systems information including time, heading, altitude, airspeed, acceleration, attitude, engine thrust, and flight control surface position.

The recorder is a solid state device and complies with FAA and EASA requirements for data sampling rates and number/type of parameters sampled. (Picture nº 11)

Operational and systems information are automatically recorded whenever the flight recorder is powered.

The DFDR has the following features:

- Continuously records the most recent flight data, saving the most current data for the last 25 hours of operation
- The DFDR is housed in a sealed container located behind an access door in the far aft cabin ceiling
- Corrosion, fire and impact resistant, survives deep sea pressure to 13,451 feet (4,100 m)
- Locator beacon operable for 30 days
- Receptacle for downloading and copying data for analysis.



Figura || Picture nº 11

### 1.11.2.2. Programa FDM do Operador || Operator’s FDM Programme

Os dados de voo são registados directamente num disco óptico ou placa PCMCIA através do DFDR durante cada voo.

Flight data is recorded directly onto an optical disc or PCMCIA card through the DFDR during every flight.

Um técnico especializado da TVS foi responsável por realizar o processamento informatizado dos dados de voo do DFDR registrados no disco óptico e na placa PCMCIA, através do programa AirFASE.

A specialized technician at TVS was responsible for performing the computerized processing of DFDR flight data recorded on the optical disc and PCMCIA card, through the AirFASE software.

A análise sob a forma de Relatório AirFASE é o resultado do processamento de dados de voo do DFDR realizada através de programa AirFASE.

The analysis in the form of the AirFASE Report is the result of the DFDR flight data processing performed through AirFASE software.

Posteriormente, o departamento de segurança de voo do operador analisou os dados para desvios do perfil do voo em relação ao AFM e SOPs, especialmente durante as fases de aproximação e aterragem.

Subsequently, the operator’s flight safety department analyzed the data for flight profile deviations related with AFM and SOPs, especially during the approach and landing phases.

O procedimento mencionado acima faz parte do programa obrigatório de FDM do operador para a identificação, monitorização, análise e especificação de acções correctivas relevantes, relacionadas com os riscos de tendências operacionais adversas detectados.

Above procedure is part of the operator’s mandatory FDM program for the identification, monitoring, analysis and specification of relevant corrective actions, related with detected risks of adverse operational trends.

Reporte AirFASE do voo TVS4130 (Figura nº 12).

Flight TVS4130 AirFASE Report (Picture nº 12).

Flight #	Depart. (GMT)	Duration	Origin	Dest.	Reg. #	File Upload	File #
TVS4130	22/02/2014 02:20:17	05:18:44	PRG	TER	OK-TVT	23/02/2014 20:00:00	433

Num.	Event Name	Sev.	Phase	Snapshot	Value
501	Takeoff Event for ADEPT Report	Info	INC	FLIGHT PHASE	4.00
502	Stable Cruise Event for ADEPT Report	Info	CRS	FLIGHT PHASE	0.00
1021	Speed above 250kts (below 10000ft)	Info	DES	COMPUTED AIR SPEED	207.50
1018	Exceedance of Flaps/Slats Limit Spe...	Low	APP	COMPUTED AIR SPEED	172.00
1902	Deviation above Glideslope (Above 1...	Low	FNA	GLIDE DEVIATION IN D...	-1.10
1010	Speed High in Approach (at 1000ft)	Low	FNA	APPROACH SPEED	25.00
1805	Deviation above Glideslope (1000ft - ...	Low	FNA	GLIDE DEVIATION IN D...	-1.02
1501	Vertical Acceleration High in Flight	Low	FNA	MAXIMUM VERTICAL G	1.04
1808	Deviation from Localizer (Low ALT)	Low	FNA	LOCALIZER DEV IN DO...	-0.50
1820	High Vertical speed before Touchdown	High	FNA	VERTICAL SPEED IN F...	-19.73
1504	Vertical Acceleration High at Touchd...	High	FNA	MAXIMUM VERTICAL G	3.02
1211	Bank oscillation in Approach (below ...	Low	FNA	ROLL ANGLE	-4.22
1204	Bank Cycling in Approach	Low	FNA	NUMBER ROLL OSCILL...	8.00
1111	Pitch Rate High at Landing	Medium	FNA	MAX PITCH RATE IN A...	2.70
1405	Path High at Landing (below 20ft)	Medium	FNA	DESCENT SLOPE FINA...	3.58
2207	Hard Landing Hazard	High	FNA		
1817	Short Flare Distance	Medium	LAN	TOUCHDOWN DISTANCE	240.89
1703	Thrust Reduction Late at Landing	Medium	LAN	THROTTLE ANGLE1	50.98
1819	Short Flare Time	High	LAN	FLARE TIME	2.00
1111	Pitch Rate High at Landing	High	LAN	MAX PITCH RATE IN A...	9.08
1815	Heading Excursion During Landing R...	Low	LAN	HEADING EXCURSION ...	4.57
1811	Reversers Delayed at Landing	Low	LAN	T/R DEPLOYMENT AFT...	8.00
1807	Heading Deviation at Landing (abov...	Low	LAN	HEADING DEV. AT LAN...	4.92

Figura || Picture nº 12

Durante o final da descida, aproximação e aterragem do voo TVS4130, o AirFASE identificou o seguinte número de eventos com limites excedidos e classificados em termos de "severidade" de risco, em:

- Baixo: 11 eventos
- Médio: 4 eventos
- Alto: 5 eventos

During the end of descent, approach and landing phases of flight TVS4130, AirFASE has identified the following number of events with exceeded limits and classified in terms of "severity" risk, in:

- Low: 11 events
- Medium: 4 events
- High: 5 events

### 1.11.2.3. Conteúdo dos Registos do FDR || FDR Records Contents

O FDR regista dados binários, os quais precisam de ser decodificados para conversão em unidades de engenharia (nós, pés, etc.). Foi usado, um equipamento de leitura e programa computadorizado para obter resultados num formato legível, como por exemplo, um arquivo electrónico de folha de cálculo.

The FDR records binary data, which needs to be decoded for conversion into engineering units (knots, feet, etc.). Ground replay equipment and computer software have been used to output the results in a readable format, as for instance, a spreadsheet.

No que diz respeito ao voo TVS4130, as seguintes tabelas contêm uma sequência de eventos registados durante a aproximação final e a aterragem, onde as unidades de dados estão dispostas em colunas e os intervalos de tempo de 1 segundo em linhas.

On which concerns the flight TVS4130, following tables contain a sequence of recorded events during the flight approach and landing, where data units are disposed in columns and time intervals of 1 second in lines.

Alguns dos títulos principais das colunas estão divididos em mais colunas que representam fracções do "segundo" em referência àquela linha. É o caso de:

- Aceleração Vertical: 16 colunas/fracções de sec  
Pitch: 4 colunas/fracções de sec  
- Roll: 4 colunas/fracções de sec

Some of the column main headings are divided in more columns representing fractions of the "second" in reference to that line. It is the case of:

- Vertical Acceleration: 16 columns/sec fractions  
Pitch: 4 columns/sec fractions  
- Roll: 4 columns/sec fractions

As nove linhas (segundos) da tabela correspondentes aos últimos 93 ft RA da aproximação final, arredondamento e aterragem da aeronave, foram coloridas a amarelo. (Tabelas nº 8 e nº 9)

In the table, nine lines (seconds) corresponding to the last 93 ft RA of aircraft final approach, flare and landing, have been colored in yellow. (Tables nº 8 and nº 9)

Animação do período acima mencionado, é retratado nas Figuras do nº 15 a nº 17.

Animation of above mentioned period is depicted in Pictures nº 15 through nº 17.

Um conjunto de gráficos, do nº 1 a nº 6, completa a ilustração.

A set of graphics, nº 1 through nº 6, complete the illustration.

RELATÓRIO FINAL DE ACIDENTE || ACCIDENT FINAL REPORT Nº 04/ACCID/2014

OK-TVT 2/22/2014 Parameter Map: T73X58-1-0-0 (v1.57) Format: Basic Derived Parameters (v5.00) Parameters: 19  
 Flight: TVS4130-1 PRG-TER T/O Frm: 43656 2:49:44 AM Lnd Frm: 48022 7:41:34 AM

Frame-Sf	SfCount	Time	STANDA _ALT_STD	RADIO A _ALT_RAD	AUTO PI _AP_STATI	ATS ENG _ATS_ENG	COMPUT _CAS	GROUND _GS	VERTICAL _IVV	VERTICAL ACCELERATION										
										_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG	_VRTG
47994-1	191975	07:39:36	1760	1793	AP1 ON	ENGAGED	161	161	-768	0,83	0,84	0,84	0,86	0,87	0,83	0,84	0,85	0,84	0,9	0,96
47994-2	191977	07:39:37	1735	1779	AP1 ON	ENGAGED	165,3	162	-832	0,98	0,94	0,96	0,98	0,96	1,02	1,04	1	1	1	0,99
47994-3	191978	07:39:38	1726	1766	AP1 ON	ENGAGED	172,3	164	-864	0,98	0,96	0,94	0,97	1,02	1,02	1,06	1,05	1,01	0,97	0,9
47994-4	191979	07:39:39	1718	1752	AP1 ON	ENGAGED	171,5	166	-912	0,96	0,97	0,99	1,03	1,04	1,07	1,08	1,1	1,08	1,05	1,05
47994-5	191980	07:39:40	1702	1738	AP1 ON	ENGAGED	171,5	168	-864	1,03	1,01	1,01	1	1	1,01	1	0,99	0,99	0,99	0,96
47995-1	191980	07:39:41	1683	1723	AP1 ON	ENGAGED	174,5	168,5	-928	1	1	1,02	1,04	1,05	1,04	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03
47995-2	191981	07:39:42	1668	1708	AP1 ON	ENGAGED	173,8	168,5	-896	1,04	1,04	1,04	1,04	1,09	1,08	1,06	1,07	1,03	1,02	1,02
47995-3	191982	07:39:43	1652	1694	AP1 ON	ENGAGED	174,3	168,5	-880	1	1,01	1	1	0,97	0,95	0,96	0,96	0,96	0,95	0,94
47995-4	191983	07:39:44	1631	1678	AP1 ON	ENGAGED	174	168,5	-976	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,92	0,92	0,89
47996-1	191984	07:39:45	1614	1662	AP1 ON	ENGAGED	165,8	168,5	-1120	0,94	0,86	0,82	0,82	0,84	0,86	0,86	0,94	0,93	0,89	0,81
47996-2	191985	07:39:46	1593	1643	AP1 ON	ENGAGED	165,5	169	-1328	0,96	0,97	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,94	0,93	0,91	0,9
47996-3	191986	07:39:47	1578	1623	AP1 ON	ENGAGED	166,5	169	-1488	0,9	0,84	0,83	0,86	0,85	0,88	0,91	0,86	0,85	0,91	0,92
47996-4	191987	07:39:48	1548	1600	AP1 ON	ENGAGED	168	169	-1600	1,05	1,12	1,12	1,14	1,15	1,14	1,18	1,2	1,23	1,28	1,33
47997-1	191988	07:39:49	1520	1575	AP1 ON	ENGAGED	174,8	170,5	-1248	1,28	1,24	1,22	1,2	1,17	1,12	1,1	1,12	1,11	1,13	1,12
47997-2	191989	07:39:50	1499	1553	NO AP ON	ENGAGED	168,5	172	-1136	1,02	1,01	1,03	1,02	1	0,96	0,97	0,95	0,93	0,93	0,94
47997-3	191990	07:39:51	1483	1531	NO AP ON	ENGAGED	170,8	173	-1280	0,89	0,9	0,95	1	1,03	1,05	1,08	1,08	1,05	1,02	1,02
47997-4	191991	07:39:52	1470	1509	NO AP ON	ENGAGED	169,8	174	-1232	1,11	1,11	1,07	1,06	1,05	0,97	0,9	0,91	0,93	0,92	0,93
47998-1	191992	07:39:53	1444	1488	NO AP ON	ENGAGED	171,3	173,5	-1312	0,96	0,97	0,98	1	1,01	1,02	1,06	1,1	1,12	1,15	1,16
47998-2	191993	07:39:54	1421	1469	NO AP ON	ENGAGED	178,5	173,5	-1168	1,11	1,12	1,15	1,09	1,07	1,1	1,13	1,15	1,11	1,13	1,14
47998-3	191994	07:39:55	1401	1450	NO AP ON	ENGAGED	176,3	172,5	-960	1,14	1,23	1,25	1,25	1,24	1,24	1,24	1,22	1,21	1,2	1,19
47998-4	191995	07:39:56	1391	1433	NO AP ON	ENGAGED	171,8	172	-688	1,09	1,09	1,09	1,09	1,1	1,08	1,09	1,09	1,06	1,06	1,06
47999-1	191996	07:39:57	1381	1419	NO AP ON	ENGAGED	173,5	170,5	-576	1,04	1,02	1,04	1,04	1,03	1,02	1	0,99	0,99	1,02	1,05
47999-2	191997	07:39:58	1367	1408	NO AP ON	ENGAGED	169,3	170	-448	1,15	1,19	1,16	1,14	1,2	1,2	1,17	1,15	1,15	1,15	1,12
47999-3	191998	07:39:59	1359	1399	NO AP ON	ENGAGED	163	169,5	-368	0,98	0,97	0,97	0,95	0,93	0,92	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86
47999-4	191999	07:40:00	1350	1390	NO AP ON	ENGAGED	163,8	168,5	-624	0,84	0,84	0,83	0,84	0,84	0,87	0,86	0,87	0,87	0,89	0,88
48000-1	192000	07:40:01	1338	1380	NO AP ON	ENGAGED	163,8	168	-864	0,88	0,88	0,89	0,88	0,89	0,94	0,97	0,96	1	1,04	1
48000-2	192001	07:40:02	1335	1369	NO AP ON	ENGAGED	166,5	168	-1040	0,97	1,05	1,05	1,02	1,02	1,02	1,05	1,08	1,07	1,05	1,07
48000-3	192002	07:40:03	1324	1356	NO AP ON	ENGAGED	164	168,5	-944	1,12	1,12	1,11	1,15	1,15	1,14	1,18	1,2	1,16	1,15	1,15
48000-4	192003	07:40:04	1312	1343	NO AP ON	ENGAGED	166,5	169,5	-720	1,15	1,15	1,16	1,2	1,21	1,23	1,22	1,18	1,16	1,19	1,18

Tabela || Table nº 7

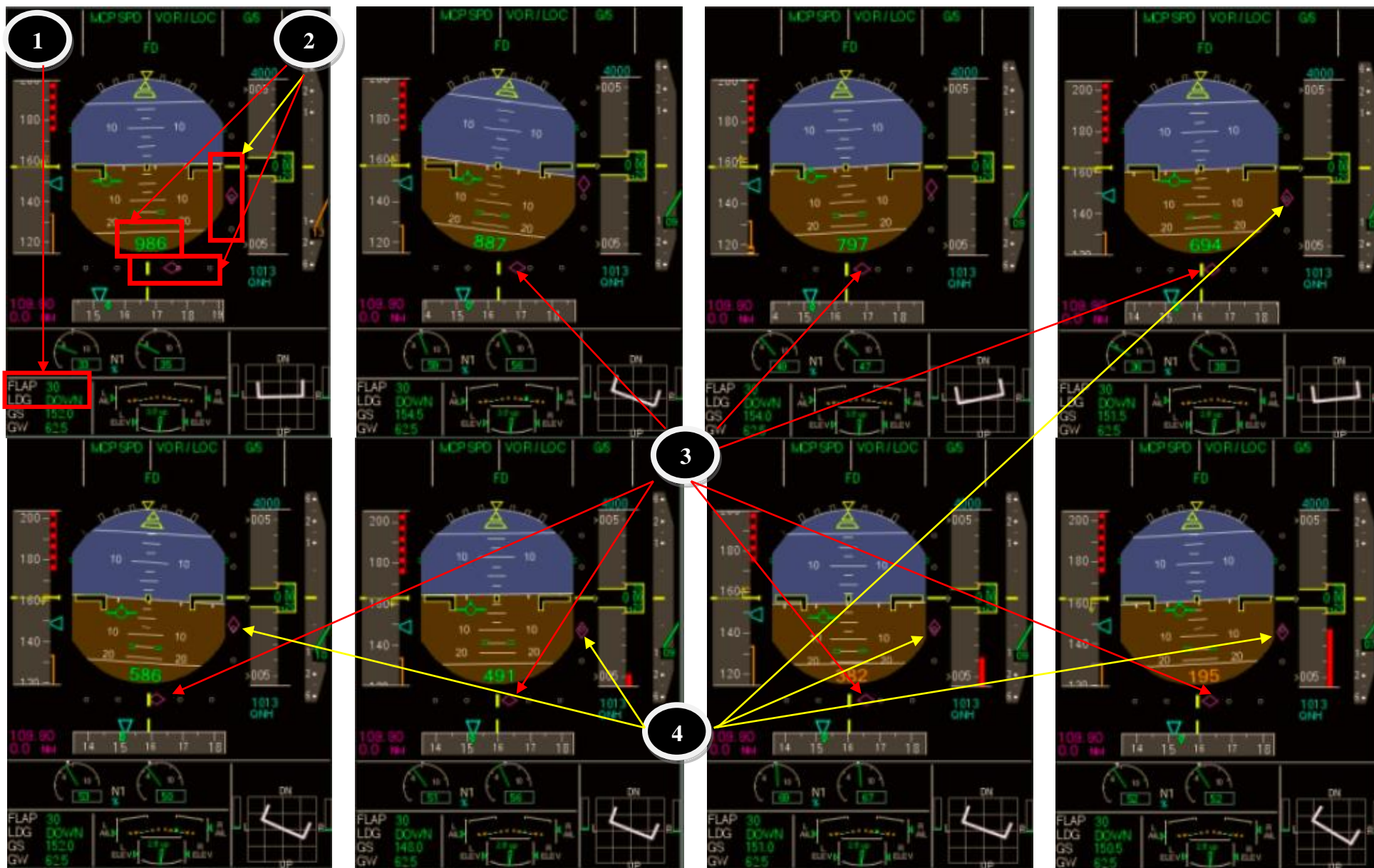


Figura || Picture nº 13

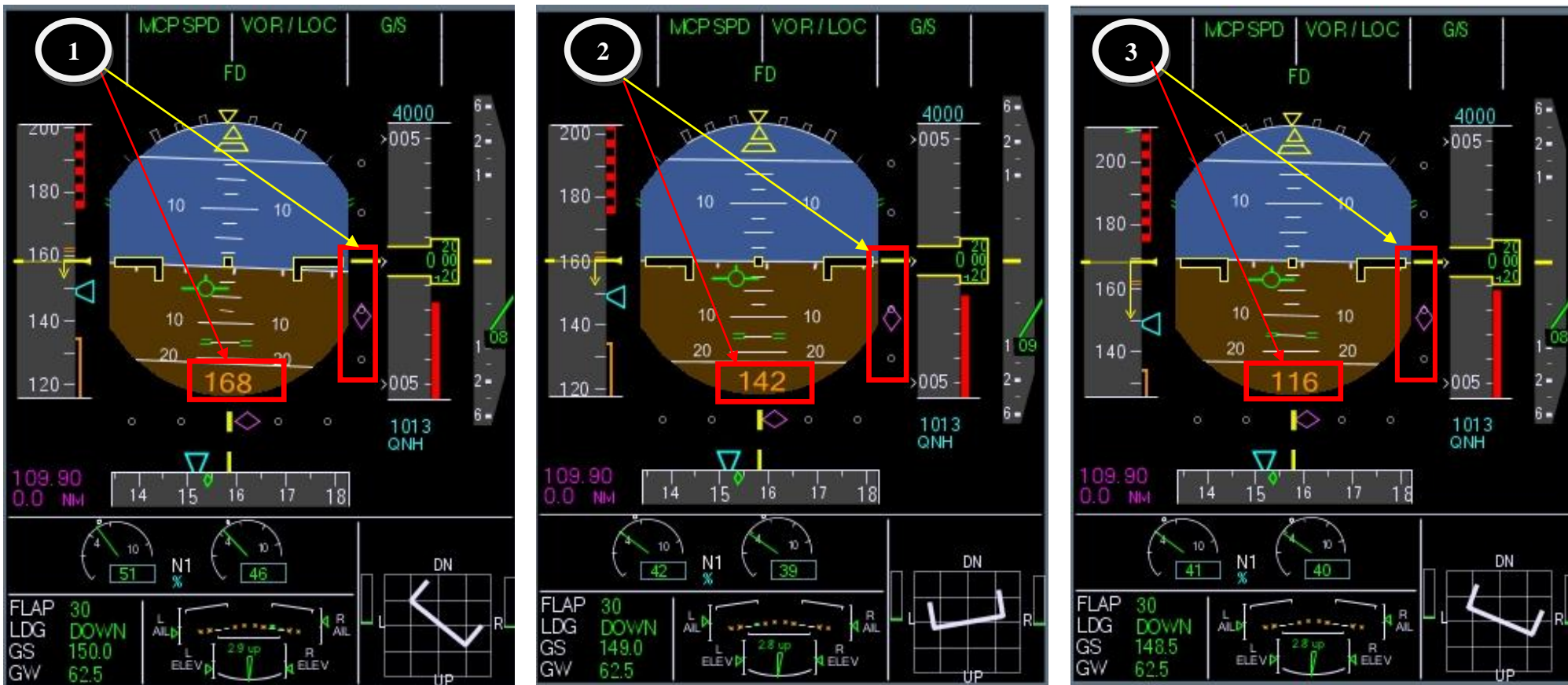


Figura || Picture nº 14

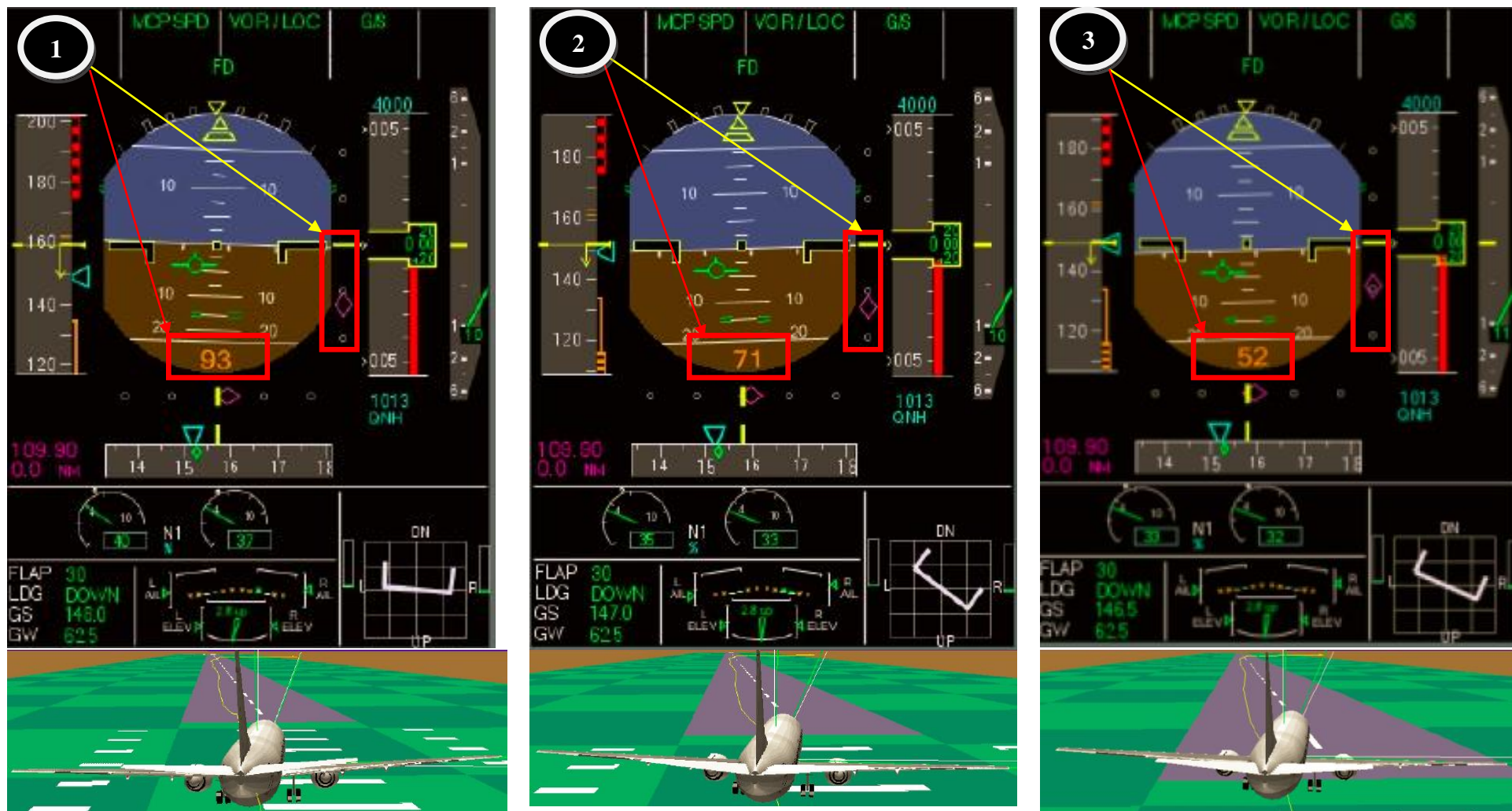


RELATÓRIO FINAL DE ACIDENTE || ACCIDENT FINAL REPORT Nº 04/ACCID/2014

OK-TV7 2/22/2014 Parameter Mts  
Flight: TV54130-1 PRG-TER T/O Fr

Frame-Sf	SFCount	Time	VRTG		HEADING	FLAPS AN	GROSS W	N1		PITCH ANGLE				ROLL ANGLE				RUDDER	WIND SPD	WIND DIR	LONGITUDINAL WIND SPEED
			G	G				DEG	DEG	TONS	%RPM	%RPM	PITCH	PITCH	PITCH	PITCH	ROLL				
48013-3	192054	07:40:35	1,07	1,05	161,02	240,1	63	41,4	49,9	0,7	0,4	0	-0,2	-2,6	-2,6	-2,3	-2,3	2,92	26,5	-144,84	-13,32
48013-4	192055	07:40:36	1,09	1,09	160,31	240,1	63	51,6	52,1	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-2,3	-2,1	-1,6	-0,7	3,62	25	-145,9	-14,77
48014-1	192056	07:40:37	1,01	1,06	159,96	240,1	63	46,6	44,3	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	0,4	0,3	-0,4	-1,2	0,83	24	-145,2	-13,82
48014-2	192057	07:40:38	1,04	1	159,26	240,1	63	39,6	41,9	-0,5	-0,4	-0,2	0	-0,9	0,2	0,9	0,5	4,77	23	-146,25	-13,36
48014-3	192058	07:40:39	0,83	0,84	158,91	240,1	63	49	58	-0,2	-0,2	-0,2	-0,4	-0,4	-1,1	-2,3	-3,7	1,08	22,5	-146,95	-13,18
48014-4	192059	07:41:00	1,04	1,02	158,2	240,1	63	60,8	59,3	-0,2	-0,2	0	0,4	-4,6	-4,7	-4,7	-4,4	3,81	21,5	-148,71	-12,91
48015-1	192060	07:41:01	1	1,02	159,26	240,1	63	53,9	50	0,5	0,9	0,9	1,1	-3,7	-2,8	-2,5	-2,5	3,75	23	-149,41	-14,37
48015-2	192061	07:41:02	1,22	1,22	161,02	240,1	63	51,8	54,3	1,2	1,4	1,6	2,1	-2,6	-2,8	-2,6	-1,6	4,13	26	-149,77	-16,98
48015-3	192062	07:41:03	1,11	1,1	162,77	240,1	63	53,8	51,3	2,5	2,5	2,5	2,5	-0,2	0,5	1,4	2,1	1,53	29,5	-149,06	-19,68
48015-4	192063	07:41:04	0,82	0,81	162,07	240,1	63	46	42,5	2,3	1,9	1,6	0,9	2,6	3,9	4,7	4,9	0,44	30,5	-148,01	-19,64
48016-1	192064	07:41:05	1,02	1,04	160,31	240,1	63	37,5	35,9	0,5	0	-0,2	-0,2	4,7	4,2	4	3,7	-1,27	29,5	-145,9	-17,43
48016-2	192065	07:41:06	1,07	1,02	159,26	240,1	63	36,4	38,5	-0,2	-0,2	0	0	3,2	2,5	1,9	2,5	1,53	28	-146,25	-16,26
48016-3	192066	07:41:07	0,92	0,91	159,96	240,1	63	46,9	50,8	-0,2	-0,4	-0,7	-0,9	3,7	4,2	3,7	2,3	-0,89	26,5	-144,49	-14,99
48016-4	192067	07:41:08	0,84	0,83	159,61	240,1	63	51,5	56,8	-0,9	-0,9	-0,7	-0,4	0,5	-1,4	-3,3	-4,7	4,13	26	-146,25	-15,23
48017-1	192068	07:41:09	1,22	1,21	160,31	240,1	63	64,9	70,8	0	0,5	1,2	1,9	-5,4	-5,4	-4,7	-3,5	3,31	27	-149,06	-17,13
48017-2	192069	07:41:10	1,21	1,18	162,07	240,1	63	71,1	70	2,5	2,6	2,8	2,6	-2,6	-1,8	-0,5	0,9	1,97	29	-146,95	-18,26
48017-3	192070	07:41:11	0,91	0,9	162,42	240,1	63	69,5	67	2,3	1,8	0,9	0,2	2,1	3,9	5,4	7,7	-0,38	30	-144,14	-17,87
48017-4	192071	07:41:12	0,99	1,04	162,07	240,1	63	62,3	57,9	-0,4	-0,9	-1,2	-1,1	9,1	9,1	8,4	7,9	-0,32	30	-143,09	-17,27
48018-1	192072	07:41:13	0,99	0,95	159,61	240,1	63	60	64,9	-0,7	0	0,7	1,1	7	5,3	3,2	1,4	0,06	28	-144,14	-15,56
48018-2	192073	07:41:14	1,06	1,11	160,31	240,1	63	69,6	67,8	1,4	1,4	1,2	1,2	0,5	-0,2	-0,7	-0,7	4,2	26	-143,09	-14,31
48018-3	192074	07:41:15	0,95	0,92	164,37	240,1	63	67,1	68,3	1,4	1,4	1,6	1,4	-0,7	-0,9	-1,1	-0,9	4,2	26,5	-142,38	-14,72
48018-4	192075	07:41:16	1,05	1,03	162,42	240,1	63	68,1	64,9	1,2	0,9	0,9	0,9	0,2	2,3	4,4	6	1,97	27	-141,33	-15
48019-1	192076	07:41:17	1,08	1,08	162,77	240,1	63	62,1	61,9	0,9	0,9	0,9	1,1	6,3	6,2	5,4	4,4	-0,38	28	-142,03	-15,98
48019-2	192077	07:41:18	0,92	0,89	161,37	240,1	63	61,9	58,8	1,1	1,1	0,9	0,7	3,5	2,8	1,9	0,5	2,16	27	-143,44	-15,41
48019-3	192078	07:41:19	1,06	1,05	161,02	240,1	63	54	49,3	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,9	1,6	2,5	1,46	25,5	-145,2	-15,06
48019-4	192079	07:41:20	0,95	0,95	160,31	240,1	63	45,4	45,3	0,5	0,5	0,5	0,5	3,5	4,7	5,8	5,3	0,7	25	-148,36	-15,62
48020-1	192080	07:41:21	1,03	1,02	159,26	240,1	63	52,1	52	0,5	0,7	0,9	1,1	3,2	0,7	-0,9	-1,9	0,76	23	-152,93	-15,45
48020-2	192081	07:41:22	1,06	1,08	158,55	240,1	63	51,1	46,6	1,1	0,9	0,5	0,4	-2,1	-2,5	-2,3	-1,1	1,97	21	-157,15	-13,03
48020-3	192082	07:41:23	1,02	0,99	158,2	239,8	63	42,4	39,1	0,2	0,2	0,2	0	-0,4	0	-0,2	-0,2	3,88	19,5	-158,55	-14,21
48020-4	192083	07:41:24	0,88	0,89	157,85	239,8	63	41,1	40,4	-0,2	-0,5	-0,5	-0,4	-1,1	-2,5	-3,3	-3,2	3,18	20	-164,18	-15,77
48021-1	192084	07:41:25	1,01	0,99	157,15	239,8	63	40,4	37,4	-0,2	0	0,2	0,4	-1,9	-0,7	0,2	1,1	7,31	19,5	-168,4	-16,08
48021-2	192085	07:41:26	1,05	1,01	157,85	240,1	63	35	33	0,7	0,9	1,1	1,2	1,6	1,9	2,1	2,1	2,29	19	-168,05	-15,73
48021-3	192086	07:41:27	0,97	0,93	157,85	240,1	63	33,8	32,6	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	-0,5	-1,9	-3,7	4,39	16	-159,96	-11,86
48021-4	192087	07:41:28	1,19	1,16	157,5	240,1	63	34,3	35	1,4	1,6	2,1	2,6	-6	-7,4	-7,2	-6,2	5,02	15,5	-150,82	-9,61
48022-1	192088	07:41:29	0,63	0,81	157,85	239,8	63	43,1	46,6	3,3	3,9	3,9	3	-4,2	-1,4	0	-1,2	2,48	16	-149,06	-9,61
48022-2	192089	07:41:30	2,75	2,26	157,5	239,8	63	62,8	64	1,4	0	-1,2	-1,9	-2,1	-2,1	-1,6	-0,4	2,1	16	-144,84	-8,56
48022-3	192090	07:41:31	1,38	1,28	156,8	240,1	63	66,5	60,1	-0,7	1,8	3,5	4,6	-0,9	-1,8	-2,3	-2,3	3,81	16	-150,47	-9,69
48022-4	192091	07:41:32	1,09	1,17	155,74	239,8	63	56,4	49,6	5,3	5,3	4,6	3,3	-1,9	-2,1	-2,5	-2,8	5,47	14	-149,06	-7,99
48023-1	192092	07:41:33	1	1,05	155,04	239,8	63	46,5	40,5	1,8	0,4	-0,7	-0,9	-2,5	-1,9	-2,1	-2,1	7,69	12	-148,71	-6,67
48023-2	192093	07:41:34	1,02	1,01	154,34	239,8	63	37,9	34,4	-0,7	-0,7	-0,9	-0,9	-2,1	-2,1	-2,1	-1,9	5,4	10	-151,17	-5,81
48023-3	192094	07:41:35	1,02	1,02	153,28	239,8	63	35,3	36	-0,9	-0,9	-1,1	-1,1	-1,9	-2,1	-2,1	-1,8	3,94	8,5	-156,45	-5,43
48023-4	192095	07:41:36	1,07	1,02	152,23	239,8	63	40	45,1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	5,98	7	-159,61	-4,67
48024-1	192096	07:41:37	1,01	0,99	152,58	239,8	63	37,8	67,6	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-2,1	-2,1	-2,1	-1,9	5,59	5,5	-159,61	-3,69

Tabela || Table nº 9

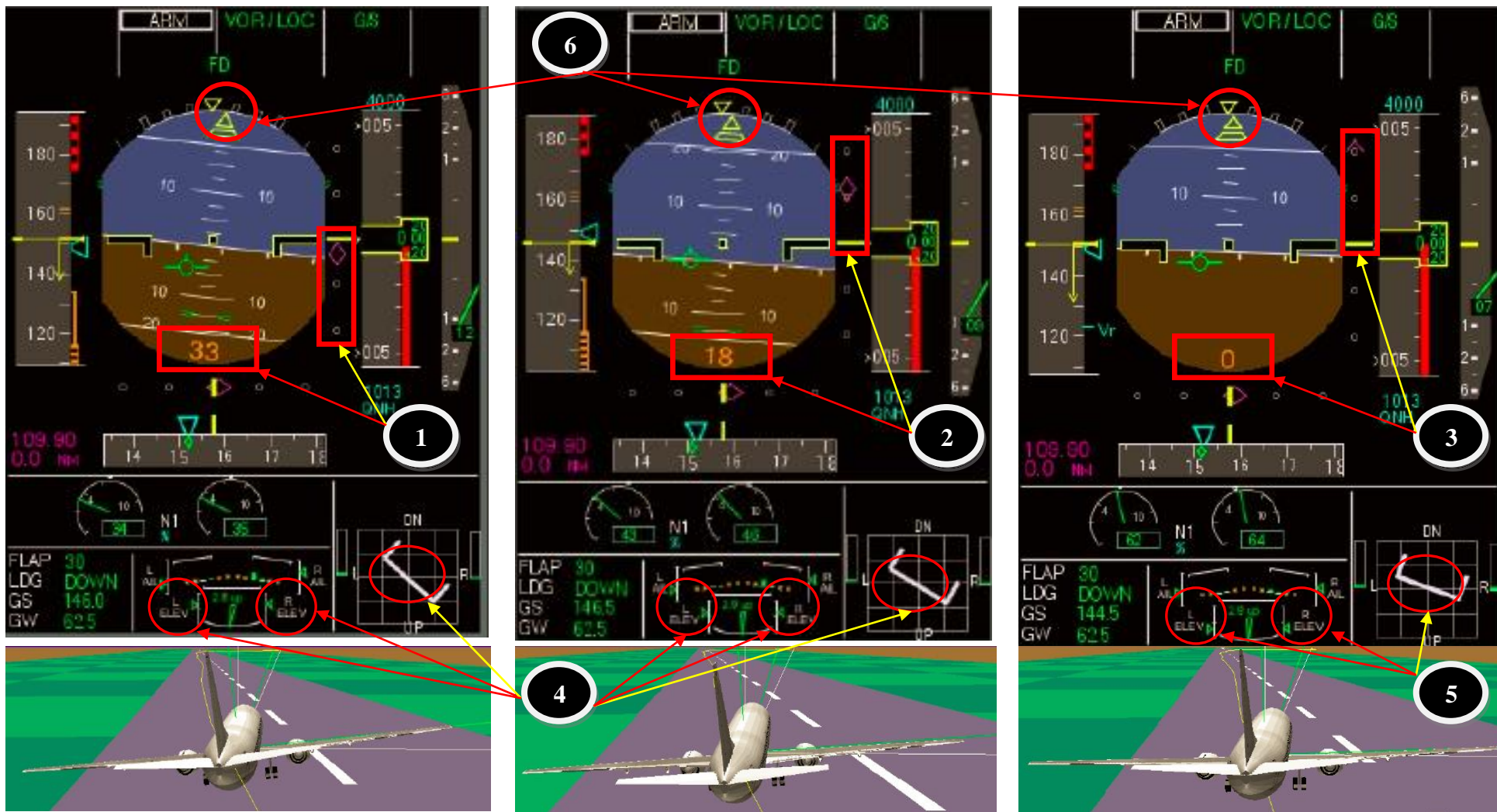


48021-1 – 192084 - 07:41:25

48021-2 – 192085 - 07:41:26

48021-3 – 192086 - 07:41:27

Figura || Picture nº 15



48021-4 – 192087 - 07:41:28

48022-1 – 192088 - 07:41:29

48022-2 – 192089 - 07:41:30

Figura || Picture nº 16



Figura || Picture nº 17

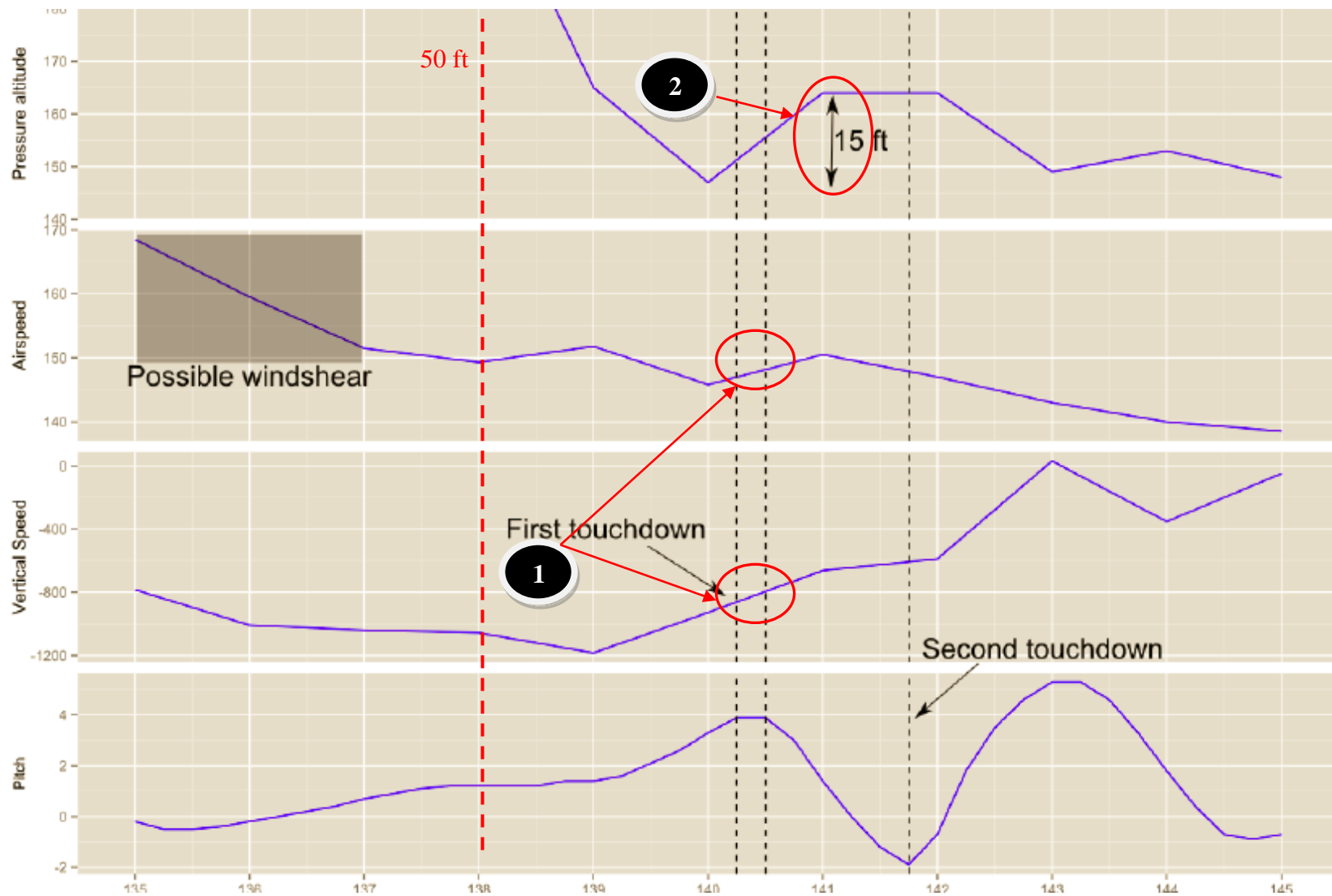


Gráfico || Graphic nº 1

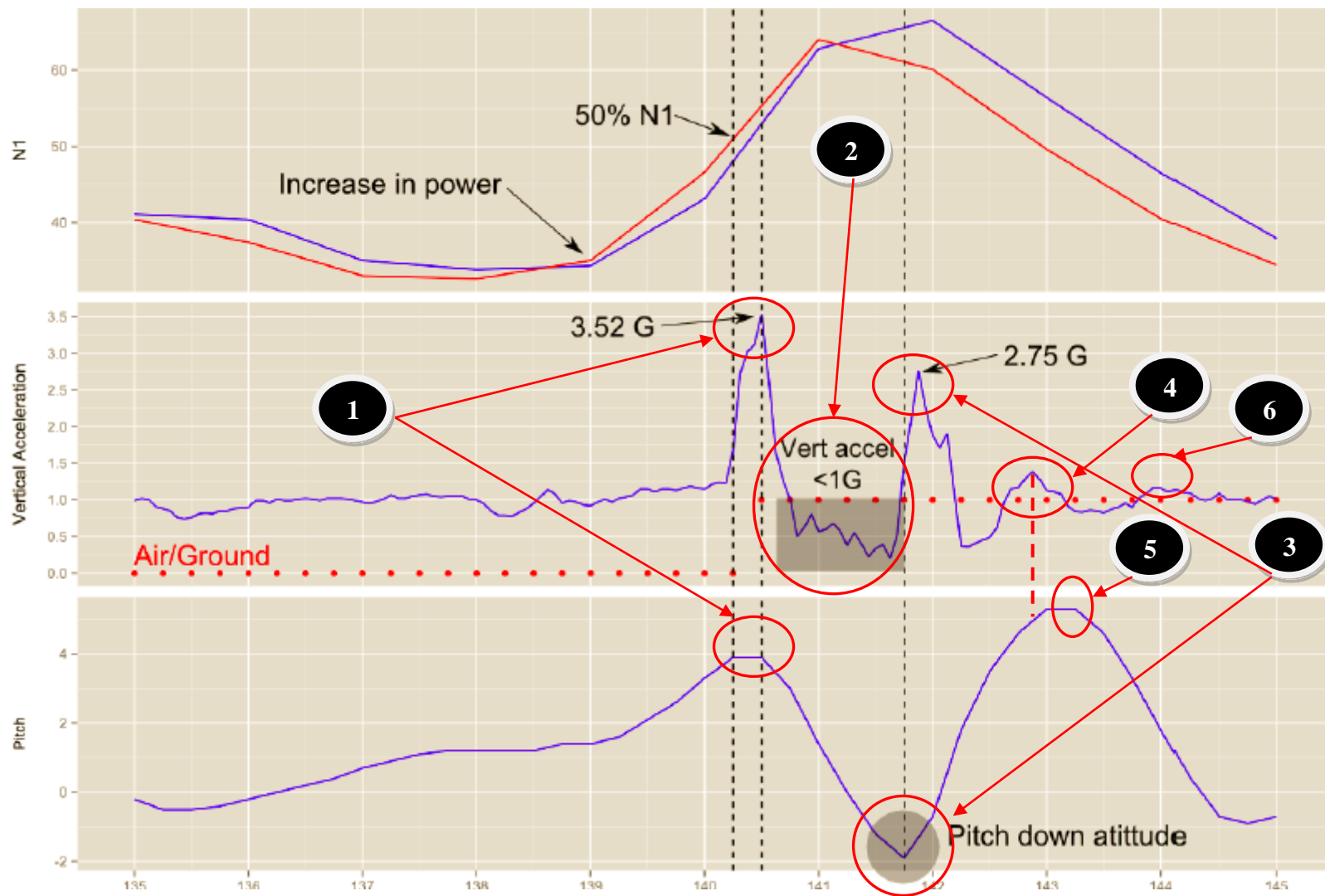


Gráfico || Graphic nº 2

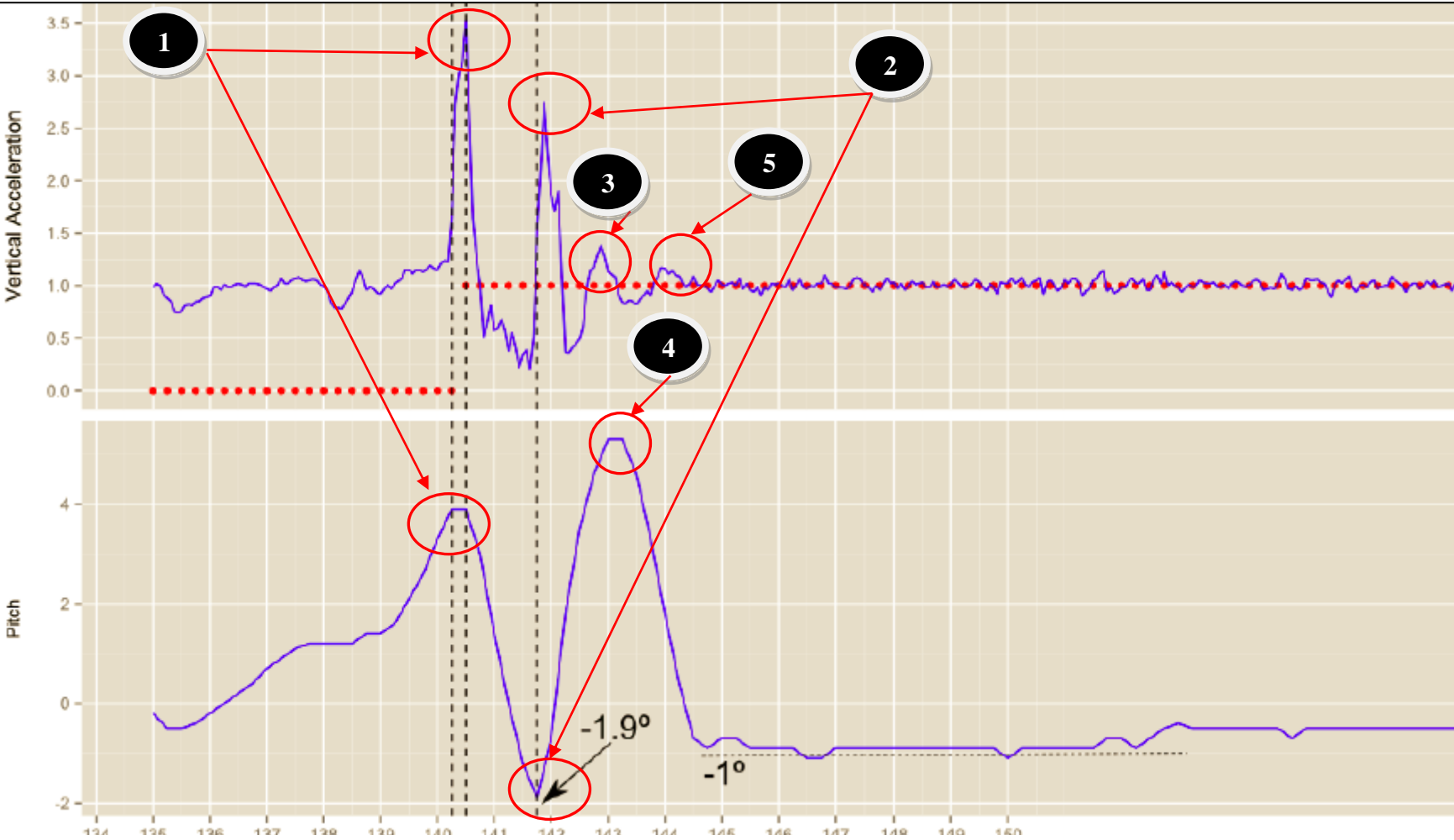


Gráfico || Graphic nº 3

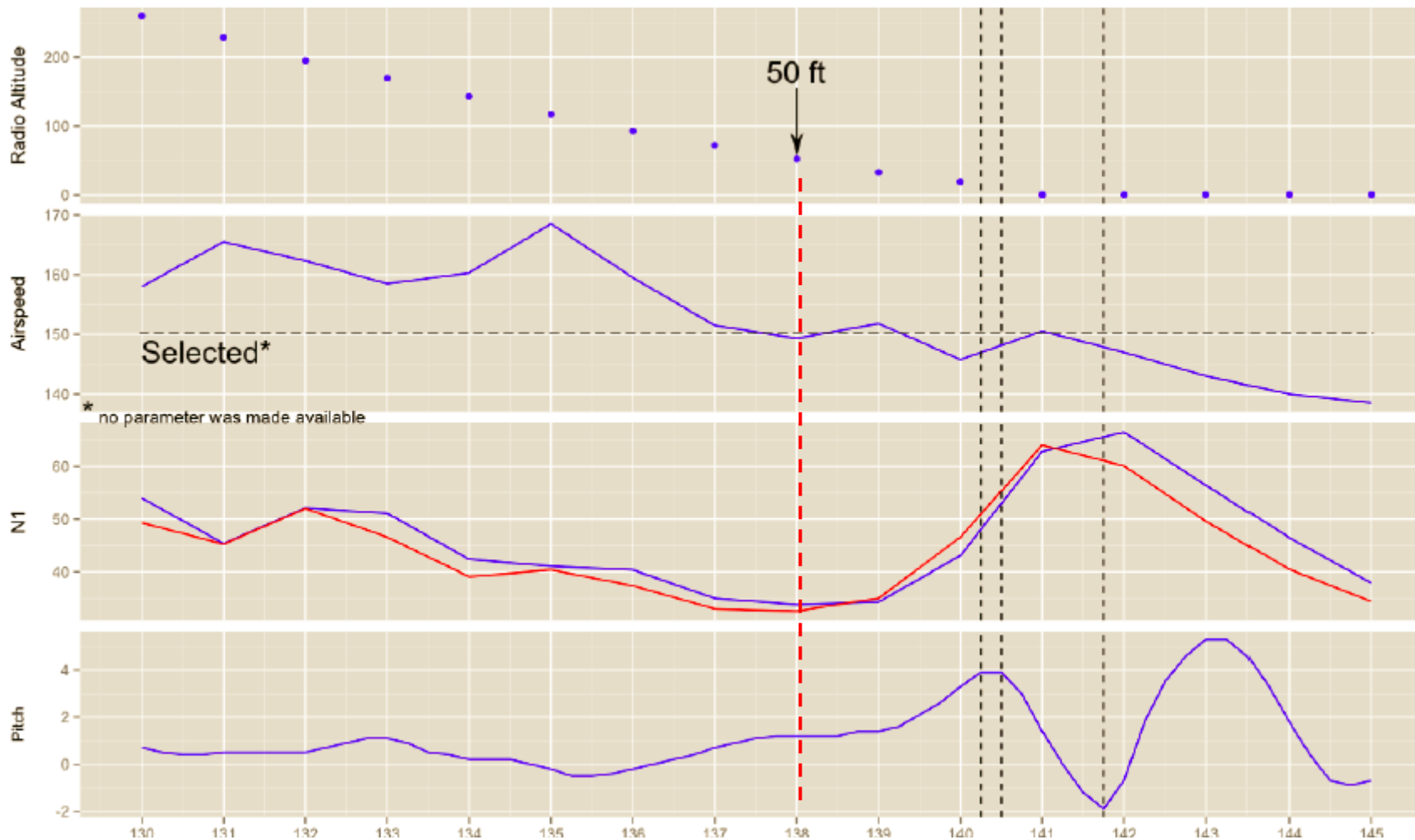


Gráfico || Graphic nº 4

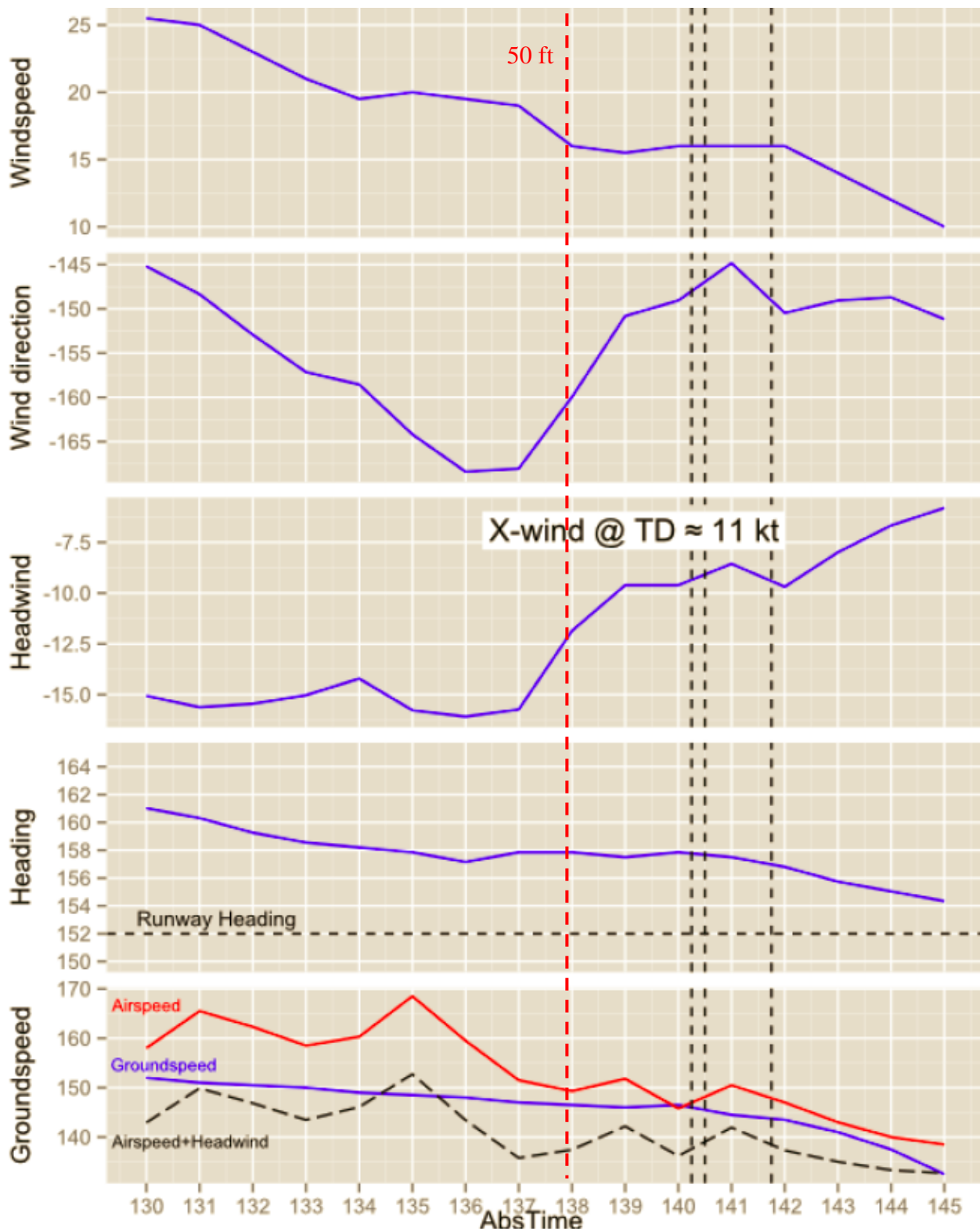


Gráfico || Graphic nº 5

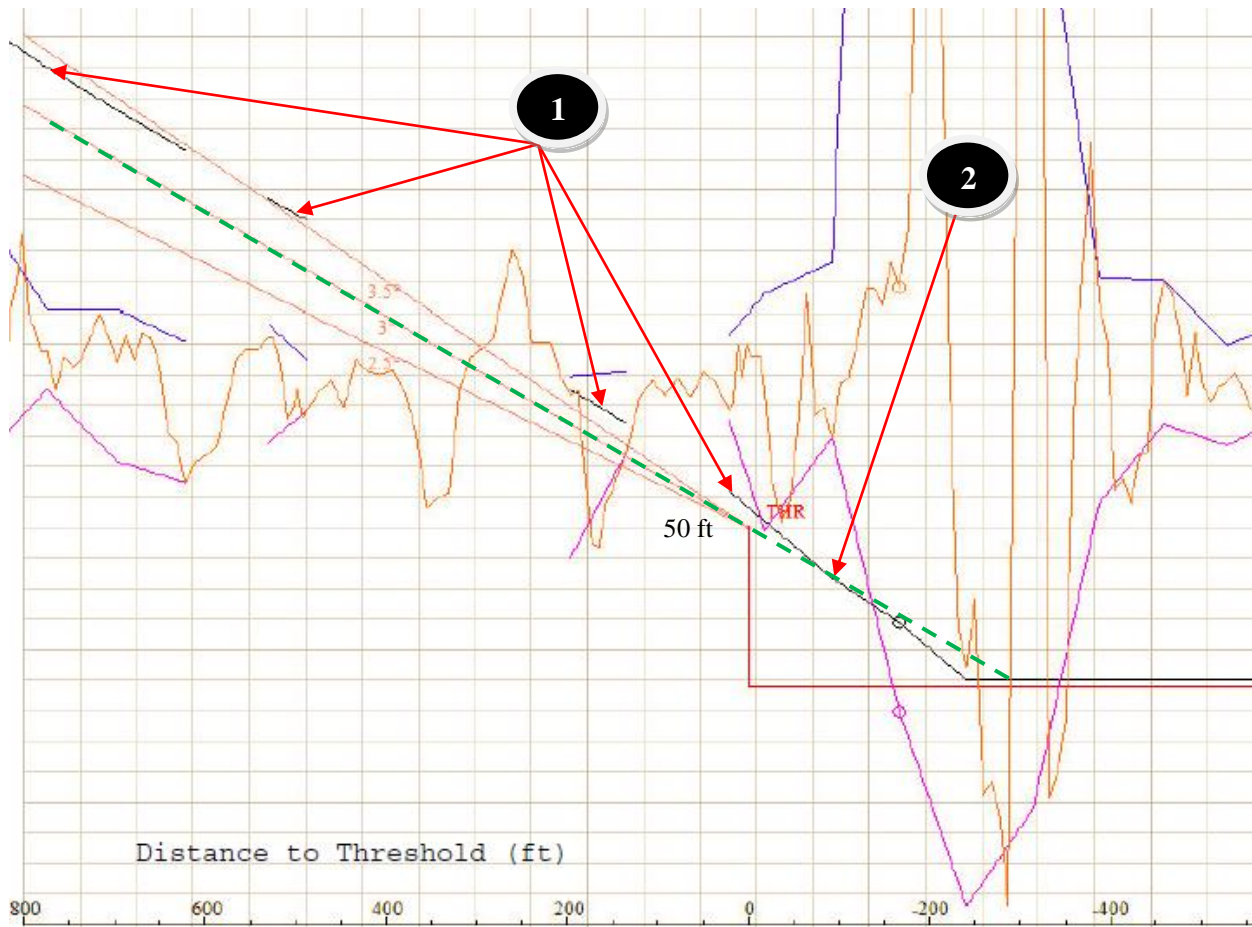


Gráfico || Graphic nº 6

Os elementos relevantes apoiados pelas anteriores tabelas, figuras e gráficos são identificados em baixo.

A aeronave foi estabilizada na aproximação do ILS para RWY 15 com o A/P e A/T engatados, mas às 07:39:50 UTC e à altitude de pressão de 1.499 ft o A/P foi desengatado (Tabela nº 7 nota -1).

A aproximação, arredondamento e aterragem da aeronave foram conduzidas sob condições de turbulência, onde os dados da "aceleração vertical" mostram valores variando mais de 0,10 G/sec (Tabela nº 7 nota-2) até atingir 0,41 G/sec (Tabela nº 7 nota-3), e com o A/P engatado.

Relevant elements supported by previous tables, pictures and graphics are bellow identified.

The aircraft has been stabilized on the ILS approach for RWY 15 with the A/P and A/T engaged, but at 07:39:50 UTC and pressure altitude of 1,499 ft the A/P was disengaged (Table nº 7 note-1).

Aircraft approach, flare and landing were conducted under turbulence as per data of "vertical acceleration" showing values varying more than 0.10 G/sec (Table nº 7 note-2) till reaching 0.41 G/sec (Table nº 7 note-3), and during A/P engagement.

Ao cruzar a "altitude rádio" 986 ft a descer no ILS, a aeronave foi configurada para aterrar, com o trem de aterragem em baixo e flaps 30 (Figura nº 13 nota-1), com quase um ponto de escala de desvio à esquerda do localizador e um ponto acima do G/S (Figura nº 13 nota-2). A massa à aterragem foi calculada pelo FMS em 63.000 kg (Tabela nº 9 nota-1).

When crossing "radio altitude" 986 ft descending on the ILS, the aircraft was configured for landing, with landing gear down and flaps 30 (Picture nº 13 note-1), with almost one dot of scale left of localizer and one dot above G/S (Picture nº 13 note-2). FMS computed landing mass was 63,000 Kg (Table nº 9 note-1).

Às 07:41:09 UTC a aeronave cruzou a "RA" 475 ft com CAS 157,3 Kts, GS 148,5 Kts e tinha um IVV de -1136 ft/min (Tabela nº 8 nota-1).

At 07:41:09 UTC the aircraft crossed "RA" 475 ft with CAS 157.3 Kts, GS 148.5 Kts and had an IVV of -1136 ft/min (Table nº 8 note-1).

Na descida subsequente, a aeronave introduziu uma correcção ao desvio do localizador (Figura nº 13 nota-3), mas manteve um ponto de escala acima do G/S até à "RA" 195 ft (Figura nº 13 nota-4).

On further descent, the aircraft introduced a correction to the localizer deviation (Picture nº 13 note-3), but maintained one dot above the G/S until "RA" 195 ft (Picture nº 13 note-4).

A seguir, o desvio do ILS G/S aumentou. Figura nº 14 nota-1 a 3)

Then, the ILS G/S deviation has increased. (Picture nº 14 note-1 through 3)

O perfil da trajectória de voo da aeronave relacionado com o G/S do ILS desde a "RA" 93 ft até à aterragem, está representado na Tabela nº 10, em baixo:

The aircraft flight path related to the ILS G/S from "RA" 195 ft till touchdown, is depicted in bellow Table nº 10:

<b>Time UTC</b>	<b>RA</b>	<b>ILS G/S</b>	<b>Referência    Reference</b>
07:41:21	195 ft	1,00 Dot DWN	Figura    Picture nº 13 note-4
07:41:22	168 ft	1,20 Dot DWN	Figura    Picture nº 14 note-1
07:41:23	142 ft	1,20 Dot DWN	Figura    Picture nº 14 note-2
07:41:24	116 ft	1,20 Dot DWN	Figura    Picture nº 14 note-3
07:41:25	93 ft	1,25 Dot DWN	Figura    Picture nº 15 note-1
07:41:26	71 ft	1,25 Dot DWN	Figura    Picture nº 15 note-2
07:41:27	52 ft	1,00 Dot DWN	Figura    Picture nº 15 note-3
07:41:28	33 ft	0,25 Dot DWN	Figura    Picture nº 16 note-1
07:41:29	18 ft	1,15 Dot UP	Figura    Picture nº 16 note-2
07:41:29	0 ft	2,00 Dot UP	Figura    Picture nº 16 note-3

Tabela || Table nº 10

O perfil da aproximação final da aeronave, representado pela linha preta (Gráfico nº 6 nota-1), atinge mais de 3,5° de ângulo de ladeira e, em seguida, converge e cruza o ILS G/S de 3° de ângulo, marcado pela linha tracejada verde, a 30/40 ft de altura sobre RWY (Gráfico nº 6 nota-2).

The aircraft flight path on final approach, depicted by the black line (Graphic nº 6 note-1), attains more than 3.5° slope angle and then converges and crosses the ILS G/S angle of 3°, marked by the green dashed line, at 30/40 ft RWY height (Graphic nº 6 note-2).

Os parâmetros complementares às "RA" anteriormente foram obtidos a partir das Tabelas nº 8 e nº 9 e incluídos na tabela nº 11.

Complementary parameters of previous detailed "RA" have been retrieved from Tables nº 8 and nº 9 and included in table nº 11.

Time UTC	RA	CAS (Kts)	GS (Kts)	FMS Wind Direction /Velocity	IVV ft/min	Vertical G Maximum	Vertical G Minimum	L N1%	R N1%	Pitch (°)	Roll (°)
07:41:18	289 ft	164,8	152,2	360-143,44= 216,56° /27 Kts	-672	1,12	0,89	61,9	58,8	1,1	2,8
07:41:19	260 ft	158	151	360-145,2= 214,80° /25,5 Kts	-688	1,07	0,86	54	49,3	0,5	2,5
07:41:20	228 ft	165,5	151	360-148,36= 211,64° /25 Kts	-688	1,10	0,92	45,4	45,3	0,5	5,8
07:41:21	195 ft	162,3	150,5	360-152,93= 207,07° /23 Kts	-736	1,04	0,97	52,1	52	0,9	0,7
07:41:22	169 ft	158,5	150	360-157,15= 202,85° /21 Kts	-800	1,08	0,82	51,1	46,6	1,1	-2,3
07:41:23	143 ft	160,3	149	360-158,55= 201,45° /19,5 Kts	-896	1,21	0,99	42,4	39,1	0,2	0
07:41:24	117 ft	168,5	148,5	360-164,18= 195,82° /20 Kts	-784	1,02	0,74	41,1	40,4	-0,5	-2,5
07:41:25	93 ft	159,5	148	360-168,4= 191,6° /19,5 Kts	-1008	1,02	0,9	40,4	37,4	0,4	-0,7
07:41:26	72 ft	151,5	147	360-168,05= 191,95° /19 Kts	-1040	1,08	0,95	35	33	1,2	1,9
07:41:27	52 ft	149,3	146,5	360-159,96= 200,04° /16 Kts	-1056	1,14	0,78	33,8	32,6	1,4	1,4
07:41:28	33 ft	151,8	146	360-150,82= 209,18° /15,5 Kts	-1184	1,19	0,92	34,3	35	2,6	-7,4
07:41:29	19 ft	145,8	146,5	360-149,06= 210,94° /16 Kts	-928	3,52	0,51	43,1	46,6	3,9	-4,2
07:41:30	0 ft	150,5	144,5	360-144,84= 215,16° /16 Kts	-663	2,75	0,21	62,8	64	-1,9	-2,1
07:41:31	0 ft	147	143,5	360-150,47= 209,53° /16 Kts	-588	1,38	0,36	66,5	60,1	4,6	-1,8
07:41:32	0 ft	143	141	360-149,06= 210,94° /14 Kts	+32	1,17	0,82	56,4	49,6	5,3	-2,5
07:41:33	0 ft	140	137,5	360-148,71= 211,29° /12 Kts	-352	1,16	0,94	46,5	40,5	1,8	-2,5

Tabela || Table nº 11

Entre " rádio altitudes " 93 pés e 33 pés a razão de descida da aeronave aumentou de -1.008 ft/min para -1.184 ft/min com a potência dos motores a 32,6/35% N1 (Ralenti de aproximação). (Tabela nº 11)

O arredondamento dos 33 pés à aterragem ocorreu em 2 segundos com uma razão de descida de -928 ft/min e CAS 145,8 Kts (Tabela nº 11 e Gráfico nº 1 nota-1). A manobra de alinhamento da aeronave com a linha central da pista foi realizado durante este período e a aeronave tocou ligeiramente inclinada à esquerda, portanto, com o trem de aterragem principal esquerdo a tocar primeiro a RWY (Figura nº 16 nota-6 e Figura nº 17 nota-1) e com rumo 157, 5° M (Tabela nº 9 nota-2).

O trem de aterragem principal da aeronave, no primeiro toque na pista, embateu com uma aceleração vertical de 3,52 G numa atitude 3,9° "pitch-up", (Gráfico nº 2 nota-1 e Gráfico nº 3 nota-1), seguido por um salto de 15 pés de diferencial na altitude de pressão (Gráfico nº 1 nota-2) e redução abrupta da aceleração vertical para 0,21 G (Tabela nº 11 e Gráfico nº 2 nota-2).

Durante a sequência acima mencionada, a coluna de controlo dos comandos de voo foi ligeiramente puxada atrás com a deflexão das correspondentes superfícies de elevadores (Figura nº 16 Nota4), para um aumento de 3,9° "pitch-up" atitude. Com o salto, a coluna de controlo dos comandos foi empurrada para a frente, accionando as superfícies de elevadores (Figura nº 16 nota-5), e causando -1,9° "pitch down" atitude.

Em seguida, a roda de nariz da aeronave embateu na RWY com 2,75 G de aceleração vertical, devido a -1,9° "pitch-dwn" atitude e de -663 ft/min de razão de descida. (Tabela nº 11, Gráfico nº 2 nota-3 e Gráfico nº 3 nota-2).

Mais uma vez, o trem de aterragem principal tocou a RWY a -588 ft/min de razão de descida, suportando 1,38 G de aceleração vertical com 4,6° de "pitch-up" atitude. (Tabela nº 11 e Gráfico nº 2 nota-4)

Between "radio altitudes" 93 ft and 33 ft the aircraft rate of descent has increased from -1008 ft/min to -1184 ft/min with engine thrust at 32.6/35% N1 (Approach Idle). (Table nº 11)

Flare from 33 ft to landing occurred in 2 seconds having a descent rate of -928 ft/min and CAS 145.8 Kts (Table nº 11 and Graphic nº 1 note-1). The de-crab manoeuvre has been accomplished during this period and the aircraft landed slightly left banked, thus with the left main landing gear touching first the RWY (Picture nº 16 note-6 and Picture nº 17 note-1) and with heading 157.5° M (Table nº 9 note-2).

The aircraft main landing gear, in the first touchdown, impacted the ground with a vertical acceleration of 3.52 G in a 3.9° pitch-up attitude, (Graphic nº 2 note-1 and Graphic nº 3 note-1) followed by a bounce of 15 ft differential pressure altitude (Graphic nº 1 note-2) and abrupt reduction of vertical acceleration to 0.21 G (Table nº 11 and Graphic nº 2 note-2).

During above mentioned sequence, the control column has been slightly pulled up with corresponding deflection of the elevators (Picture nº 16 note4), for an increase of 3.9° pitch-up attitude. With the bounce, the control column has been pushed down, actuating the elevators (Picture nº 16 note-5), and causing -1.9° pitch down attitude.

Next, the aircraft nose wheel impacted the RWY with 2.75 G vertical acceleration, due to -1.9° pitch down attitude and -663 ft/min rate of descent. (Table nº 11, Graphic nº 2 note-3 and Graphic nº 3 note-2).

Once again, the main landing gear touched the RWY at -588 ft/min rate of descent, sustaining 1.38 G vertical acceleration with 4.6° pitch-up attitude. (Table nº 11 and Graphic nº 2 note-4)

Finalmente, ocorreu um segundo salto mais pequeno da aeronave, com 32 ft/min de razão de subida, “pitch” atitude aumentando para 5,3° (Tabela nº 11, Gráfico nº 2 nota-5 e Gráfico nº 3 nota-4) com um toque no chão subsequente de -352 ft/min de razão descida e 1,16 G de aceleração vertical. (Tabela nº 11, Gráfico nº 2 nota-6 e Gráfico nº 3 nota-5)

Finally, a second smaller bounce of the aircraft occurred, showing 32 ft/min rate of climb, pitch attitude rising to 5.3° (Table nº 11, Graphic nº 2 note-5 and Graphic nº 3 note-4) with a subsequent touchdown of -352 ft/min rate of descent and 1.16 G vertical acceleration. (Table nº 11, Graphic nº 2 note-6 and Graphic nº 3 note-5)

### **1.12. Destroços e Informação Sobre os Impactos || Wreckage and Impact Information**

Não houve destroços.

There was no wreckage.

### **1.13. Informação Médica e Patológica || Medical and Pathological Information**

Não foram efectuados testes médicos toxicológicos.

No medical or toxicological tests were conducted.

### **1.14. Incêndio || Fire**

Não houve incêndio.

There was no fire.

### **1.15. Sobrevivência || Survival Aspects**

Não houve necessidade duma operação de salvamento.

There was no need for a rescue operation.

### **1.16. Ensaios e Pesquisas || Tests and Research**

A pesquisa foi centrada no estudo e análise do DFDR e do testemunho dos pilotos.

Research was centered on DFDR study and analysis and testimony of the pilots.

### 1.17. Organização e Gestão || Organizational and Management Information

O operador é uma companhia aérea de Transporte Aéreo Comercial de passageiros e possui um Certificado de Operador Aéreo (COA), emitido pela Autoridade de Aviação Civil da República Checa. A Travel Service, a.s. está certificada para voos regulares e não regulares e também está certificada como Organização de Treino Aprovada (ATO) responsável por toda a formação e qualificações das tripulações.

Ambos os pilotos frequentaram os cursos de treino e qualificação da empresa e tinham passado os seus "testes de proficiência".

Eles receberam treino sobre os procedimentos de recuperação e de evasão de "cisalhamento de vento" conforme estabelecido no programa de treino em "simulador de voo" e nas recomendações de treino do fabricante da aeronave.

Todos os membros da tripulação de voo têm acesso e estão familiarizados com o FCOM, FCTM, QRH da aeronave onde a informação relevante e procedimentos recomendados relativos ao "arredondamento na aterragem", "ressalto na aterragem" e "evitar impacto de cauda", são referidos. Os SOPs da Companhia cobrem todas essas informações e estão reflectidas em todas as fases de voo definidas nos procedimentos padrão.

A qualificação e programas de treino das tripulações da empresa são credenciados e certificados pela Autoridade da Aviação Civil da República Checa e cumpre com o B737-800 FCTM.

Os trabalhos de manutenção das aeronaves foram executados pelos técnicos da empresa, devidamente qualificados e certificados, e por empresas certificadas contratadas para o efeito.

The operator is a passenger's Commercial Air Transport airline and holds an Air Operator Certificate (AOC) issued by the Czech Republic Civil Aviation Authority. Travel Service, a.s. is certified for both scheduled and unscheduled flights and is also a certified Approved Training Organization (ATO) responsible for all flight crew training and qualification.

Both pilots followed company qualification and training courses and had passed their "proficiency checks".

They had received training on "windshear" recovery and avoidance procedures as established on the "flight simulator" training program and aircraft manufacturer training recommendations.

All flight crew members have access and are familiarized with issued aircraft FCOM, FCTM, QRH where relevant information and recommended procedures regarding "landing flare", "bounce at landing" and "avoiding tail strike" are referred to. Company's SOPs covered all this information and are reflected in all phases of flight defined standard procedures.

Company flight crew qualification and training programmes are accredited and certified by Czech Republic Civil Aviation Authority and comply with B737-800 FCTM.

The aircraft maintenance was performed by the company technician's properly qualified and certified and by contracted certified companies for this purpose.

## 1.18. Informação Adicional || Additional Information

### 1.18.1. Conhecimento do Acidente pelo GPIAA || GPIAA Acknowledgement of the Accident

O GPIAA não se deslocou ao local do evento.

GPIAA did not travel to the place of the event.

Na altura, os recursos humanos do GPIAA estavam reduzidos ao director e único inspector da organização. Devido à falta de outros investigadores disponíveis, não foi efectuada uma inspecção ao local do acidente.

At the time, GPIAA human resources were reduced to the director and solely inspector of the organization. Due to the lack of other available investigators, an inspection to the crash site has not been accomplished.

### 1.18.2. Dados da Aproximação e Aterragem da Aeronave || Aircraft Approach and Landing Data

#### 1.18.2.1. Perfil de Aproximação Final || Final Approach Profile

##### B737-86N FCTM Chapter 5

##### Aproximação Final

Desfaça a volta para a final na extensão da linha central da pista e mantenha a velocidade de aproximação apropriada. Uma altitude aproximadamente de 300 pés AFE por cada NM de distância à pista providencia um perfil normal de aproximação.

Tente manter pequenas alterações de potência dos motores para evitar grandes variações de compensação. Com o avião compensado e na velocidade de aproximação, a atitude de “pitch” deve ser aproximadamente a atitude normal de aproximação da aeronave.

Com velocidades acima da velocidade de aproximação, a atitude de “pitch” é menor. Com velocidades inferiores à velocidade de aproximação, a atitude de “pitch” é maior. Velocidade menor reduz a folga à parte traseira da fuselagem ao tocar na pista.

##### B737-86N FCTM Chapter 5

##### Final Approach

Roll out of the turn to final on the extended runway centerline and maintain the appropriate approach speed. An altitude of approximately 300 feet AFE for each NM from the runway provides a normal approach profile.

Attempt to keep thrust changes small to avoid large trim changes. With the airplane in trim and at approach airspeed, pitch attitude should be approximately the normal approach body attitude.

At speeds above approach speed, pitch attitude is less. At speeds below approach speed, pitch attitude is higher. Slower speed reduces aft body clearance at touchdown.

Estabilize o avião na velocidade de aproximação seleccionada com uma razão de descida aproximada entre 700 e 900 pés por minuto na ladeira desejada, com compensação. Esteja estabilizado no perfil aos 500 pés acima do ponto e tocar.

**Nota:** As razões de descida superiores a 1.000 pés por minuto (fpm) devem ser evitadas.

Stabilize the airplane on the selected approach airspeed with an approximate rate of descent between 700 and 900 feet per minute on the desired glide path, in trim. Stabilize on the profile by 500 feet above touchdown.

**Note:** Descent rates greater than 1,000 fpm should be avoided.

### 1.18.2.2. Recomendações para Aproximação Estabilizada || Stabilized

#### Approach Recommendations

B737-86N FCTM Capítulo 5

##### Elementos Recomendados duma Aproximação Estabilizada

As seguintes recomendações são consistentes com os critérios definidos pela Flight Safety Foundation.

Todas as aproximações devem estar estabilizadas aos 1.000 pés AFE em condições meteorológicas de instrumentos (IMC) e aos 500 pés AFE em condições meteorológicas visuais (VMC).

Uma aproximação é considerada estabilizada quando todos os seguintes critérios são atendidos:

- o avião está na trajectória e perfil de voo correctos
- apenas pequenas alterações no rumo e “pitch” são requeridas para manter a trajectória e perfil de voo correctos
- o avião deve estar na velocidade de aproximação. Desvios de +10 nós a -5 nós são aceitáveis se a velocidade estiver a tender para a velocidade de aproximação
- o avião está na configuração correcta para a aterragem
- a razão de descida não é superior a 1.000 fpm; se uma aproximação exige uma razão de descida superior a 1.000 fpm, deve ser efectuado um breve com instruções especiais
- os parâmetros de potência dos motores são apropriados para a configuração do avião
- todos os breves de instruções e listas de verificação foram efectuados.

B737-86N FCTM Chapter 5

##### Recommended Elements of a Stabilized Approach

The following recommendations are consistent with criteria developed by the Flight Safety Foundation.

All approaches should be stabilized by 1,000 feet AFE in instrument meteorological conditions (IMC) and by 500 feet AFE in visual meteorological conditions (VMC).

An approach is considered stabilized when all of the following criteria are met:

- the airplane is on the correct flight path
- only small changes in heading and pitch are required to maintain the correct flight path
- the airplane should be at approach speed. Deviations of +10 knots to - 5 knots are acceptable if the airspeed is trending toward approach speed
- the airplane is in the correct landing configuration
- sink rate is no greater than 1,000 fpm; if an approach requires a sink rate greater than 1,000 fpm, a special briefing should be conducted
- thrust setting is appropriate for the airplane configuration
- all briefings and checklists have been conducted.

Algumas aproximações específicas consideram-se estabilizadas se também cumprirem com o seguinte:

- Aproximações ILS e GLS devem ser voadas dentro de um ponto de escala da ladeira e do localizador, ou dentro da escala do localizador expandido.

Procedimentos especiais de aproximação ou condições anormais que exigem um desvio dos elementos acima mencionados de uma aproximação estabilizada requerem um breve de instruções especiais.

**Nota:** Uma aproximação que se torna “não estabilizada” abaixo de 1.000 pés AFE em IMC ou abaixo de 500 pés AFE em VMC requer uma manobra imediata de borrego.

Estas condições devem ser mantidas durante todo o resto da aproximação para que possa ser considerada uma aproximação estabilizada. Se os critérios acima mencionados não podem ser estabelecidos e mantidos até se aproximar do arredondar, inicie uma manobra de borrego.

Aos 100 pés HAT para todas as aproximações visuais, o avião deve ser posicionado de modo a cabine de voo esteja dentro, e com a trajectória a permanecer dentro, do prolongamento dos limites laterais da pista

O avião ao atravessar o limiar de pista deve estar:

- estabilizado na velocidade de aproximação dentro de + 10 nós até amortecer a razão de descida no arredondamento
- numa trajectória de voo estabilizado utilizando manobras normais
- posicionado para fazer uma aterragem normal na zona de toque da pista (os primeiros 3.000 pés ou primeiro terço da pista, o que for menor).

Iniciar uma manobra de borrego se os critérios acima mencionados não puderem ser mantidos.

Specific types of approaches are stabilized if they also fulfill the following:

- ILS and GLS approaches should be flown within one dot of the glide slope and localizer, or within the expanded localizer scale.

Unique approach procedures or abnormal conditions requiring a deviation from the above elements of a stabilized approach require a special briefing.

**Note:** An approach that becomes unstabilized below 1,000 feet AFE in IMC or below 500 feet AFE in VMC requires an immediate go-around.

These conditions should be maintained throughout the rest of the approach for it to be considered a stabilized approach. If the above criteria cannot be established and maintained until approaching the flare, initiate a go-around.

At 100 feet HAT for all visual approaches, the airplane should be positioned so the flight deck is within, and tracking to remain within, the lateral confines of the runway edges extended

As the airplane crosses the runway threshold it should be:

- stabilized on approach airspeed to within + 10 knots until arresting descent rate at flare
- on a stabilized flight path using normal maneuvering
- positioned to make a normal landing in the touchdown zone (the first 3,000 feet or first third of the runway, whichever is less).

Initiate a go-around if the above criteria cannot be maintained.

### 1.18.2.3. Perfil da Aterragem || Landing Profile

B737-86N FCTM Capítulo 6

#### Arredondamento e Aterragem

As técnicas discutidas aqui são aplicáveis a todas as aterragens incluindo as aterragens com um motor inoperativo, aterragens com vento lateral e aterragens em pistas escorregadias.

A menos que um evento inesperado ou súbito ocorra, tal como em situações de “cisalhamento do vento” ou evasão a colisão, não é apropriado usar movimentos súbitos, violentos ou abruptos nos comandos de voo durante a aterragem. Comece com uma aproximação estabilizada na velocidade, em compensação e na ladeira.

**Nota:** Quando está planeada uma aterragem manual a partir de uma aproximação com o piloto automático ligado, a transição para voo manual deve ser planeada com antecedência suficiente para permitir ao piloto tempo para estabelecer o controlo do avião antes de iniciar o arredondamento. O PF deve considerar desligar o A/P e desligar o A/T, 1 a 2 NM antes da soleira da pista, ou aproximadamente 300 a 600 pés acima da elevação do campo.

Quando a soleira da pista passa sob o nariz do avião e já fora da vista, mudar o ponto de mira visual para o extremo da pista. Mudando o ponto de mira visual ajuda em controlar a atitude de “pitch” durante o arredondamento. Mantendo a velocidade e razão de descida constantes contribui para definir o ponto de arredondamento. Inicie o arredondamento quando o trem principal estiver aproximadamente a 20 pés acima da pista, aumentando a atitude de “pitch” aproximadamente 2° - 3°. Isso diminui a razão de descida.

Após o início do arredondamento, retarde lentamente as manetes de potência para ralenti, e faça pequenos ajustes na atitude de “pitch” para manter a razão de descida desejada até à pista.

B737-86N FCTM Chapter 6

#### Flare and Touchdown

The techniques discussed here are applicable to all landings including one engine inoperative landings, crosswind landings and landings on slippery runways.

Unless an unexpected or sudden event occurs, such as windshear or collision avoidance situation, it is not appropriate to use sudden, violent or abrupt control inputs during landing. Begin with a stabilized approach on speed, in trim and on glide path.

**Note:** When a manual landing is planned from an approach with the autopilot connected, the transition to manual flight should be planned early enough to allow the pilot time to establish airplane control before beginning the flare. The PF should consider disengaging the A/P and disconnecting the A/T 1 to 2 NM before the threshold, or approximately 300 to 600 feet above field elevation.

When the threshold passes under the airplane nose and out of sight, shift the visual sighting point to the far end of the runway. Shifting the visual sighting point assists in controlling the pitch attitude during the flare. Maintaining a constant airspeed and descent rate assists in determining the flare point. Initiate the flare when the main gear is approximately 20 feet above the runway by increasing pitch attitude approximately 2° - 3°. This slows the rate of descent.

After the flare is initiated, smoothly retard the thrust levers to idle, and make small pitch attitude adjustments to maintain the desired descent rate to the runway.

A redução suave de potência para ralenti também auxilia no controle da alteração para baixo da atitude de “pitch”, o que é natural, quando associada à redução da potência.

Mantenha a pressão para trás sobre a coluna de controlo dos comandos de voo, suficiente para manter constante a atitude de “pitch”. A atitude à aterragem tal como representado na Figura nº 18 abaixo, é a normal para uma velocidade de aproximadamente VREF mais qualquer correcção de rajada. Idealmente, quando o trem de aterragem principal tocar na pista deve ocorrer simultaneamente com as manetes de potência a atingirem o ralenti.

Evite movimentos rápidos da coluna de controle dos comandos de voo durante o arredondamento. Se o arredondamento for muito abrupto e a potência dos motores for excessiva perto do ponto de tocar, o avião tende a flutuar com o efeito de solo.

Não permita que o avião flutue nem tente mantê-lo sem tocar. Voe o avião para a pista no ponto de aterragem desejado e à velocidade desejada.

**Nota:** Não compense durante o arredondamento. Compensar ao arredondar aumenta a possibilidade de um impacto com a cauda da aeronave.

Um arredondamento prolongado aumenta a atitude de “pitch” do avião 2° a 3°. Quando o arredondamento prolongado está associado a uma altura acima da pista mal calculada, é possível haver um impacto com a cauda da aeronave. Não prolongue o arredondar numa tentativa de conseguir um toque na pista perfeitamente suave. Um toque na pista suave não é o critério para uma aterragem segura.

Normalmente, a atitude de “pitch” aumenta ligeiramente durante a aterragem, mas evite o excesso de rotação. Não aumente a atitude de “pitch”, compense, ou mantenha a roda de nariz acima da pista após a aterragem. Isto poderia levar a um impacto com a cauda da aeronave.

A smooth thrust reduction to idle also assists in controlling the natural nose-down pitch change associated with thrust reduction.

Hold sufficient back pressure on the control column to keep the pitch attitude constant. A touchdown attitude as depicted in the Picture nº 18 below is normal with an airspeed of approximately VREF plus any gust correction. Ideally, main gear touchdown should occur simultaneously with thrust levers reaching idle.

Avoid rapid control column movements during the flare. If the flare is too abrupt and thrust is excessive near touchdown, the airplane tends to float in ground effect.

Do not allow the airplane to float or attempt to hold it off. Fly the airplane onto the runway at the desired touchdown point and at the desired airspeed.

**Note:** Do not trim during the flare. Trimming in the flare increases the possibility of a tail strike.

Prolonged flare increases airplane pitch attitude 2° to 3°. When prolonged flare is coupled with a misjudged height above the runway, a tail strike is possible. Do not prolong the flare in an attempt to achieve a perfectly smooth touchdown. A smooth touchdown is not the criterion for a safe landing.

Typically, the pitch attitude increases slightly during the actual landing, but avoid over-rotating. Do not increase the pitch attitude, trim, or hold the nose wheel off the runway after landing. This could lead to a tail strike.

### Controle de Velocidade

Durante uma aterragem automática, o A/T retarda a potência de modo a atingir o ralenti à aterragem. O aditivo de 5 nós é dissipado durante o arredondamento.

Se o A/T estiver desligado ou for planeado para ser desligado antes da aterragem, mantenha VREF mais o aditivo do vento até próximo do arredondamento. O aditivo do vento de frente constante é dissipado antes da aterragem, enquanto a correcção da rajada é mantida até à aterragem. Planeie para tocar na pista com VREF acrescido da correcção da rajada.

Com o controle de velocidade e gestão da potência adequados, a aterragem deve ocorrer com não menos de VREF - 5 nós.

### Perfil do Arredondamento à Aterragem

Os diagramas seguintes usam estas condições:

- 3° perfil da ladeira de aproximação
- a distância do arredondamento é de aproximadamente 1.000 a 2.000 pés para além da soleira da pista
- os tempos típicos de arredondamento para aterragem variam de 4 a 8 segundos e são em função da velocidade de aproximação
- as atitudes do avião no plano vertical são baseadas em função de pesos típico de aterragem, com flaps 30, VREF 30 + 5 nós (aproximação) e VREF 30 + 0 (aterragem), e devem ser reduzidas em 1° para cada 5 nós acima dessa velocidade.

### Airspeed Control

During an autoland, the A/T retards the thrust so as to reach idle at touchdown. The 5 knot additive is bled off during the flare.

If the A/T is disconnected, or is planned to be disconnected prior to landing, maintain VREF plus the wind additive until approaching the flare. The steady headwind additive is bled off before touchdown while the gust correction is maintained to touchdown. Plan to touchdown at VREF plus the gust correction.

With proper airspeed control and thrust management, touchdown should occur at no less than VREF - 5 knots.

### Landing Flare Profile

The following diagrams use these conditions:

- 3° approach glide path
- flare distance is approximately 1,000 to 2,000 feet beyond the threshold
- typical landing flare times range from 4 to 8 seconds and are a function of approach speed
- airplane body attitudes are based upon typical landing weights, flaps 30, VREF 30 + 5 knots (approach) and VREF 30 + 0 (touchdown), and should be reduced by 1° for each 5 knots above this speed.

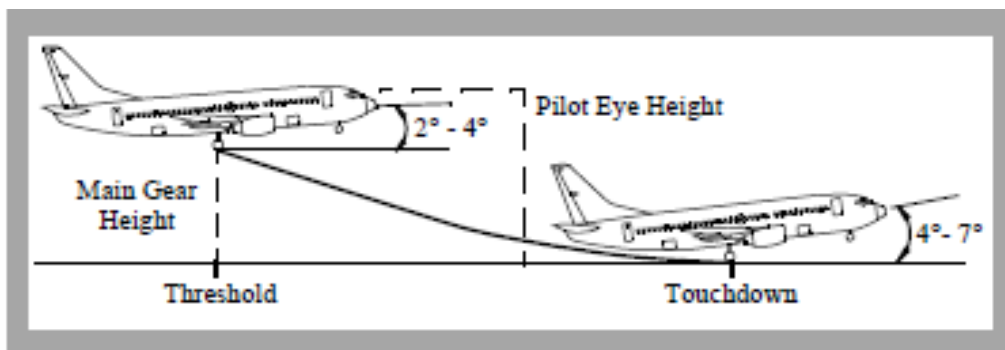


Figura || Picture nº 18

**1.18.2.4. Vref à Aterragem || Landing Vref**

B737-86N FCOM Capítulo PI.10.4

B737-86N FCOM Chapter PI.10.4

A Vref para aterragem é extraída a partir de dados do fabricante, tendo em conta a “configuração de flap” e a massa à aterragem da aeronave (Tabela nº 12).

Landing Vref is extracted from manufacturer data taking into account the aircraft “flap setting” and landing mass (Table nº 12).

<b>VREF</b>			
<b>WEIGHT (1000 KG)</b>	<b>FLAPS</b>		
	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>15</b>
85	160	168	177
80	155	163	172
75	151	158	167
70	146	153	161
65	141	148	156
60	135	142	149
55	128	136	143
50	122	129	136
45	115	122	128
40	108	115	121

Tabela || Table nº 12

Para uma configuração à aterragem de Flap 30 com uma massa à aterragem de 63.000 Kg, pode-se extrapolar da tabela acima uma **Vref de 145 Kts.**

For a landing configuration of Flap 30 and a landing mass of 63,000 Kg, it can be extrapolated from above table a **Vref of 145 Kts.**

### 1.18.2.5. Atitude de Pitch e Potência dos Motores na Aproximação Final || Pitch Attitude and Engine Thrust on Final Approach

B737-86N FCOM Capítulo PI.10.43

#### Voo com Velocidade Duvidosa / Penetração em Ar Turbulento

A atitude de “pitch” e a informação da média de %N1 é fornecido para uso em todas as fases de voo em caso de indicações de velocidade ar/Mach duvidosas resultantes do bloqueio ou congelamento do “sistema pitot”.

A perda de “radome” ou ar turbulento também pode causar indicações de velocidade ar/Mach duvidosas. A tabela de cruzeiro nesta secção pode também ser utilizada para a penetração de ar turbulento.

A atitude de “pitch” é mostrada em negrito para dar ênfase, pois que as indicações de altitude e/ou velocidade vertical também podem ser duvidosas. (Tabela nº 13)

B737-86N FCOM Chapter PI.10.43

#### Flight with Unreliable Airspeed / Turbulent Air Penetration

Pitch attitude and average %N1 information is provided for use in all phases of flight in the event of unreliable airspeed/Mach indications resulting from blocking or freezing of the “pitot system”.

Loss of “radome” or turbulent air may also cause unreliable airspeed/Mach indications. The cruise table in this section may also be used for turbulent air penetration.

Pitch attitude is shown in bold type for emphasis since altitude and/or vertical speed indications may also be unreliable. (Table nº 13)

#### Final Approach (1500 FT) Gear Down, %N1 for 3° Glideslope

FLAP POSITION (VREF + INCREMENT)		WEIGHT (1000 KG)				
		40	50	60	70	80
FLAPS 15 (VREF15 + 10)	<b>PITCH ATT</b> %N1	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5
<b>FLAPS 30</b> <b>(VREF30 + 10)</b>	<b>PITCH ATT</b> %N1	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0
FLAPS 40 (VREF40 + 10)	<b>PITCH ATT</b> %N1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.0
		53	59	64	68	71

Tabela || Table nº 13

A Tabela nº 13 fornece uma informação espectável dos parâmetros médios de atitude de “pitch” e da correspondente potência dos motores, na configuração estabelecida, para uma “aproximação estabilizada”.

Table nº 13 provides predictive information about aircraft “stabilized approach”, for the signaled configuration, related to average parameters of PITCH attitude and corresponding engine thrust.



### 1.18.2.7. Componentes de Vento de Frente e Vento Cruzado || Headwind and Crosswind Components

Levando-se em conta os dados do FMS, as componentes de vento de frente e vento cruzado que afectaram a aeronave durante a trajectória do ILS, desde a "RA" 228 ft ao ponto de tocar, foram determinados na Tabela nº 15:

Taking in account FMS data, headwind and crosswind components affecting the aircraft on the ILS path, from "RA" 228 ft to touchdown, have been determined in Table nº 15:

Time UTC	RA	CAS (Kts)	GS (Kts)	Aircraft Heading	FMS Wind Direction /Velocity	Headwind Component (Kts)	Crosswind Component (Kts)
07:41:20	228 ft	165,5	151	160,31°	211,64° / 25 Kts	15,62	19,5
07:41:21	195 ft	162,3	150,5	159,26°	207,07° / 23 Kts	15,45	17,0
07:41:22	169 ft	158,5	150	158,55°	202,85° / 21 Kts	15,03	14,6
07:41:23	143 ft	160,3	149	158,2°	201,45° / 19,5 Kts	14,21	13,3
07:41:24	117 ft	168,5	148,5	157,85°	195,82° / 20 Kts	15,77	12,3
07:41:25	93 ft	159,5	148	157,15°	191,6° / 19,5 Kts	16,8	11
07:41:26	72 ft	151,5	147	157,85°	191,95° / 19 Kts	15,73	10,6
07:41:27	52 ft	149,3	146,5	157,85°	200,04° / 16 Kts	11,86	10,7
07:41:28	33 ft	151,8	146	157,5°	209,18° / 15,5 Kts	9,61	12,1
07:41:29	19 ft	145,8	146,5	157,85°	210,94° / 16 Kts	9,61	12,7
07:41:30	0 ft	150,5	144,5	157,5°	215,16° / 16 Kts	8,56	13,5
07:41:31	0 ft	147	143,5	156,8°	209,53° / 16 Kts	9,69	12,7
07:41:32	0 ft	143	141	155,74°	210,94° / 14 Kts	7,99	11,4
07:41:33	0 ft	140	137,5	155,04°	211,29° / 12 Kts	6,67	9,9

Tabela || Table nº 15

Comparativamente, as componentes de vento de frente e vento cruzado preditivas do "METAR", à aterragem na RWY 15 em LPLA, foram determinadas na Tabela nº 16.

Comparatively, "metar" predictive headwind and crosswind components, when landing on RWY 15 at LPLA, are stated in Table nº 16.

**Nota:** Como o rumo do RWY é definido em graus magnéticos, à direcção verdadeira do vento do "metar" deve ser adicionada a "variação" 12° W do aeródromo.

**Note:** As RWY heading is defined in magnetic degrees, "metar" true wind direction must be added by aerodrome "variation" 12° W.

Time UTC	Source	RWY 15 Heading (M)	Wind Direction (M)	Wind Velocity	Headwind Component (Kts)	Crosswind Component (Kts)	Gust
07:00	METAR	152°	192°	22 Kts	16,8	14,1	32 Kts
			172°		20,6	7,5	
			242°		0	22	

Tabela || Table nº 16

### 1.18.2.8. Velocidade de Aproximação e Aterragem || Approach and Landing Speed

#### B737-86N FCTM Capítulo 1

##### Velocidade de Comando

A velocidade de comando pode ser inserida pelo piloto através do MCP ou FMC e é exibida por um cursor magenta no indicador de velocidade ou por um marcador de velocidade magenta no visor de velocidade do PFD.

##### Aproximação

A velocidade de comando inserida é a da velocidade de manobra para a posição de “flap” seleccionada no FMC durante a operação em VNAV ou manualmente usando o MCP.

##### Aterragem

Quando usar o A/T, posicione a velocidade de comando na VREF + 5 nós.

Existe protecção suficiente ao vento e à rajada quando o A/T está ligado porque o A/T está programado para ajustar a potência rapidamente quando a velocidade cai abaixo da velocidade de comando, e reduzindo a potência lentamente quando a velocidade for superior à velocidade de comando.

Em turbulência, o resultado é que a potência média é maior do que a necessária para manter a velocidade de comando. Isto resulta numa velocidade média superior à da velocidade de comando.

#### B737-86N FCTM Chapter 1

##### Command Speed

Command speed may be set by the pilot through the MCP or FMC and is displayed by a magenta airspeed cursor on the airspeed indicator or by a magenta speed bug on the PFD airspeed display.

##### Approach

Command speed is set to the manoeuvre speed for the selected flap position by the FMC during VNAV operation or manually using the MCP.

##### Landing

When using the A/T, position command speed to VREF + 5 knots.

Sufficient wind and gust protection is available with the A/T connected because the A/T is designed to adjust thrust rapidly when the airspeed drops below command speed while reducing thrust slowly when the airspeed exceeds command speed.

In turbulence, the result is that average thrust is higher than necessary to maintain command speed. This results in an average speed exceeding command speed.

Se o A/T estiver desligado ou planeado para ser desligado antes da aterragem, o método recomendado para a correcção da velocidade de aproximação é adicionar a metade da componente de vento de frente constante mais o incremento total da rajada acima do vento constante à velocidade de referência. A velocidade de comando mínima a ser estabelecida é  $V_{ref} + 5$  nós. A metade da componente de vento de frente constante reportado pode ser estimada usando 50% para um vento de frente directo, 35% para um vento cruzado a 45°, zero para um vento lateral directo e por interpolação entre os valores.

Ao fazer ajustes para os ventos, a velocidade de aproximação máxima não deve exceder  $V_{REF} + 20$  nós ou a velocidade de aterragem na configuração de “flap” afixada no painel menos 5 nós, a que for menor. Esta técnica providencia uma capacidade de manobra de velocidade suficiente baixa e reduz a possibilidade de activação do sistema de alívio de carga dos “flaps”. A margem para a activação do sistema de alívio de carga dos “flaps” também pode ser aumentada usando uma configuração de “flap” para aterragem mais reduzida.

No caso do A/T estar desligado ou planeado para ser desligado, a velocidade de comando seria:

-  $V_{ref} 30 + 1/2$  componente de vento de frente constante + (rajada - vento constante) =  $145 + (1/2 \times 17) + (32-22) = 145 + 8,5 + 10 \approx 164$  Kts

O PF planeou e usou o A/T para aproximação e aterragem. Portanto, a velocidade de comando para a configuração de Flap 30, é:

-  $V_{ref} 30 + 5$  Kts =  $145 + 5 = 150$  Kts

If the A/T is disconnected, or is planned to be disconnected prior to landing, the recommended method for approach speed correction is to add one half of the reported steady headwind component plus the full gust increment above the steady wind to the reference speed. The minimum command speed setting is  $V_{REF} + 5$  knots. One half of the reported steady headwind component can be estimated by using 50% for a direct headwind, 35% for a 45° crosswind, zero for a direct crosswind and interpolation in between.

When making adjustments for winds, the maximum approach speed should not exceed  $V_{REF} + 20$  knots or landing flap placard speed minus 5 knots, whichever is lower. This technique provides sufficient low speed manoeuvre capability and reduces the possibility of flap load relief activation. Margin to load relief activation may also be increased by using a reduced landing flap setting.

In case of A/T disconnected or planned to be disconnected, the command speed would be:

-  $V_{ref} 30 + 1/2$  steady headwind component + (gust - steady wind) =  $145 + (1/2 \times 17) + (32 - 22) = 145 + 8.5 + 10 \approx 164$  Kts

The PF planned and used the A/T for approach and landing. Therefore, the command speed for Flap 30 configuration, is:

-  $V_{ref} 30 + 5$  kts =  $145 + 5 = 150$  Kts

### 1.18.2.9. Tabela de Razão de Descida || Descent Rate Table

Com base no ângulo da ladeira estabelecido para ILS ou PAPI e a GS da aeronave, pode ser obtido o valor da “razão de descida” correspondente, a partir da Tabela nº 17.

Based on ILS or PAPI stated slope angles and aircraft GS, values of corresponding “rate of descent” can be obtained from Table nº 17.

Angle of Descent	Feet /NM	Descent Gradient	DESCENT RATE TABLE (ft. per min)						
			Ground Speed (Kts)						
			135	140	145	150	155	160	165
2,7°	287	4,72%	645	669	693	717	741	765	788
2,8°	297	4,89%	669	693	718	743	768	792	817
2,9°	308	5,07%	693	719	745	769	796	822	846
3,0°	318	5,24%	716	742	769	796	822	848	876
3,1°	329	5,42%	740	768	795	823	850	878	905
3,2°	340	5,59%	764	794	822	849	879	907	934
3,3°	350	5,77%	788	817	846	876	905	934	963
3,4°	361	5,94%	812	843	873	902	933	963	993
3,5°	372	6,12%	836	868	899	929	961	992	1022
3,6°	382	6,29%	860	892	924	956	987	1019	1051

Tabela || Table nº 17

### 1.18.2.10. Sumário dos Dados de Aproximação e Aterragem || Approach and Landing Data Summary

Os seguintes parâmetros, obtidos a partir do subcapítulo 1.18.2. – Dados da Aproximação e Aterragem da Aeronave, podem ser resumidos como referência para uma "aproximação estabilizada" no ILS RWY 15 com 3° de ângulo de G/P:

#### 1. Com A/T Ligado

Usando o vento do FMS (Tabela nº 18):

Following parameters, from sub-chapter 1.18.2. – Aircraft Approach and Landing Data, can be summarized as reference for a “stabilized approach” on ILS RWY 15 3° G/P angle:

#### 1. With A/T Engaged

Using FMS wind (Table nº 18):

Vref30	Velocidade de Aproximação/ Approach Speed	Componente Vento de Frente/Headwind Component	GS	Razão de Descida/Rate of Descent	Atitude de Pitch/Pitch Attitude	Potência dos Motores/Engine Thrust
145 Kts	150 Kts	15 Kts	135 Kts	716 ft/min	>1.0° pitch-up	<59% N1

Tabela || Table nº 18

#### 2. Com A/T Desligado

No caso do A/T estar desligado ou planeado para ser desligado, utilizando o vento do "metar"/torre de controlo (Tabela nº 19):

#### 2. With A/T Disconnected

In case A/T disconnected or planned to be disconnected, using “metar”/control tower wind (Table nº 19):

Vref30	Velocidade de Aproximação/ Approach Speed	Componente Vento de Frente/Headwind Component	GS	Razão de Descida/Rate of Descent	Atitude de Pitch/Pitch Attitude	Potência dos Motores/Engine Thrust
145 Kts	164 Kts	17 Kts	147 Kts	780 ft/min	<1.0° pitch-up	>59% N1

Tabela || Table nº 19

Os valores acima das Tabelas nº 18 e nº 19 cumprem com os parâmetros definidos numa "aproximação estabilizada" e que não requer um breve de instruções especiais.

Values on above Tables nº 18 and nº 19 comply with parameters as defined in a “stabilized approach” which does not require a special briefing.

### 1.18.3. Cisalhamento do Vento || Windshear

#### CISALHAMENTO DO VENTO

ICAO - Documento 9817

Cisalhamento do vento é "uma mudança de velocidade e/ou na direcção do vento no espaço, incluindo correntes de ar ascendentes e descendentes".

ICAO - ANEXO 3

7.4.4 Recomendação.- Os alertas de cisalhamento de vento devem ser actualizados pelo menos a cada minuto. O alerta de cisalhamento do vento deve ser cancelada assim que a mudança de vento de frente/cauda cai abaixo de 7,5 m/s (15 kts).

B737-86N FCOM 4.20.32

#### Operação do AFS com Cisalhamento do Vento

Geral

O piloto automático e o "director de voo" providenciam acções correctivas efectivas para neutralizar a maioria do cisalhamento de vento. O sistema de A/T também ajuda na recuperação ao cisalhamento do vento, fornecendo resposta rápida a qualquer aumento ou diminuição na velocidade.

Os níveis comandados de potência podem estar para além do que a média dos pilotos considera necessário, mas, na verdade, são exigidos pela situação.

B737-86N FCOM 4.20.33

#### Aproximação e Aterragem

Se é encontrado cisalhamento do vento durante uma aproximação ILS, tanto o F/D como o A/P tentam manter o avião na altitude, ou na ladeira após a captura da ladeira, sem levar em conta as limitações do ângulo de ataque ou do sistema de vibração da coluna de comandos de voo.

#### WINDSHEAR

ICAO - Document 9817

Wind shear is "a change in wind speed and/or direction in space, including updrafts and downdrafts".

ICAO - ANNEX 3

7.4.4 Recommendation.— Wind shear alerts should be updated at least every minute. The wind shear alert should be cancelled as soon as the headwind/tailwind change falls below 7.5 m/s (15 kts).

B737-86N FCOM 4.20.32

#### AFS Operation in Windshear

General

The autopilot and flight director provide positive corrective action to counteract most windshears. The A/T system also aids in windshear recovery by providing quick response to any increase or decrease in speed.

The commanded levels of power may be beyond what the average pilot considers necessary but, in fact, are required by the situation.

B737-86N FCOM 4.20.33

#### Approach and Landing

If windshear is encountered during an ILS approach, both the F/D and A/P attempt to hold the airplane on altitude, or on glideslope after glideslope capture, without regard to angle of attack or stick shaker limitations.

A velocidade pode diminuir abaixo da do sistema de vibração da coluna de comandos de voo e na duma perda, se o piloto não intervier, premindo o interruptor de TO/GA ou desligar o A/P e voar manualmente.

AVISO: Embora o F/D, o A/P e o A/T possa estar a actuar como anteriormente descrito, um cisalhamento do vento severo pode exceder a capacidade de desempenho do sistema e/ou o do avião. Nesta situação, a tripulação técnica de voo deve, se necessário, para evitar contacto com o solo, estar preparado para desligar o A/T, avançar as manetes da potência até ao limite dianteiro, desligar o piloto automático e voar manualmente o avião.

B737-86N FCOM SP.16.27

### **Cisalhamento do Vento**

#### **Precauções**

Se houver suspeita de cisalhamento do vento, dever-se-á ficar especialmente em alerta a qualquer um dos sinais de perigo e estar preparado para a possibilidade de um encontro acidental. As seguintes medidas de precaução são recomendados se houver suspeita de cisalhamento do vento:

B737-86N FCOM SP.16.28

### **Aproximação e Aterragem**

- Use “flaps” 30 para a aterragem.
- Estabeleça uma aproximação estabilizada não inferior a 1.000 pés acima do aeroporto para melhorar a capacidade de reconhecimento de cisalhamento do vento.
- Use a pista mais adequada que evite áreas de cisalhamento do vento suspeitas e seja compatível com as limitações de vento cruzado ou de cauda. Use ILS G/S, trajectória VNAV ou Indicações VASI/PAPI para detectar desvios da trajectória de voo e ajudar com a detecção oportuna de cisalhamento do vento.

Airspeed could decrease below stick shaker and into a stall if the pilot does not intervene by pushing the TO/GA switch or disconnecting the A/P and flying manually.

WARNING: Although the F/D, A/P and A/T may be performing as previously described, severe windshear may exceed the performance capability of the system and/or the airplane. In this situation, the flight crew must, if necessary to avoid ground contact, be prepared to disconnect the A/T, advance thrust levers to the forward stop, disconnect the autopilot and manually fly the airplane.

B737-86N FCOM SP.16.27

### **Windshear**

#### **Precautions**

If windshear is suspected, be especially alert to any of the danger signals and be prepared for the possibility of an inadvertent encounter. The following precautionary actions are recommended if windshear is suspected:

B737-86N FCOM SP.16.28

### **Approach and Landing**

- Use flaps 30 for landing.
- Establish a stabilized approach no lower than 1000 feet above the airport to improve windshear recognition capability.
- Use the most suitable runway that avoids the areas of suspected windshear and is compatible with crosswind or tailwind limitations. Use ILS G/S, VNAV path or VASI/PAPI indications to detect flight path deviations and help with timely detection of windshear.

#### 1.18.4. Testemunhos || Testimony

Seguem-se testemunho dos eventos, tal como descrito por três relatórios do Comandante e um relatório do Co-piloto:

##### Comandante - 1º Relatório

Queira por favor verificar em baixo a informação respeitante aos danos estruturais de OK-TVT após a aterragem em LPLA.

22/02/2014.

Comandante: X

Co-piloto: Y

TVS4130 PRG-TER

ILS Rwy 15 LAJES AÇORES. Hora de Aterragem: 07:40.

ATIS: Y.07:00z. ILS 15. Rwy Wet. TL60. IMC. 190/22G32 Tempo 210V240 20G30 F800 B1200 14/13 Q1013.

Pedimos várias vezes à torre de controlo para "verificação de vento" e o vento cruzado estava dentro dos limites da companhia. No nosso caso, dentro de 40kts de vento cruzado.

Aproximadamente: 21 kts de vento cruzado! 17 Kts de vento de frente.

Vref: aproximadamente 143 Kts, e nós adicionamos + 10 kts de correcção.

**Nota:** Neste espaço do relatório foi inserida a lista de "metar" da Tabela nº 4.

Ao estar estabelecido na aproximação final Rwy 15, eu desliguei o piloto automático acima de 1000", devido à forte turbulência na aproximação final. Pedi ao meu Co-piloto para verificar qualquer desvio do vento (na Página4 de Progresso - FMC), até final curta, o vento médio foi de 190/ max 30kts.

Estávamos a manter uma velocidade alta durante toda a aproximação até ao arredondamento, aproximadamente 160kt com Flaps30, devido à turbulência e estabilidade do avião.

Testimony of the events as described by three reports of the Commander and one report of the First Officer, as follows:

##### Commander - 1<sup>st</sup> Report

Please find below information regarding OK-TVT structural damage after landing in LPLA.

22/02/2014.

Captain: X

First Officer: Y

TVS4130 PRG-TER

ILS Rwy 15 LAJES AZORES. Landing Time: 07:40.

ATIS: Y.07:00z. ILS 15. Rwy Wet. TL60. IMC. 190/22G32 Tempo 210V240 20G30 F800 B1200 14/13 Q1013.

We asked several times to the tower for "wind check" and it was within the crosswind company limits. In our case within 40kts crosswind.

Approximately: 21 kts Cross Wind! 17 kts Head Wind.

Vref: approximately 143 Kts, and we add + 10 kts correction.

**Note:** In this space of the report was inserted the list of "metar" of Table nº 4.

Established on final Approach Rwy 15, I disconnected the autopilot above 1000' due to the strong turbulence on final approach. I asked to my First Officer to check any deviation of the wind (on Progress Page4 - FMC), until short final the average wind was 190/ max 30kts.

We were maintaining high speed during all the approach till the flare, approximately 160kt with Flaps30, due to the turbulence and stability of the plane.

Durante o arredondamento eu efectuei a manobra de “De-Crab”, aproximadamente 30 ft AGL. Durante esta manobra senti uma abrupta perda de sustentação e o avião desceu muito rápido, eu apliquei potência para tentar diminuir o impacto, mas não houve tempo material para reduzi-lo.

Ambas pernas do trem de aterragem principal tocaram na pista ao mesmo tempo e imediatamente depois disso que o nariz desceu muito rápido e não reagiu à força para o levantar que eu apliquei à coluna de controlo dos comandos de voo, a roda de nariz saltou da pista e depois disso eu mantive o nariz em cima, de forma a evitar um impacto de cauda e também para evitar uma segunda aterragem dura de nariz.

Paramos o avião na pista e taxiamos para a área de estacionamento sem mais problema.

Nós tínhamos um engenheiro de manutenção a bordo da aeronave e pedimos-lhe para fazer uma inspecção ao trem de aterragem. Ele encontrou alguns danos estruturais no lado direito da fuselagem da aeronave, mas nenhum dano no trem de aterragem principal e de nariz.

#### **Comandante – 2º Relatório**

Por favor considere:

#Ventos fortes a 2000 ft e acima de, aproximadamente 50 kts. Possíveis rotores de vento na final curta devido a montanhas.

#A mudança de intensidade do vento na final curta.

# No G/S eu fiquei um pouco alto devido às turbulências fortes e para ter uma margem de segurança. Não houve nenhum GPWS (aviso) durante toda a aproximação.

# Eu deixei o A/T ARM para ter protecção em relação a velocidades baixas devido às condições meteorológicas na aproximação.

During the flare I proceed to perform the De-Crab maneuver, approximately 30 ft AGL. During this maneuver I felt an abruptly loss of lift and the plane went down very fast, I applied thrust to try to reduce the impact but it was no material time to reduce it.

The main landing gear touched both the runway at the same time and immediately after that the nose went down very fast and didn't react to the pulling force I applied to the control wheel column, the nose wheel bounced of the runway and after that I maintained the nose up in order to avoid a tail strike and also to avoid a second hard nose landing.

We stopped the plane on the runway and taxi to the apron without further problem.

We had the engineer on board the aircraft and we asked him to make a landing gear inspection. He found some structural damage on the right side of the aircraft fuselage but no damage to the main landing gear and nose gear.

#### **Commander - 2nd Report**

Please consider:

#Strong winds at 2000' and above, approximately 50 kts. Possible wind rotors on short final due to mountains.

#The change of wind intensity on short final.

#G/S I was little bit high due to the strong turbulences and to have a safety margin. No GPWS (warning) during ALL the Approach.

#I left the A/T ARM to have protection for low speed due to weather conditions on the approach.

# Quando eu senti que o avião estava a cair, a minha reacção foi a de aumentar a potência e pressionei um pouco o nariz para baixo para obter mais sustentação e velocidade. Quando percebi que o contacto com o solo era iminente eu apliquei nariz para cima para tentar reduzir o impacto, mas eu não senti nenhuma reacção da aeronave.

# Fadiga possível dos membros da tripulação

### Comandante - 3º Relatório

No que diz respeito às suas perguntas:

1. Eu deixei o A/T ARM até à aterragem devido à aproximação com turbulência que tivemos naquele dia. No nosso OM Parte B diz que: durante a aproximação o A/T deve estar OFF, mas por razões de segurança e para estar protegido em relação a velocidades baixas eu considerei em mantê-lo no modo armado.

2. Eu lembro que nós tivemos que trabalhar duramente durante toda a aproximação com os controlos de voo e também com a Potência porque, como você bem sabe, neste tipo de aproximação o A/T não é muito preciso.

Cerca de 100 ft AGL, eu senti um aumento de IAS entre 10 a 15kts, a minha reacção foi, em primeiro lugar: trazer a Potência para ralenti e o "pitch" para nariz em baixo para manter o G/S quando eu senti que a rajada a desaparecer e porque tivemos a velocidade acima da Vref, eu mantive o Potência na posição de ralenti e continuar no G/S.

Quando nos estávamos a aproximar de cerca de 50 ft AGL eu estava a realizar a manobra "De-Crab" para a aterragem e aproximadamente durante esta manobra foi quando eu percebi que o avião estava a cair, e estávamos perdendo velocidade, a minha reacção foi a de aumentar a Potência e reduzir o "pitch" um pouco para ganhar sustentação e velocidade, infelizmente, que foi muito rápido e quando eu vi que estávamos perto da pista eu pressionei os controlos novamente para cima, mas não se sentiu muita reacção do avião.

#When I felt that the plane was falling, my reaction was to increase thrust and press a little bit of nose down to obtain more lift and speed. When I realize that the ground contact was imminent I applied nose up to try to reduce the impact but I didn't feel any reaction of the aircraft.

#Possible fatigue of Crewmembers

### Commander - 3rd Report

Concerning your questions:

1. I left the A/T ARM until the landing due to the turbulence approach we had on that day. In our OM Part B said that: during approach the A/T should be OFF, but for safety reason and to be protected for low speed I considered to keep it in the ARMED mode.

2. I remember that we had to work hard during all the approach with the flights controls and as well with the Thrust because as you well know, in this type of approach the A/T is not very precise.

Around 100' AGL I felt an increase of IAS between 10 and 15kts, my reaction was, first: close the Thrust to idle and pitch the nose down to maintain the G/S as I felt that the gust disappear and because we had the speed above Vref, I kept the Thrust on Idle position and continue with the G/S.

When we were approaching approximately 50 ft AGL I was performing the De-Crab maneuver for landing and approximately during this maneuver was when I realize that the plane was falling down, and we were losing speed, my reaction was to increase the Thrust and reduce the pitch a little bit to gain lift and speed, unfortunately it was very fast and when I saw that we were close to the runway I press the controls up again but didn't feel too much reaction of the plane.

Nós aterrámos com a Potência na posição cerca de mais de metade, quando eu senti que nós aterrámos com o trem de aterragem principal, eu reduzi a Potência e, ao mesmo tempo, o nariz desceu muito rapidamente, saltando depois disso e eu tentei manter o nariz na posição média (mais força de nariz para cima) para evitar um impacto de cauda e uma segunda aterragem dura de nariz.

Como eu mencionei antes, não tivemos qualquer GPWS (aviso), por isso, não tivemos qualquer alerta de razão da descida, eu realmente não me lembro quanto foi a indicação da V/S na final curta, mas, durante a aproximação não foi possível manter um valor fixo de V/S.

O que eu senti foi que estávamos a cair, mas eu nunca tive esta forte sensação antes, era como se de repente o avião não quisesse voar ou que algo nos empurrava para baixo. Foi tudo muito rápido (segundos)...

#### **Co-piloto - Relatório**

Eu era o piloto que monitorava neste voo. Depois de passar a fronteira com a França eu estava a monitorar as informações meteorológicas das Lajes, Santa Maria (alternante) e Porto. Na última informação TAF que tivemos de Praga para as Lajes era que depois das 08:00 UTC (aterrámos às 07:41) haveria ventos fortes temporariamente com rajadas até 50 kt.

Até onde eu me lembre a pressão atmosférica, em Santa Maria era 1021 hPa e mais tarde 1016 hPa, com algum aumento de velocidades de vento, de modo que a meteorologia estava a piorar igualmente. De acordo com todas as informações que tivemos, as condições meteorológicas deveriam estar dentro dos limites durante o nosso ETA.

We landed with the Thrust around more than half position, when I felt that we touchdown with the main landing gear, I closed the Thrust and at the same time the nose went down very fast, bouncing after that I tried to maintain the nose in middle position (more force of nose up) to avoid a tail strike and second hard nose landing.

As I mention you before, we didn't have any GPWS (warning), so we didn't have any sink rate alert, I really don't remember how much was the indication of the V/S on the short final, but during the approach it was not possible to maintain a fix V/S value.

What I felt was that we were falling, but I never had this strong feeling before, it was like suddenly the plane didn't want to fly or that something pushed us down. It was everything very fast (seconds)...

#### **First Officer Report**

I was a pilot monitoring on this flight. After passing the French border I was monitoring the weather information of Lajes, Santa Maria (alternate) and Porto. Last TAF information we had from Prague for Lajes was that after 8:00 UTC (we landed 7:41) there would be stronger winds with temporally gusting up to 50 kt.

As far as I remember the pressure at Santa Maria was 1021 hPa and later on 1016 hPa with some increasing wind velocities, so the weather there was getting worse as well. According to all information we had, the weather conditions should have been within limits during our ETA.

O Comandante efectuou o breve de instruções para a aproximação do ILS para a pista 15. Decidimos monitorar a página de progresso 4 para ver o vector e velocidade de vento actual de forma mais precisa e que eu chamaria para um “borrego”, caso a velocidade do vento cruzado fosse mais de 40 kt. Tanto quanto me lembro os ventos obtidos a partir do ATIS tinham entre 20-30 kts.

A aproximação foi muito turbulenta com a velocidade do vento quase constante de 50 kt vindo do lado direito quase até aos 2.000 ft. Aproximadamente aos 1.300 ft o Comandante desligou o piloto automático quando a aeronave apanhou uma rajada a qual levantou a asa direita fazendo com que o ângulo de “bank” talvez ultrapasse mais do que 10 graus. O voo manual foi mais suave do que o do piloto automático, estávamos bem na ladeira, vimos a pista à volta de 800 ft.

O vento estava ficar mais fraco ao aproximarmos do chão. Para a aterragem usámos “flaps” 30 e Vref + 10 kts, o Comandante estava a tentar manter a velocidade mesmo acima desse valor o que era muito difícil neste ambiente bastante turbulento, mas ele estava a ir bem.

Efectuámos a lista de verificação de aterragem. A partir dos 200 ft o Comandante continuou visualmente de acordo com o PAPI. Pedimos várias vezes a verificação de vento.

Os ventos foram sempre de cerca de 20-30 kts. Na última fase de voo pouco antes da manobra de “De-Crab” do avião, olhei pela janela e vi um PAPI vermelho, olhei para a página de progresso, o vento estava à volta de 210/20 kt. Cerca de 20-30 ft de altura o Comandante efectuou o “De-Crab” do avião e começou a arredondar, mas, em seguida, o avião começou a perder altura muito rapidamente. O Comandante estava a puxar o controlo dos comandos de voo em simultâneo com o aumento da potência, mas o evento foi tão rápido (talvez menos de um segundo) e sem qualquer aviso de que não havia tempo para reagir.

The Captain performed briefing for the ILS approach for runway 15. We decided to monitor the progress page 4 to see the actual wind vector and velocity more accurately and that I will call for go around in case the cross wind velocity would go over 40 kt. As far as I remember the winds obtained from ATIS were between 20-30 kts.

The approach was very turbulent as the wind velocity was almost constant 50 kt coming from the right side almost down to 2000 ft. At approximately 1300 ft the Captain disconnected the autopilot as the aircraft caught a gust which lifted the right wing making the bank angle maybe more than 10 degrees. Manual flight was smoother than the autopilots, we were well on glide, we saw the runway around 800 ft.

The wind was getting weaker coming towards the ground. For the landing we used flaps 30 and vref + 10 kts, the Captain was trying to keep the speed even above this value and it was quite difficult in this quite turbulent environment, but he was doing well.

We performed landing check list. From 200 ft the Captain continued visually according to PAPI. We asked several times for the wind check.

The winds were always around 20-30 kts. In the last phase of flight just before the De-Crabbing of the plane I looked out the window and saw 1 red PAPI, looked at the progress page, the wind was around 210/20 kt. In the height of about 20-30 ft the Captain De-Crabbed the plane and started to flare but then the plane started to loose height very fast. The Captain was pulling the control stand simultaneously with increasing the thrust, but the event was so fast (maybe less than a second) and without any warning that there was no time to react.

Nós atingimos a pista duramente, primeiro com o trem de aterragem principal, muito pouco tempo depois foi com o trem da frente. O salto pôs o trem da frente de novo no ar. Depois disso o Comandante foi capaz de controlar o “pitch” novamente e então ele suavemente baixou o trem de nariz e nós desaceleramos e desocupamos a pista.

Depois de estacionar o avião na posição de estacionamento o agente do prestador de serviços em escala disse-nos que tivemos danos estruturais no lado direito da fuselagem atrás do trem de nariz.

Na minha opinião, tivemos muito azar. Tudo parecia bem até à fase final. Na fase final de voo quase antes do arredondamento após o “De-Crab” tivemos algumas rajadas de vento fortes vindas de algum vento rotor forte que veio do lado direito (talvez um pouco atrás) e de cima, retirando completamente a nossa sustentação. Nós não tivemos nenhum aviso sonoro de cisalhamento do vento na cabine.

Mais tarde, eu tive que lidar com os passageiros no salão de embarque e lá eu estava a olhar para a área de estacionamento molhada e pude ver as marcas das trajetórias das rajadas de vento. Elas iam em todas as direcções.

We hit hard the runway first with the main landing gear, very shortly after that came the front gear. The bounce has put the front gear back to the air. After that the Captain was able to control the pitch again and so he gently lowered the nose gear and we decelerated and vacated the runway.

After parking the aircraft on the stand the handling agent told us we have structure damage on the right side of the fuselage behind the nose gear.

In my opinion we had very bad luck. Everything looked fine until the final phase. In the final phase of flight just almost at the flare after De-Crabbing we obtained some strong gust of wind coming from some strong rotor which came from the right side (maybe little bit behind) and from above completely taking our lift away. We had no aural warning of wind shear in the cabin.

Later on I had to deal with the passengers in the departure hall and there I was looking at the wet apron and could see the tracks of the gusty winds. They were going all directions.

### **1.19. Técnicas de Investigação Utilizadas || Useful or Effective**

#### **Investigation Techniques**

Não foram utilizadas quaisquer técnicas especiais de investigação. Todos os estudos foram baseados nos manuais da aeronave, outros documentos emitidos pelo fabricante, TVS a.s. OM, FDR, entrevistas aos pilotos e reportes respectivos.

No special investigative techniques were used. All of the studies were based in aircraft manuals, other documents issued by the manufacturer, TVS a.s. OM, FDR, interviews to pilots and respective reports.

## 2. ANÁLISE || ANALYSIS

### 2.1. Pessoas Envolvidas || Personnel Information

#### 2.1.1. Estado de Alerta e Fadiga da Tripulação Técnica || Flight Crew

##### Alertness and Fatigue

A fadiga pode ser definida como um estado de deficiência que pode incluir elementos físicos e/ou mentais associados com menor atenção e performance reduzida. A fadiga pode prejudicar a capacidade individual para um nível em que uma pessoa não pode continuar a executar tarefas com segurança e/ou eficácia.

Como afirmado anteriormente, a incapacidade de usar comunicações registradas através do CVR, durante os últimos 120 minutos de voo e as comunicações registradas do ATS, inibe uma investigação confiável na determinação dos sinais de fadiga (como silêncios, bocejando, etc ...) e também do estado de alerta da tripulação técnica de voo (interacção entre os membros da tripulação, a interacção com ATC, avisos sonoros da aeronave, etc ...)

Fatigue can be defined as a state of impairment that can include physical and/or mental elements associated with lower alertness and reduced performance. Fatigue can impair individual capability to a level where a person cannot continue to perform tasks safely and/or efficiently.

As stated before, the inability to use recorded communications through the CVR during the last 120 minutes of the flight and ATS recorded communications inhibits a reliable investigation in the determination of fatigue signs (such as silences, yawning, etc...) and also of the flight crew's alertness (interaction between crew members, interaction with ATC, aural warnings from the aircraft, etc...)

#### 2.1.2. Gestão de Recursos pela Tripulação || Crew Resource Management (CRM)

Cursos de CRM são hoje parte integrante da formação das tripulações de voo e as companhias aéreas providenciam esses cursos, adaptando-os adequadamente às suas próprias necessidades e exigências operacionais. CRM significa a restabelecimento e utilização de todos os recursos disponíveis (hardware, software, liveware) que se combinam para maximizar a segurança de voo.

A competência técnica é assumida na formação CRM, que se concentra em vez disso nos laços que unem o desempenho humano ou pessoal à competência técnica.

CRM Courses are nowadays an integral part of flight crew training and airlines run such courses, suitably tailoring them to their own operational needs and requirements. CRM means the retrieval and use of all resources available (hardware, software, liveware) that combine to maximize flight safety.

Technical competence is assumed in CRM training, which focuses instead on the links that bind human or personal performance to technical competence.

CRM é a equipa com orientação. Os principais descritores de desempenho da equipa incluem: desafio e resposta, liderança e seguidores, promoção e consulta.

Devido à impossibilidade de recolher dados de voz do CVR e do sistema de registo de comunicações do ATC, não há nenhuma informação gravada para determinar se o CRM da tripulação técnica de voo aderiu aos SOP da empresa.

Devido à impossibilidade de fazer qualquer análise ponderada da transcrição do CVR, impossibilitou saber se de facto existiu uma discussão significativa sobre as condições meteorológicas prevaletentes em LPLA, pela tripulação. Ambos os pilotos lembraram que os ventos estavam "dentro dos limites", e, quando questionado sobre esses limites, recordaram que 40 kts de vento cruzado era o limite publicado. Da mesma forma, a decisão de voar acima do ILS G/P e para o uso do A/T sem A/P seria razoavelmente espectável para iniciar uma investigação por parte de qualquer dos pilotos.

Parece que isso não ocorreu. Nas entrevistas, parece também não haver chamadas feitas na aproximação final. No fim da aproximação havia três cursos de acção em aberto. O primeiro era de alternar dadas as condições meteorológicas, o segundo era a execução de uma manobra de borrego devido à aproximação final instável, e o terceiro era aterrar. A terceira opção foi a escolhida pela tripulação técnica de voo.

CRM is team driven. Major descriptors of team performance include: challenge and response, leadership and followership, advocacy and inquiry.

Due to the inability to collect voice data from the CVR and from the ATC communication recording system, there is no recorded information to determine if CRM of flight crew was in adherence to the company's SOP.

Due to the impossibility of doing any thoughtful analysis of the CVR transcript disabling to acquaint if in fact existed a meaningful discussion on the prevailing weather conditions at LPLA by the crew. Both pilots recalled that the winds were "within limits", and, when asked about these limits, they recalled 40 kts cross wind was the limit published. Similarly, the decision to fly above ILS G/P and for the continued engagement of the A/T without A/P could reasonably have been expected to initiate an inquiry from either pilot.

It seems that this did not occur. On the interviews it seems also that neither was there any calls made on final approach. Towards the end of the approach there were three courses of action open. The first was to divert given the weather conditions, the second was to carry out a go around due to the unstable final approach, and the third was to land. The third option was chosen by the flight crew.

## 2.2. Preservação dos Registos do CVR || CVR Records Preservation

### ICAO Anexo 6, Parte I, 11.6, requer:

O operador deve assegurar, na medida do possível, no caso de o avião ficar envolvido num acidente ou incidente, a preservação de todos os registos dos registradores de voo relacionados e, se necessário, os registradores de voo associados, e a sua retenção sob custódia aguardando a sua disposição, tal como determinado em conformidade com o Anexo 13.

**EU-OPS 1.160**, "Preservação, produção e utilização dos registos de voo", requer o seguinte do operador:

#### "(a) Preservação de registos:

(1) Na sequência de um acidente, o operador de um avião equipado com registrador de voo deverá, na medida do possível, preservar os dados originais relativos ao acidente, tal como foram registados, durante um período de 60 dias, salvo disposição em contrário pela autoridade investigadora.

(2) A menos que uma permissão prévia tenha sido concedida pela Autoridade, na sequência de um incidente que esteja sujeito a notificação obrigatória, o operador de um avião equipado com registrador de voo deverá, na medida do possível, preservar os registos originais pertencentes a esse incidente, tal como foram registados, durante um período de 60 dias, salvo decisão em contrário da autoridade encarregada da investigação. "

Além disso, **EU-OPS 1.085** requer que "os comandantes de aeronaves não permitam que dados registados em registradores de dados ou de voz sejam apagadas após o voo em caso de um acidente ou incidente sujeitos a comunicação obrigatória".

### ICAO Annex 6, Part I, 11.6, requires:

*An operator shall ensure, to the extent possible, in the event the aeroplane becomes involved in an accident or incident, the preservation of all related flight recorder records and, if necessary, the associated flight recorders, and their retention in safe custody pending their disposition as determined in accordance with Annex 13.*

**EU-OPS 1.160**, "Preservation, production and use of flight recorder recordings", requires the following of the operator:

#### "(a) Preservation of recordings:

(1) Following an accident, the operator of an aeroplane on which a flight recorder is carried shall, to the extent possible, preserve the original recorded data pertaining to that accident, as retained by the recorder for a period of 60 days unless otherwise directed by the investigating authority.

(2) Unless prior permission has been granted by the Authority, following an incident that is subject to mandatory reporting, the operator of an aeroplane on which a flight recorder is carried shall, to the extent possible, preserve the original recorded data pertaining to that incident, as retained by the recorder for a period of 60 days unless otherwise directed by the investigating authority.'

In addition, **EU-OPS 1.085** requires that "aircraft commanders do not permit data recorded on data or voice recorders to be erased after flight in the event of an accident or incident subject to mandatory reporting".

Durante uma investigação no Reino Unido, em 2010, uma revisão às investigações da AAIB anteriores mostrou que, de 99 repetições de passagem de dados do CVR, a informação tinha sido perdida em 19 porque o operador não tinha isolado electricamente o registrator enquanto a aeronave estava no chão.

Sete desses eventos estavam relacionados com registadores de "duas horas", sendo o restante registadores de 'meia hora'. Essas ocorrências não foram específicas de qualquer operador, ou qualquer nacionalidade particular de operador.

Alguns procedimentos operacionais para preservar as registos já existem, mas os procedimentos são, muitas vezes, ineficazes.

Qualquer procedimento que requeira que a tripulação tenha que consultar a sua base principal, ou material de referência não disponível facilmente na cabina de voo a fim de remover a energia eléctrica do CVR, não será propício para a preservação oportuna desta prova. Considera-se que os procedimentos devem ser postos em prática para garantir que, mesmo que a tripulação de voo remova com êxito a energia eléctrica do CVR em tempo útil, uma actividade posterior de manutenção não inclua a reaplicação de energia eléctrica ao registrator. Uma maneira eficaz de preservar dados do CVR e FDR é:

- Puxar os disjuntores relevantes e colocar anilhas/etiquetas;
- Efectuar uma entrada na caderneta técnica da aeronave para deixar claro, a todo o pessoal, que uma investigação está em progresso;
- Remover os registadores fisicamente.

Além disso, é necessário obter a confirmação da autoridade/operador investigador antes que os sistemas sejam reactivados e a energia eléctrica restaurada.

During an investigation in UK, year 2010, a review of previous AAIB investigations showed that, out of 99 CVR replays, information was lost in 19 because the operator had not electrically isolated the recorder whilst the aircraft was on the ground.

Seven of these events related to 'two-hour' recorders, with the remaining being 'half-hour' recorders. These occurrences were not specific to any one operator, or any particular nationality of operator.

Some operational procedures to preserve recordings are already in place, but the procedures are all too often ineffective.

Any procedure that requires the crew to consult with a main base, or reference material not readily available in the flight deck in order to remove electrical power from the CVR, will not be conducive to timely preservation of this evidence. It is considered that procedures should be put in place to ensure that, even if the flight crew successfully remove electrical power from the CVR in a timely manner, subsequent maintenance activity does not include the re-application of electrical power to the recorder. One effective way of preserving CVR and FDR data is:

- To pull and collar/tag the relevant circuit breakers;
- Produce an entry in the aircraft technical log to make clear to any personnel that an investigation is in progress;
- Physically remove the recorders.

Furthermore, confirmation from the investigating authority/operator is required to be obtained before systems are reactivated and electrical power is restored.

### Acção a ser Efectuada

1. Os operadores com AOC e CAMOs devem assegurar-se que procedimentos robustos estejam prescritos nos relevantes Manuais de Operação e da Exposição da Navegabilidade Continuada de Manutenção para assegurar que os registos de CVR/FDR que possam contribuir para a investigação de um acidente ou incidente estejam devidamente preservados e fiquem disponíveis para produção e ser usados.

Os manuais também devem assegurar que, quando pertinente, os documentos que apresentam as informações necessárias para recuperar e converter os dados armazenados em unidades de engenharia sejam mantidos.

Neste contexto, o incidente é uma ocorrência sujeita a reporte obrigatório, ou seja, sob “Reporte Obrigatório de Ocorrência”.

Após a confirmação de que tais procedimentos robustos ou já existem nos Manuais de Operação de operadores com AOC ou que as emendas aos referidos Manuais de Operação tenham sido propostas, os operadores devem informar o Inspector de Operações de Voo (FOI) que lhes está atribuído e CAMOs devem avisar a CAA relevante.

2. Também devem ser tomadas acções para aumentar a conscientização das tripulações técnicas de voo e do pessoal de manutenção de tais procedimentos.

3. Os operadores com AOC devem notar que os dados do QAR não são suficientes para cumprir com a obrigação de preservar os dados do FDR.

4. Os operadores que contractam as suas actividades de manutenção ou assistência em escala a terceiros devem garantir que a organização contratada está ciente de todos os seus procedimentos pertinentes.

### Action to be Taken

1. AOC operators and CAMOs should ensure that robust procedures are prescribed in the relevant Operations Manuals and Continuing Airworthiness Maintenance Expositions to ensure that CVR/FDR recordings that may assist in the investigation of an accident or incident are appropriately preserved and are available for production and use.

The manuals should also ensure that, where relevant, documents which present the information necessary to retrieve and convert the stored data into engineering units are kept.

In this context, an incident is an occurrence subject to mandatory reporting, i.e. a “Mandatory Occurrence Report”.

After confirming that such robust procedures either already exist within AOC operators’ Operations Manuals or that amendments to said Operations Manuals have been proposed, operators should advise their assigned Flight Operations Inspector (FOI) of this information and CAMOs should advise the relevant CAA.

2. Action should also be taken to raise awareness of flight crew and maintenance staff of such procedures.

3. AOC operators should note that QAR data is not sufficient to fulfil the requirement to preserve FDR data.

4. Operators who contract their maintenance activities or ground handling to a third party should ensure that the contracted organisation is made aware of all their relevant procedures.

### 2.3. Aproximação e Aterragem da Aeronave || Aircraft Approach and Landing

Durante a aproximação final da aeronave no ILS RWY 15 em LPLA, o Comandante, como PF, desligou o A/P, às 07:39:50 UTC e à altitude barométrica de 1.499 ft, mantendo o A/T ligado, apesar do fabricante da aeronave e os SOPs da empresa recomendarem para desligar igualmente o A/T quando o A/P é desligado. O Comandante, invocando razões de segurança, justificou a decisão para protecção de velocidade baixa por causa da turbulência forte.

Após ter desligado o A/P, o PF decidiu voar acima do ILS G/S, o que resultou num ponto de escala acima do ILS G/P nominal até 07:41:21 UTC ("RA" 195 ft), novamente justificando a decisão pela forte turbulência e ter uma margem de segurança.

**Nota:** Conforme parágrafo 1.18.2.2. – Recomendações para Aproximação Estabilizada, apesar de desvios da escala sejam aceitáveis de um ponto para o localizador e ou G/S do ILS, o objectivo da manobra é a aeronave estar estabilizada na velocidade de aproximação, em compensação e no perfil da trajectória de voo do ILS.

Ao descer através de "RA" 475 ft (07:41:09 UTC), a aeronave teve uma razão de descida de -1.136 ft/min, abandonando assim o envelope de "aproximação estabilizada", por cerca de dois segundos. Nesta fase seria aconselhável que a tripulação técnica de voo efectuasse a manobra de "borrego", tal como recomendado pelo fabricante da aeronave e pelos SOPs da companhia.

**Nota:** O ILS RWY 15 com 3º de ângulo do G/P, mantendo 150 Kts de "velocidade de comando" na aproximação com A/T ligado ou 164 Kts com A/T desligado requer uma ROD entre 716 ft/min e 780 ft/min. Neste caso, a ROD máxima permitida é de 1.000 ft/min para uma "aproximação estabilizada".

During the aircraft final approach on the ILS RWY 15 at LPLA, the Commander, as PF, disengaged the A/P, at 07:39:50 UTC and pressure altitude of 1,499 ft, maintaining the A/T engaged, despite aircraft manufacturer and company SOPs recommendation to disconnect as well the A/T when A/P is disengaged. The Commander, invoking a safety reason, justified the decision for low speed protection due to strong turbulence.

After A/P disengagement, the PF decided to fly above the ILS G/S, which resulted in one dot of scale above the nominal ILS G/P until 07:41:21 UTC ("RA" 195 ft), again justifying the decision by the strong turbulence and to have a safety margin.

**Note:** As per paragraph 1.18.2.2. - Stabilized Approach Recommendations, despite acceptable scale deviations of one dot for the ILS localizer and or G/S, the aim of the manoeuvre is the aircraft to be in the approach speed, in trim and on the ILS flight path.

When descending through "RA" 475 ft (07:41:09 UTC), the aircraft had a rate of descent of -1136 ft/min, thus abandoning the "stabilized approach" envelope, for about two seconds. At this stage would be advisable the flight crew to comply with the "go around" manoeuvre, as recommended by aircraft manufacturer and company SOPs.

**Note:** ILS RWY 15 3º G/P angle on assigned 150 Kts approach "command speed" with A/T engaged or 164 Kts with A/T disconnected required 716 ft/min to /780 ft/min ROD range. In this case, "stabilized approach" maximum permitted ROD is 1,000 ft/min.

Das 07:41:22 UTC ("RA" 168 ft) até às 07:41:24 UTC ("RA" 116 ft) o desvio do ILS G/S aumentou para 1,20 ponto de escala DWN e em seguida para 1,25 ponto de escala DWN às 07:41: 25 UTC ("RA" 93 ft) e 07:41:26 UTC ("RA" 71 ft), com uma razão de descida atingindo -1.040 ft/min.

Devido aos desvios do G/S com mais de um ponto de escala, a aeronave abandonou novamente o envelope de "aproximação estabilizada" e a tripulação técnica de voo, pela segunda vez, não executou um "borrego", conforme requerido pelo fabricante da aeronave e SOPs da companhia.

Apesar da corrente de ar ascendente, seguida de uma corrente descendente e sustentada pela aeronave quando atravessava a "RA" 116 ft (07:41:24 UTC), o que provocou um aumento de desvio do G/S de 1,20 para 1,25 ponto DWN e um incremento instantâneo da CAS de mais 8 Kts com "Pitch" DWN -0,5°, os elementos abaixo indicam a intenção do PF de interceptar por acima o G/P nominal de 3° ângulo do ILS e que resultou num ângulo de G/P mais íngreme que 3,5°.

Entre a "RA" 169 ft (07:41:22 UTC) e a "RA" 52 ft (07:41:27 UTC) a potência dos motores foi reduzida para o "ralenti de aproximação" com a CAS dentro dos limites da "velocidade de comando". Isto foi o resultado de voar acima do ILS G/S, pois que quando o PF induziu manualmente uma atitude de "pitch" para baixo de -0,5° o A/T manteve a potência dos motores reduzida para controlar a CAS.

Em consequência, a razão de descida atingiu - 1.184 ft/min (07:41:28 UTC), e mais uma vez o PF não executou a manobra de "borrego".

**Nota:** Tendo em conta os relatórios dos pilotos, o PM estava preocupado com a componente de vento cruzado no FMC, o qual tinha apenas metade do valor limite, e não há menção a quaisquer chamadas de atenção para os desvios à "aproximação estabilizada", conforme exigido pelo fabricante da aeronave e SOPs da companhia.

From 07:41:22 UTC ("RA" 168 ft) till 07:41:24 UTC ("RA" 116 ft) the ILS G/S deviation augmented to 1.20 dot of scale DWN and further to 1.25 dot of scale DWN at 07:41:25 UTC ("RA" 93 ft) and 07:41:26 UTC ("RA" 71 ft) with a rate of descent attaining -1,040 ft/min.

Due to G/S deviations more than one dot of scale, the aircraft abandoned again the "stabilized approach" envelope and the flight crew, for the second time, did not execute a "go-around", as required by aircraft manufacturer and company SOPs.

Despite the updraft, followed by a downdraft and sustained by the aircraft when crossing "RA" 116 ft (07:41:24 UTC), which caused an increase of G/S deviation from 1.20 to 1.25 dot DWN and an instantaneous CAS shift of plus 8 Kts and PITCH DWN -0.5°, the elements bellow indicate the PF intention to intercept from above the ILS nominal 3° G/P angle and resulting in a steeper G/P angle of more than 3.5°.

Between "RA" 169 ft (07:41:22 UTC) and "RA" 52 ft (07:41:27 UTC) the engine thrust has been reduced to "approach idle" with CAS within limits of "command speed". This was a result of flying above the ILS G/S, and when the PF induced manually a -0.5° pitch down attitude the A/T maintained the engine thrust reduced to control CAS.

In consequence, the rate of descent attained - 1,184 ft/min (07:41:28 UTC), and once again the PF did not execute the "go around" manoeuvre.

**Note:** Taking in account the pilot reports, the PM was concerned with the crosswind component on the FMC, which only had half of the limiting value, and there is no mention of any callouts for the "stabilized approach" deviations, as required by aircraft manufacturer and company SOPs.

Neste momento, faltando três segundos para que o avião aterrar o PF aplicou potência nos motores e puxou a coluna de controlo de comandos de voo para aumentar a atitude em cima de “pitch”. Devido ao desvio significativo do perfil recomendado pelo fabricante da aeronave ao passar as alturas da soleira da pista e do arredondamento, a aceleração das turbinas e a actuação tardia do controle dos comandos de voo, a inércia da aeronave não deu tempo para evitar o impacto com 3,52 G de aceleração vertical na RWY.

Ao mesmo tempo, quando o “de-crab” da aeronave foi efectuado com uma componente de vento cruzado direito, a aterragem ocorreu com um ligeiro “bank” esquerdo em vez de “bank” zero ou “bank” direito, conforme apropriado para as condições de vento. A manobra foi executada com actuação insuficiente dos comandos dos “aileron” e “rudder” para o alinhamento correcto do eixo longitudinal da aeronave com o eixo da RWY, o que poderia ter causado uma resistência aerodinâmica adicional.

Após o impacto, a aeronave registrou um salto de 15 ft com uma atitude 3,9° “pitch-up” e o PF empurrou para a frente a coluna de controlo dos comandos de voo, resultando um segundo impacto de 2,75 G de aceleração vertical com uma atitude de -1,9° “pitch-dwn” sobre a roda de nariz e provocando danos substanciais naquela zona da fuselagem da aeronave.

O segundo salto teve uma amplitude menor, resultando numa atitude da aeronave mais próxima do perfil de aterragem recomendado pelo fabricante e a qual foi controlada pelo PF.

At this moment, missing three seconds for the aircraft to land the PF applied engine thrust and pulled the flight control column to increase the pitch-up attitude. Due to significant deviation from aircraft manufacturer recommended profile at threshold and flare heights, engine spool and late actuation of flight controls, the aircraft inertia didn't allow in time, the avoidance of RWY impact with 3.52 G vertical acceleration.

At the same time, when de-crabbing the aircraft with a right crosswind component, the landing occurred with a slight left bank instead of zero bank or right bank, as appropriate for the wind conditions. The manoeuvre was executed with insufficient input of aileron and rudder controls for the correct alignment of aircraft longitudinal axis with RWY centreline, which could have caused an extra aerodynamic drag.

After the impact, the aircraft registered a bounce of 15 ft with 3.9° pitch-up attitude and the PF pushed forward the control column resulting in second impact of 2.75 G vertical acceleration with -1.9° pitch down attitude over the nose wheel causing a substantial damage in that area of the aircraft fuselage.

The second bounce had a smaller amplitude resulting in aircraft attitude closer to manufacturer's recommended touchdown profile and which was controlled by the PF.

### 3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

#### 3.1. Factos Estabelecidos || Findings

A partir das evidências disponíveis, as seguintes constatações são feitas em relação à aterragem dura na pista 15 do aeroporto de Lajes, Ilha Terceira, Açores, em 22 de Fevereiro de 2014, envolvendo um Boeing 737-800 com registo OK-TVT. Recorde-se, mais uma vez, que estes resultados não devem ser lidos como apurar culpas ou responsabilidades de qualquer organização ou indivíduo em particular.

1. A aeronave estava envolvida num voo de passageiros em “transporte aéreo comercial” (CAT);
2. Não houve lesões de pessoas;
3. Foram encontrados danos estruturais na Secção 41 da fuselagem – deformações (vincos / ondulações) da superfície exterior da fuselagem e à volta da estrutura inferior da zona do poço da perna do trem de nariz, estação STA 294,5;
4. A tripulação técnica de voo estava certificada, treinada e qualificada para o voo, de acordo com as normas vigentes. Ambos membros da tripulação não tinham quaisquer restrições ou limitações na sua operação. O Comandante era PF e o Co-piloto era PM;
5. Não houve nenhuma evidência de que factores fisiológicos afectassem o desempenho da tripulação técnica de voo;
6. Era pouco provável que a tripulação técnica de voo estivesse afectada por fadiga;
7. Durante o evento não foram evidentes os princípios de CRM;
8. A aeronave com a matrícula OK-TVT tinha todas as Licenças e Certificados de Navegabilidade válidos e tinham sido cumpridas as acções de manutenção, conforme programa aprovado pela Autoridade Aeronáutica;

From the evidence available, the following findings are made with respect to the hard landing on runway 15 at Lajes Airport, Terceira Island, Azores, on 22nd February 2014 involving a Boeing 737-800 with registration OK-TVT. It is reminded, once again, that these findings should not be read as apportioning blame or liability to any particular organisation or individual.

1. The aircraft was involved in passenger “commercial air transport” (CAT) flight;
2. There were no injuries to persons;
3. Structural damages on the fuselage Section 41 were found - distortion of the fuselage skin and of the under structure around fuselage frame STA 294,5, lower lobe;
4. The flight crew was certified, trained, and qualified for the flight in accordance with existing regulations. Both crew members had no restrictions or limitations in their operation. The Commander was PF and the F/O was PM;
5. There was no evidence that physiological factors affected the flight crew's performance;
6. It was unlikely that the operating flight crew was affected by fatigue;
7. CRM principles were not in evidence during the event;
8. The aircraft with the registration OK-TVT had all Licenses and Airworthiness Certificates valid and all maintenance actions were completed as program approved by the Aeronautical Authority;

9. Não foram detectadas anomalias ou restrições técnicas que condicionassem a operação da aeronave e/ou os seus sistemas;

10. A massa e centragem da aeronave encontravam-se dentro dos valores normais de operação, estabelecidos pelo fabricante e aprovados pela autoridade certificadora;

11. A aeronave teria à aterragem no aeródromo de destino (LPLA), 1.516 Kg de quantidade extra de combustível disponível;

12. Na fase de planeamento e preparação do voo, a performance da aeronave cumpriu com os requisitos e limitações estabelecidos no OM do operador e manuais do fabricante da aeronave;

13. A aproximação e aterragem em LPLA foram efectuadas ao amanhecer, com o céu nublado, boa visibilidade abaixo dos 800 pés, chuva recente fraca e vento variável com rajadas fazendo prever turbulência moderada a forte;

14. O aeródromo das Lajes estava equipado com ajudas-rádio à navegação e aterragem tal como NDB, VOR e ILS os quais estavam operacionais quando a aeronave realizou a aproximação e aterragem na RWY 15;

15. Quando a aeronave efectuou a aproximação e aterragem em LPLA, estava em uso o procedimento de aproximação ILS com aterragem na RWY 15, que era determinado pela direcção e velocidade do vento. A pista estava molhada e não foram reportadas quaisquer deficiências físicas ou outras restrições;

16. A tripulação técnica de voo utilizou a Vref30 com menos 2 Kts comparada com a obtida a partir do FCOM da aeronave;

17. A aproximação da aeronave foi realizada sob condições de turbulência e com uma componente de vento cruzado direita.

9. No evidence was found of any technical anomaly or restrictions on the operation of the aircraft and/or its systems.

10. The aircraft mass and balance were within the normal range of operation, established by the manufacturer and approved by the certifying authority;

11. The aircraft would have, when landing at destination aerodrome (LPLA), an extra available fuel quantity of 1,516 Kg;

12. When planning the flight, the aircraft's performance complied with the requirements and limitations stated in the OM of the operator and the aircraft manufacturer manuals;

13. The approach and landing at LPLA was conducted during the breaking-dawn with a cloudy sky, good visibility below 800 feet, recent light rain and variable gusting winds predicting moderate to severe turbulence;

14. Lajes Airport was equipped with navigation and landing aids such as NDB, VOR and ILS which were operative when the aircraft has accomplished the approach and landing on RWY 15;

15. When the aircraft approached and landed at LPLA, it was in use the ILS approach procedure with landing on RWY 15, determined by the wind direction and velocity. The runway was wet and no physical deficiencies or other restrictions were reported;

16. The flight crew used Vref30 with less 2 Kts compared with that one obtained from aircraft FCOM;

17. The aircraft approach was conducted under turbulent conditions and with a right crosswind component.

18. Com excepção de correntes de ar descendentes e ascendentes, abaixo de "RA" 228 ft (07:41:20 UTC), as condições de turbulência não atingiam o nível definido de "cisalhamento de vento" (referir aos parágrafos 1.18.3 e 1.18.2.7);

19. O PF não desligou o A/T após o A/P ser desligado e o qual continuou engatado até após a aterragem, contra as recomendações do fabricante da aeronave e dos SOPs do operador (referir aos parágrafos 1.18.2.3 e 1.18.4);

20. O PF estabeleceu um perfil de aproximação de um ponto de escala acima do ILS G/S nominal, desviando-se da técnica de voo padrão de seguir a trajectória do ILS G/P;

21. Os desvios da aeronave excederam um ponto de escala em relação ao ILS G/S e a razão de descida de 1.000 ft/min;

22. Ao passar pelas alturas referentes à soleira da pista e do arredondamento a aeronave não se encontrava no perfil recomendado pelo fabricante e SOPs da companhia.

23. A aterragem ocorreu com uma razão de descida elevada e um arredondamento curto, resultando num impacto sobre o trem principal de 3,52 G de aceleração vertical, seguido de um salto.

24. Um impulso para a frente da coluna de controlo dos comandos de voo, efectuado pelo PF, resultou numa atitude de  $-1.9^\circ$  "pitch-dwn" com um segundo impacto de 2,75 G de aceleração vertical sobre a roda de nariz causando danos substanciais nessa zona da fuselagem da aeronave.

25. A quantidade extra de combustível disponível (1.516 kg) poderia ter sido usada para um "borrego" com a tentativa de uma segunda aproximação ILS para RWY 15 em LPLA antes de prosseguir para o aeródromo alternante (Santa Maria - LPAZ).

18. With exception of down-drafts and up-drafts, below "RA" 228 ft (07:41:20 UTC), turbulent conditions did not attain the defined level of "windshear", (refer to paragraphs 1.18.3 and 1.18.2.7);

19. The PF did not disconnect the A/T after disengagement of the A/P and which remained engaged until after the touchdown, against aircraft manufacturer and operator SOPs recommendations (refer to paragraphs 1.18.2.3 and 1.18.4);

20. The PF established an approach profile of one dot of scale above the nominal ILS G/S, deviating from the standard flying technique of tracking the ILS G/P;

21. The aircraft deviations exceeded one dot of scale of ILS G/S and rate of descent of 1,000 ft/min;

22. When crossing threshold and flare heights the aircraft departed from manufacturer and company SOPs recommended profile.

23. Touchdown occurred with a high rate of descent and a short flare, resulting in an impact on the main landing gear of 3.52 G vertical acceleration, followed by a bounce.

24. A forward push of the control column by the PF resulted in a pitch-down attitude of  $-1.9^\circ$  with a second impact of 2.75 G vertical acceleration over the nose wheel causing substantial damage in that area of the aircraft fuselage.

25. The extra available fuel quantity of 1,516 Kg could be used for a "go-around" and attempt for a second ILS approach to RWY 15 at LPLA before proceeding to the alternate aerodrome (Santa Maria - LPAZ).

26. Ambos os pilotos referiram-se que a aeronave desceu subitamente, devido a uma forte corrente de ar descendente ou mudança súbita da direcção do vento. Este evento teria ocorrido nos últimos segundos do voo. Não houve aviso sonoro de “cisalhamento de vento” nem nenhum dos pilotos se recorda de ter visto o alerta preditivo de “cisalhamento de vento” no visor (navegação) do radar meteorológico.

26. Both pilots recalled that the aircraft suddenly went down, caused by either a heavy downdraft or a sudden change in the wind direction. This event occurred in the last seconds of the flight. There was no aural warning of windshear nor did either pilot recall seeing a predictive windshear alert on the weather radar (navigation) display.

### 3.2. Causas || Causes

#### 1. Procedimental

A tripulação técnica de voo não actuou em conformidade com os procedimentos do fabricante da aeronave e SOPs da companhia, os quais requeriam uma manobra de "borrego";

#### 1. Procedural

The flight crew did not comply with aircraft manufacturer procedures and company SOPs, which required a “go around” manoeuvre;

#### 2. Actuação

O acidente deveu-se a uma actuação excessiva para a frente da coluna de controlo dos comandos de voo, causando uma atitude negativa da aeronave e consequência de um impacto com uma carga muito elevada sobre o trem de aterragem de nariz, levando a danos elevados de braçadeiras na estrutura interior da zona do poço da perna do trem de nariz, escoras e longarinas. Isto seguiu-se a uma cadeia de eventos, que contribuíram para o acidente, incluindo as rajadas de vento, turbulência, a decisão de voar acima do ILS G/P, o uso do A/T sem A/P e a decisão de aterrar a partir de uma aproximação final não estabilizada.

#### 2. Actuation

The accident was due to an excessive control column forward input, causing aircraft negative pitch attitude which led to a very high impact loading on the nose undercarriage, leading to the severe damage of braces in the interior structure of the nose wheel bay, struts and fuselage frames. This followed a chain of events, which contributed to the accident including the wind gusts, turbulence, decision to fly above ILS G/P, the use of the A/T without A/P and the decision to land from an unstabilized final approach.

### 3.3. Factores Contributivos || Contributing Factors

Foram considerados como factores contributivos:

1. A aproximação da aeronave foi conduzida sob condições de turbulência;

The following were considered as contributing factors:

1. The aircraft approach was conducted under turbulent conditions;

2. O PF estabeleceu um perfil de aproximação com um ponto de escala acima do ILS G/S nominal;

2. The PF established an approach profile of one dot of scale above the nominal ILS G/S;

3. O PF não desligou o A/T após o A/P ter sido desligado;

4. Desvio do perfil de "aproximação estabilizada" da aeronave;

5. O PM não efectuou as chamadas de atenção requeridas pelos desvios à "aproximação estabilizada".

3. The PF did not disconnect the A/T after disengagement of the A/P;

4. Deviation from aircraft "stabilized approach" profile;

5. The PM did not provide the required call outs for the "stabilized approach" deviations.

**4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA || SAFETY RECOMENDATIONS**

As seguintes recomendações são emitidas para mitigar os problemas de segurança identificados no presente inquérito.

The following recommendations are issued to address the safety issues identified in this investigation.

É recomendado que:

It is recommended that:

**À TRAVEL SERVICE, a.s.****To TRAVEL SERVICE, a.s.****Recomendação de Segurança 06/2015****Safety Recommendation 06/2015**

Recomenda-se que TVS a.s. reveja os seus procedimentos e treino das tripulações de voo e de manutenção para garantir a preservação atempada dos registos do CVR em caso de uma ocorrência de reporte obrigatório, em conformidade com o Anexo 6 da ICAO Parte I, 11,6 e EU-OPS 1.160. Os procedimentos e formação devem fornecer as informações necessárias e capazes para identificar quando ocorrem acidentes e incidentes graves de reporte obrigatório, e implementar as tarefas necessárias para preservar registos de voo em tempo útil.

It is recommended that TVS a.s. review their procedures and training of flight and maintenance crews to ensure the timely preservation of CVR recordings in the event of a reportable occurrence, in accordance with ICAO Annex 6 Part I, 11.6 and EU-OPS 1.160. The procedures and training should provide the necessary information and skills to identify when reportable accidents and serious incidents occur, and implement the necessary tasks to preserve flight recordings in a timely manner.

**Recomendação de Segurança 07/2015****Safety Recommendation 07/2015**

Recomenda-se que TVS a.s. reveja o treino inicial e recorrente das tripulações técnicas de voo quanto à aproximação e aterragem da aeronave em condições de turbulência.

It is recommended that TVS a.s. review flight crew initial and recurrent training concerning aircraft approach and landing under turbulent conditions.

**Recomendação de Segurança 08/2015****Safety Recommendation 08/2015**

Recomenda-se que TVS a.s. emita instruções às tripulações técnicas de voo para respeitarem estritamente o SOP da companhia.

It is recommended that TVS a.s. issue instructions to the flight crew to strictly adhere to the company SOP.

**Recomendação de Segurança 09/2015****Safety Recommendation 09/2015**

Recomenda-se que TVS a.s. assegure que Factores Humanos e técnicas de CRM, especialmente na área de manutenção de "consciência situacional" e comunicação sejam aplicadas durante a operação em linha.

It is recommended that TVS a.s. assure Human Factors and CRM techniques especially in the area of maintaining "Situational Awareness" and Communication are applied during line operation.

**À AUTORIDADE DA AVIAÇÃO CIVIL CHECA**

**Recomendação de Segurança 10/2015**

Recomenda-se que a Autoridade de Aviação Civil Checa reveja os relevantes procedimentos e treino dos operadores Checos, de forma a garantir que a preservação atempada dos registos do CVR de uma ocorrência de reporte obrigatório é efectuada de acordo com as exigências da ICAO Anexo 6 Parte I, 11,6 e EU-OPS 1.160.

**Recomendação de Segurança 11/2015**

Recomenda-se que a Autoridade de Aviação Civil Checa reveja os relevantes procedimentos e treino dos operadores Checos, em relação à aproximação e aterragem da aeronave em condições de turbulência, quando operarem no aeródromo das Lajes.

**To CZCHEC CIVIL AVIATION AUTHORITY**

**Safety Recommendation 10/2015**

It is recommended that the Czech Civil Aviation Authority review the relevant procedures and training for Czech operators, to ensure the timely preservation of CVR recordings of a reportable occurrence is achieved in accordance with the requirements of ICAO Annex 6 Part I, 11.6 and EU-OPS 1.160.

**Safety Recommendation 11/2015**

It is recommended that the Czech Civil Aviation Authority review the relevant procedures and training for Czech operators, concerning aircraft approach and landing under turbulent conditions, when operating to Lajes aerodrome.

**5. AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA || CORRECTIVE OR  
PREVENTIVE ACTION ALREADY TAKEN**

A seguinte ação corretiva já foi adotada:

The following corrective action has been taken:

**Pela AUTORIDADE DA AVIAÇÃO CIVIL  
CHECA**

**By the CZCHEC CIVIL AVIATION AUTHORITY**

**Implementação da Recomendação de  
Segurança 10/2015**

**Implementation of Safety  
Recommendation 10/2015**

A Autoridade de Aviação Civil Checa efectuou o comentário seguinte:

The Czech Civil Aviation Authority has produced the following comment:

“Com base no relatório final (editado no dia 30 de Junho de 2015 pelo GPIAA – autoridade de Investigação de Segurança de Portugal) a CAA Checa determinará que todos os operadores e seu pessoal estejam familiarizados com os procedimentos de segurança do tempo de registro do CVR até ao final de Fevereiro de 2016. Isso é efectuado quando a ocorrência relativa ao Anexo 6, Parte 1, 11,6 da ICAO e CAT.GEN.MPA. 195 vigora. Os operadores irão enviar a notificação sobre este treino específico com a lista dos participantes para a CAA até 29 de Fevereiro de 2016”.

“On the basis of the final report (edited on the June 30th. 2015 by the Portugal SIA – Safety Investigation Authority - GPIAA) the Czech CAA will set to all operators and their staff to be acquainted with the CVR record time security procedures by the end of the February 2016. That is effected when the occurrence under ICAO Annex 6, Part 1, 11.6 and CAT.GEN.MPA. 195 appears . The operators will send the notification about this specific training with the list of the participants to the CAA till February 29th.2016”.

**Lisboa, 28 de Setembro de 2015**

**Lisbon, 28th September 2015**

**O Investigador**

**The investigator**

António Soares

António Soares

INTENCIONALMENTE EM BRANCO

INTENTIONALLY LEFT BLANK