

# TAAG, Linhas Aéreas de Angola / D2-TEI



*Colisão no solo durante manobra de reboque //  
Ground collision during tow manoeuvre*

*Aeroporto de Lisboa (LPPT) //  
Lisbon Airport (LPPT)*

*13 de janeiro de 2016, 11:15 UTC //  
2016, January 13<sup>th</sup>, 11:15 UTC*

*BOEING 777-300ER*

**RELATÓRIO DE SEGURANÇA**

**GPIAA**

Investigação de Ocorrência de Incidente

**GPIAA SAFETY REPORT**

Incident Occurrence Investigation

01/INCID/2016

**RELATÓRIO FINAL APROVADO PELO DIRETOR DO GPIAA  
FINAL REPORT APPROVED BY GPIAA DIRECTOR  
16-06-2016 (ÁLVARO NEVES)**

**Nota:** a fotografia na capa deste relatório foi tirada pela equipa de investigação do GPIAA

**Note:** the photo on this report cover was taken by the investigation team from the GPIAA

# RELATÓRIO DE SEGURANÇA DE INCIDENTE

## INCIDENT SAFETY REPORT

TAAG  
BOEING 777-300ER

**D2-TEI**

Colisão no solo durante manobra de reboque ||  
Ground collision during tow manoeuvre

AEROPORTO DE LISBOA || LISBON AIRPORT

LPPT

PORTUGAL

13 de janeiro de 2016 - 11:15 UTC

2016, January 13<sup>th</sup> - 11:15 UTC

Final Report  
01/INCID/2016

Publicação || Published by:

GPIAA – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves  
Portugal Safety Accident Investigation Board

Endereço || Postal Address:

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

Telefones || Telephones:

+ 351 21 273 92 30  
+ 351 915 192 963 / +351 272 739 255 (24 horas) / 707 284 637 (707 AVI OES)  
(Notificação de incidentes e acidentes)

Fax + 351 21 273 92 60

Email : [investigacao@gpaaa.gov.pt](mailto:investigacao@gpaaa.gov.pt)

Internet: [www.gpaaa.gov.pt](http://www.gpaaa.gov.pt)

No interesse de aumentar o valor da informação contida nesta publicação é permitido baixar, imprimir, reproduzir e distribuir este material reconhecendo o GPIAA – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves como a fonte. No entanto, direitos de autor sobre o material obtido a partir de outras agências, indivíduos ou organizações privadas, pertencem a essas agências, indivíduos ou organizações. Onde for pretendido usar o seu material será necessário contactá-los diretamente.

In the interest of enhancing the value of the information contained in this publication you may download, print, reproduce and distribute this material acknowledging the GPIAA – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves as the source. However, copyright in the material obtained from other agencies, private individuals or organizations, belongs to those agencies, individuals or organizations. Where you want to use their material you will need to contact them directly.

Secretaria de Estado das Infraestruturas

GPIAA 2016

## 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 objetivo 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 (20<sup>th</sup> OCT 2010) and article 11 nº 3 of Decree-Law nº 318/99 (11<sup>th</sup> 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.....	5
ÍNDICE    TABLE OF CONTENTS .....	6
SINOPSE    SYNOPSIS.....	7
ABREVIATURAS    ABREVIATIONS .....	8
1. INFORMAÇÃO FACTUAL    FACTUAL INFORMATION .....	9
1.1. História do Voo    History of the Flight .....	9
1.2. Lesões    Injuries.....	9
1.3. Danos na Aeronave    Damage to Aircraft .....	10
1.3.1. Localização do dano na asa    Damage location on the wing .....	12
1.4. Informação Sobre a Aeronave    Aircraft Information .....	13
1.4.1. Generalidades    General .....	13
1.4.2. Informação pessoal    Personnel information .....	15
1.5. Sistema de combustível    Fuel system .....	16
1.5.1. Política de combustível “Fuel Tankering”    Tankering fuel policy .....	21
1.5.2. Arrefecimento do combustível em voo    Cooling of the fuel in flight .....	21
1.5.3. Limites operacionais    Operational limits .....	22
1.6. Informação Meteorológica    Meteorological Information .....	22
1.7. Informação do Aeroporto    Airport information .....	23
1.7.1. Procedimento de pushback    Pushback procedure .....	24
1.7.2. Plataforma Polivalente .....	25
1.7.3. Reboque    Towing .....	26
1.8. Comunicações    Communication .....	27
1.9. Elevação da asa    Wing elevation.....	28
1.10. Outras informações    Other information .....	29
2. ANÁLISE    ANALYSIS .....	30
2.1. Procedimentos de Notificação do Operador e do Aeródromo    Operator and Aerodrome Notification Procedures .....	32
3. CONCLUSÕES    CONCLUSIONS.....	32
3.1. Evidências    Findings .....	33
3.2. Causa do Incidente    Cause of the Incident .....	35
3.3. Factores Contributivos    Contributing Factors.....	35
4. RECOMENDAÇÕES    RECOMMENDATIONS .....	36

## SINOPSE || SYNOPSIS

### Data do Incidente || Date of the Incident

13-01-2016 11:15 UTC<sup>1</sup>

### Local do Incidente || Site of Incident

Aeroporto de Lisboa (LPPT) || Lisbon Airport (LPPT)

### Tipo de Voo || Type of flight

Transporte Aéreo || Air Transport

### Pessoas a Bordo || Persons on Board

Tripulantes || Flight crew: 13

Passageiros || Passengers: 265

### Aeronave || Aircraft

BOEING 777-300ER

### Proprietário || Owner

CAMEIA LLC

### Operador || Operator

TAAG – Linhas Aéreas de Angola, EP

### Lesões || Injuries

Nenhuma || None

No dia 13 de janeiro de 2016, cerca das 11:15 UTC, uma aeronave Boeing 777-300ER operada pela companhia TAAG, com a matrícula D2-TEI, embateu com o intradorso da zona da ponta da asa numa barreira defletora de sopro durante uma manobra de reboque para a Plataforma Polivalente do Aeroporto de Lisboa (LPPT).

A aeronave estava previamente parqueada no *stand* 146 e estimava sair dos calços às 10:00 UTC, para o voo DT 651 Lisboa / Luanda.

O Comandante do voo, durante a inspeção exterior à aeronave, verificou que as asas tinham gelo acumulado no extradorso e no intradorso, gelo esse que estava fora dos limites operacionais.

Como o Aeroporto de Lisboa não está dotado de um sistema de *de-icing* a aeronave foi rebocada para uma posição com maior exposição solar (Plataforma Polivalente) para ajudar ao degelo das asas.

O incidente não provocou lesões físicas.

On the 13<sup>th</sup> of January 2016, around 11:15 UTC, a Boeing 777-300ER aircraft operated by TAAG company, with registration D2-TEI, collided with the underside surface of the wing tip with a jet blast deflector during a towing manoeuvre on the Multipurpose Ramp at Lisbon Airport (LPPT).

The aircraft was previously parked in stand 146 and estimated off-block at 10:00 UTC, for flight DT 651 Lisbon / Luanda.

The Commander of the flight, while performing the aircraft exterior inspection, found that the wings had accumulated ice on the upper surface and the underside surface, ice that it was out of the operational limits.

As the Lisbon Airport is not equipped with a de-icing system, the aircraft was towed to a position with greater sun exposure (Multipurpose Ramp) to help the defrosting of the wings.

The incident didn't cause physical injuries.

---

<sup>1</sup> Todas as horas referidas neste relatório, salvo indicação em contrário, são horas UTC. || All times referred in this report, unless otherwise specified, are UTC time.

## ABREVIATURAS || ABREVIATIONS

APU	Unidade Auxiliar de Energia    Auxiliary Power Unit
ATC	Controlo de Tráfego Aéreo    Air Traffic Control
EICAS	Indicações do motor e sistema de alerta da tripulação    Engine indicating and crew alerting system
FCOM	Manual de operação de tripulação de voo    Flight Crew Operating Manual
FCTM	Manual de Treino de Tripulação de Voo    Flight Crew Training Manual
FL	Nível de voo    Flight level
GPIAA	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves    Safety Investigation Authority
MLW	Peso Máximo de Aterragem    Maximum Landing Weight
MPR	Plataforma Polivalente    Multipurpose Ramp
MTW	Peso Máximo de Descolagem    Maximum Takeoff Weight
SOP	Procedimentos Operacionais Normalizados    Standard Operating Procedure
SRM	Manual de Reparação Estrutural    Structural Repair Manual
T	Tonelada    Tonne
TAT	Temperatura do ar total    Total Air Temperature
TSN	Tempo desde novo    Time Since New
UTC	Tempo Universal Coordenado    Coordinated Universal Time



## 1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

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

No dia 12 de janeiro de 2016, cerca das 23:04 UTC, um Boeing 777-300ER operado pela TAAG, com o registo D2-TEI, descolou de Luanda (FNLU) para um voo regular com destino a Lisboa (LPPT).

On the 12<sup>th</sup> of January 2016, around 23:04 UTC, a Boeing 777-300ER operated by TAAG, with registration D2-TEI, took off from Luanda (FNLU) on a scheduled flight to Lisbon (LPPT).

Depois de 7 horas de voo o D2-TEI aterrou no Aeroporto de Lisboa e foi parqueado no *stand* 146.

After 7 hours of flight D2-TEI landed in Lisbon Airport and was parked in stand 146.

Com uma rotação de 4 horas no chão, a aeronave estava prevista efetuar o voo de regresso, com uma nova tripulação, com saída estimada de calços às 10:00 UTC.

With a rotation of 4 hours on the ground, the aircraft was scheduled to flight back, with a new crew, with an estimated off blocks at 10:00 UTC.

O Comandante do voo, durante a inspeção exterior à aeronave, verificou que as asas tinham gelo acumulado no extradorso e no intradorso, gelo esse que estava fora dos limites operacionais.

The Commander of the flight, while performing the aircraft exterior inspection, found that the wings had accumulated ice on the upper surface and the underside surface, ice that it was out of the operating limits.

Como o Aeroporto de Lisboa não está dotado de um sistema de *de-icing* a aeronave, depois de abastecida com 9.604 Kg de combustível e do embarque dos passageiros e da carga, foi rebocada para uma posição com maior exposição solar (Plataforma Polivalente) para ajudar ao degelo das asas.

As Lisbon Airport is not equipped with a de-icing system, the aircraft after being refueled with 9.604 kg of fuel and boarding of the passengers and cargo was towed to a position with a greater sun exposure (Multipurpose Ramp) to help the defrosting of the wings.

Durante a manobra de reboque para a Plataforma Polivalente, o intradorso da asa direita da aeronave na zona da ponta da asa embateu com a barreira deflectora de sopro.

During the towing manoeuvre to the Multipurpose Ramp the underside of the right wing tip of the aircraft collided with a jet blast deflector.

O incidente não provocou lesões físicas.

The incident didn't cause physical injuries.

### 1.2. Lesões || Injuries

Lesões    Injuries	Tripulantes    Crew	Passageiros    Passengers	Outros    Others
Mortais    Fatal:	0	0	0
Graves    Serious:	0	0	0
Ligeiras-Nenhumas    Minor-None:	13	265	0

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

Aeronave na Plataforma Polivalente (Figura 1).

Aircraft at Multipurpose Ramp (Figure 1).

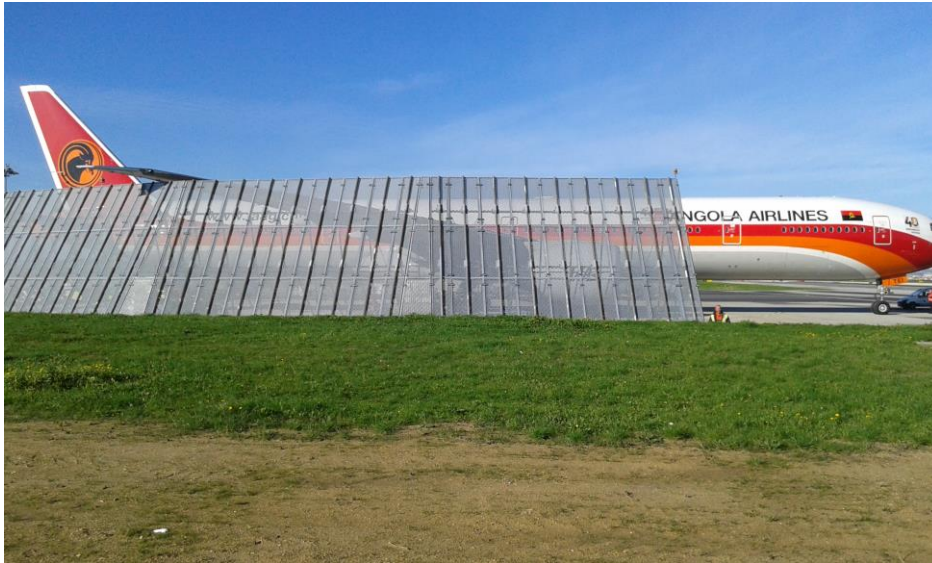


Figura 1 || Figure 1

Asa direita da aeronave na zona da ponta da asa intradorso (Figura 2).

Aircraft right wing tip underside surface (Figure 2).



Figura 2 || Figure 2

Contacto do intradorso da asa com a barreira deflectora de sopro (Figura 3).

Underside surface of the wing contact with the jet blast deflector (Figure 3).



Figura 3 || Figure 3

Risco provocado no intradorso da asa (Figura 4).

Scratch caused in the underside surface of the wing (Figure 4).



Figura 4 || Figure 4

O dano apresentava um comprimento de 8,5 polegadas, largura máxima de ¼ de polegada e profundidade de 0,005 polegadas (Figura 5).

The damage had a length of 8.5 inches, a maximum width of ¼ inch and a depth of 0.005 inches (Figure 5).



Figura 5 || Figure 5

### 1.3.1. Localização do dano na asa || Damage location on the wing

O dano situava-se no intradorso da asa direita junto ao penúltimo *man-hole* e logo atrás do painel 621AFGB entre as estações WS1453.16 e WS1479.49 de acordo com a figura Nº 5.

The damage was located in the underside of the right wing near the penultimate man-hole and immediately behind the panel 621AFGB between station WS1453.16 and WS1479.49 according to figure Nr 5.

De acordo com o reporte da manutenção que deu apoio ao voo, foi consultado o SRM 57-20-01 *allowable damage 2 (ref outer wing inspar lower skin)*, o dano em profundidade apresentava a medida de 0.005 polegadas logo abaixo do valor indicado no manual como limite que é de 0.010 polegadas, e o dano não apresentava material removido, somente tinta e primário.

According with the report of maintenance that supported the flight it has been consulted SRM 57-20-01 *allowable damage 2 (ref outer wing inspar lower skin)*, the damage in depth showed the extent of 0.005 inches below the value indicated in manual as a limit that is 0.010 inches, and the damage had not removed material, only paint and primer.

### 1.4. Informação Sobre a Aeronave || Aircraft Information

O Boeing 777 é uma aeronave *widebody* bimotor *turbofan* desenvolvida e fabricada pela *Boeing Commercial Airplanes*. É a maior aeronave bimotora do mundo, com capacidade de 293 a 550 passageiros, com um alcance de 5.235 a 9.380 milhas náuticas (9.695 a 17.372 quilômetros). Normalmente referido como o *Triple Seven*, as suas características inclui o maior motor *turbofan* do mundo, seis rodas em cada trem de aterragem principal, seção transversal da fuselagem totalmente circular, e um cone de cauda em formato de lâmina. O 777 foi a primeira aeronave comercial equipada com o sistema *fly-by-wire*, permitindo controlos mediados por computador.

The Boeing 777 is a family of long-range wide-body twin-engine jet airliners developed and manufactured by Boeing Commercial Airplanes. It is the world's largest twinjet and has a typical seating capacity for 293 to 550 passengers, with a range of 5.235 to 9.380 nautical miles (9.695 to 17.372 km). Commonly referred to as the "Triple Seven", its distinguishing features include the largest-diameter turbofan engines of any aircraft, six wheels on each main landing gear, fully circular fuselage cross-section, and a blade-shaped tail cone. As Boeing's first fly-by-wire airliner, it has computer-mediated controls. It is also the first commercial aircraft to be designed entirely with computer-aided design.

#### 1.4.1. Generalidades || General

Referência    Reference	Célula    Airframe	# 1 Motores    # 2 Engines	
<b>Fabricante    Manufacturer</b>	The Boeing Company	General Electric	
<b>Modelo    Model</b>	Boeing 777-300ER	GE90-115B	
<b>Nº de Série    Serial Nr</b>	43252	907525	907523
<b>Nº em linha    Line Nr</b>	3899	N/A	N/A
<b>Ano de fabrico    Year of manufacture</b>	2014	2014	2014
<b>Tempo de Voo    Flight Time (TSN)</b>	6.892:59	6.892:59	6.892:59
<b>Peso Máximo à Decolagem    Maximum Take-Off Weight:</b>	351.534 Kg		
<b>Peso Máximo à Aterragem    Maximum Landing Weight:</b>	251.290 Kg		
<b>Máximo de Pessoas a Bordo    Maximum Persons On Board:</b>	293 Sem Tripulantes    Without Crew		
<b>Última Inspeção    Last Inspection:</b>	14/12/2015	19/11/2015	NIL

Proprietário    Owner:	CAMEIA LLC	Operador    Operator:	TAAG	Matricula    Registration:	D2-TEI
---------------------------	------------	--------------------------	------	-------------------------------	--------

O peso da aeronave D2-TEI para a decolagem era de 282.741 Kg.

The takeoff weight of the aircraft D2-TEI was 282.741 Kg.

Dimensões gerais do modelo 777-300ER (Figura 6).

General dimensions model 777-300ER (Figure 6).

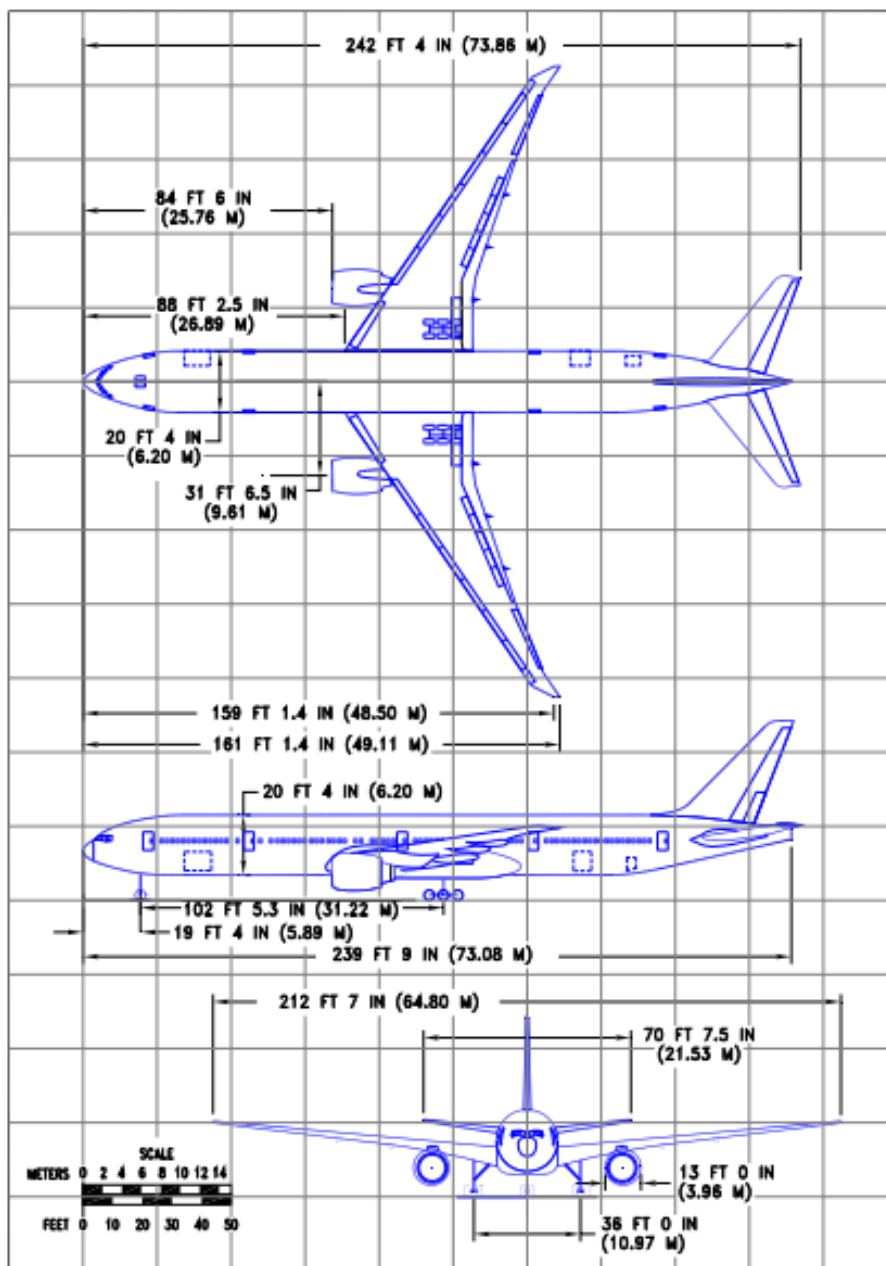


Figura 6 || Figure 6

Distancias do chão do modelo 777-300ER Ground clearances model 777-300ER (Figure 7). (Figura 7).

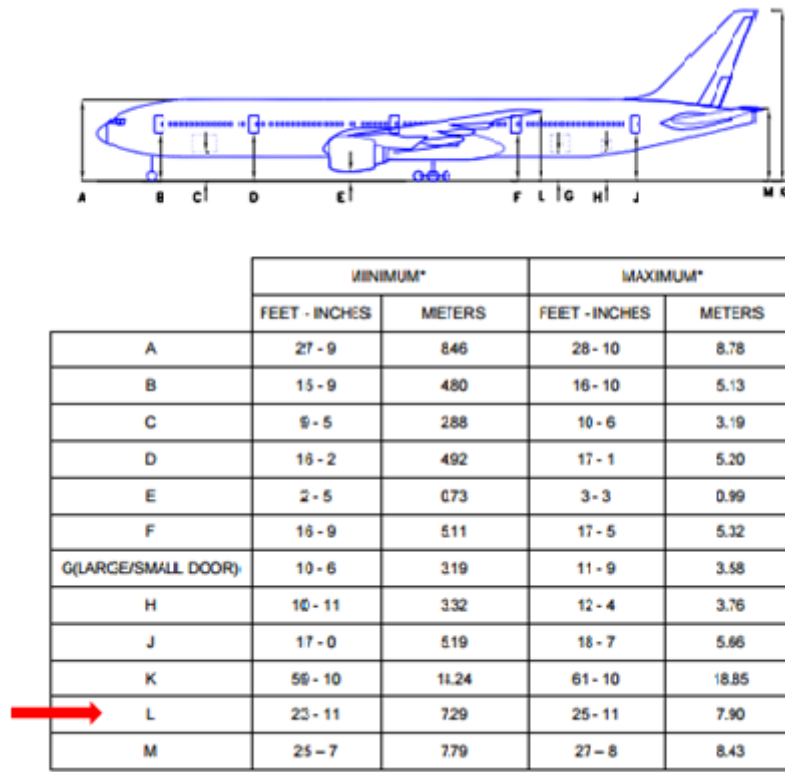


Figura 7 || Figure 7

1.4.2. Informação pessoal || Personnel information

A tripulação de voo e a equipa em funções no solo (tratorista de reboque) tinham as licenças e aprovações necessárias no momento do evento.

The flight crew and ground operating crew (push back tractor driver) held appropriate licenses and approvals at the time of the event.

Licenças da tripulação e certificados médicos

Crew Licenses and Medical Certificates

A tripulação de voo da aeronave estava devidamente licenciada, medicamente certificada e descansou adequadamente para operar o voo.

The flight crew of the aircraft was properly licensed, medically certified and adequately rested to operate the flight.

Motorista do trator de reboque

Pushback Tractor Driver

Possuía uma licença válida de *Pushback* e reboque de aeronaves.

Held a valid airport driver’s license and Aircraft Pushback and Towing Permit.

### 1.5. Sistema de combustível || Fuel system

O sistema de combustível fornece combustível para os motores e APU. O combustível é acondicionado dentro de um tanque central e tanques principais nas asas, esquerda e direita.

A quantidade de combustível é medida por intermédio de sensores em cada tanque. A quantidade total de combustível é exibida no visor primário *EICAS*. As quantidades de combustível nos tanques e quantidade total de combustível são apresentados no ecrã de *FUEL synoptic*. Indicações de combustível mostrando as quantidades dos tanques, principal esquerdo, do centro, e principal direito são exibidos quando ocorrerem situações fora do normal.

The fuel system supplies fuel to the engines and the APU. The fuel is contained in a center tank, and left and right main wing tanks.

Fuel quantity is measured by sensors in each tank. Total fuel quantity is displayed on the primary *EICAS* display. Tank quantities and total fuel quantity are displayed on the *FUEL synoptic* display. Expanded fuel indications showing the left main, center, and right main tank quantities are displayed when non-normal conditions occur.

D2-TEI Localização dos tanques (Figura 8).

D2-TEI Fuel Tank Locations (Figure 8).

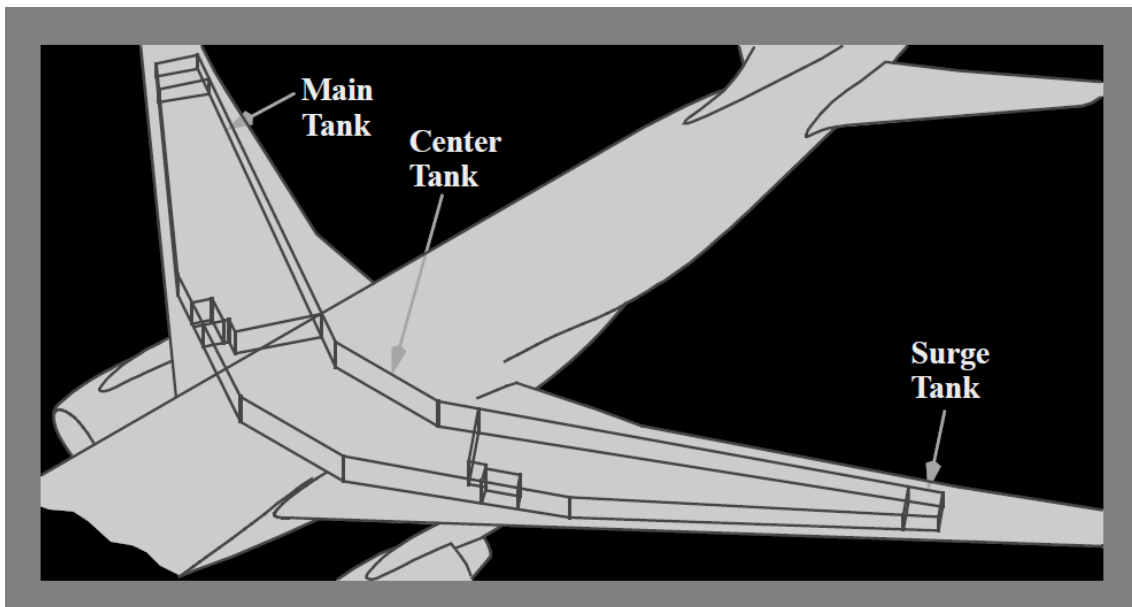


Figura 8 || Figure 8



**D2-TEI** Capacidade dos tanques de combustível (Figura 9).

**D2-TEI** Fuel Tank Capacities (Figure 9).

Tank	Liters	Kilograms *
Left Main	38,990	31,300
Right Main	38,990	31,300
Center	103,290	82,900
Total	181,270	145,500

**Figura 9 || Figure 9**

A temperatura do combustível é exibida no visor primário EICAS. A temperatura é normalmente apresentada em branco. É exibida em âmbar quando a temperatura do combustível se aproxima do ponto de congelamento (JET A1 - 47° C).

Fuel temperature is displayed on the primary EICAS display. The temperature is normally displayed in white. It is displayed in amber when the fuel temperature approaches the fuel freeze (JET A1 -47° C).

**Eliminação de água (A)**

Para evitar a acumulação de grandes quantidades de ‘água livre’ nos tanques de combustível, a aeronave está equipada com um sistema de eliminação de água que usa bombas de jato operadas por difusores de fluxo OJ e bombas de pressão. Uma bomba de jato está localizada em cada tanque principal e há duas no tanque central. Nos tanques de combustível principais as bombas de jato extraem o líquido das seções mais baixas de cada tanque e injetam perto da entrada de cada bomba de pressão traseira. No tanque do centro, o fluido é extraído da seção mais baixa do tanque e injetado perto das entradas de OJ.

**Water scavenge (A)**

To prevent large amounts of ‘free water’ building up in the fuel tanks, the aircraft is fitted with water scavenge system that uses jet pumps operated by motive flow from the OJ and boost pumps. One jet pump is located in each main tank and there are two in the center tank. In the main fuel tanks the jet pumps draw fluid from the lowest sections of each tank and inject it close to the inlet of each aft boost pump. In the center tank, fluid is drawn from the lowest section of the tank and injected close to the OJ inlets.

#### **Tanque central retorno de combustível (B)**

A aeronave está equipada com um sistema de retorno de combustível no tanque central, que aumenta a quantidade de combustível utilizável neste tanque. O sistema usa as bombas de jato, fornecidas com fluxo (*motive flow*) das bombas de pressão, para retirar da parte mais baixa do tanque central de combustível e alimentar ambos os tanques principais de combustível. Uma válvula de boia montada no tanque central ativa o fluxo (*motive flow*) quando o conteúdo do tanque central está abaixo 15.800 kg. As válvulas de boia montadas em cada um dos tanques principais de combustível impedem retorno de combustível quando o conteúdo destes tanques é superiores a 12.500 kg.

#### **Sistema de ventilação do tanque de combustível (C)**

Cada tanque é ventilado para a atmosfera através de canais no topo dos tanques de combustível, que estão ligados à *surge* tanques montados na parte de fora de cada um dos tanques principais. Os *surge* tanques são ventilados para a atmosfera através de um supressor de chama e uma colher montado na superfície inferior de cada asa. Caso o pára-chamas ou colher tornar-se bloqueado, uma válvula de alívio de pressão irá operar e evitar que os tanques de tornar-se mais, ou menos, pressurizado.

#### **Medição da temperatura do combustível (D)**

O sistema de indicação de temperatura do combustível tem um sensor de temperatura localizado entre as nervuras 9 e 10 no tanque principal esquerdo. A sonda está situada a aproximadamente 12,6 polegadas acima do revestimento inferior da asa e está localizada a 40 polegadas da parte de fora da entrada da bomba de pressão. O combustível do tanque esquerdo pode ser um pouco mais frio do que o tanque da asa direita. Isto é porque o tanque de combustível direito contém dois permutadores de calor de fluido hidráulico / combustível, os quais são utilizados para arrefecer o fluido hidráulico, enquanto que o lado esquerdo tem apenas um.

#### **Centre tank fuel scavenge (B)**

The aircraft is equipped with a center tank fuel scavenge system, which increases the amount of useable fuel in this tank. The system uses jet pumps, provided with motive flow from the boost pumps, to draw fuel from the lowest part of the center tank and feed it into both main fuel tanks. A float valve mounted in the center tank turns on the motive flow when the center tank contents are below 15.800 kg. Float valves mounted in each of the main fuel tanks prevent fuel scavenge when the contents of these tanks are above 12.500 kg.

#### **Fuel tank vent system (C)**

Each tank is vented to atmosphere through channels in the roof of the fuel tanks, which are connected to surge tanks mounted outboard of each of the main tanks. The surge tanks are vented to atmosphere through a flame arrestor and a scoop mounted on the lower surface of each wing. Should the flame arrestor or scoop become blocked, a pressure relief valve will operate and prevent the tanks from becoming over, or under, pressurized.

#### **Fuel temperature measurement (D)**

The fuel temperature indication system has a temperature probe located between ribs 9 and 10 in the left main tank. The probe is situated approximately 12.6 inches above the lower wing skin and is located 40 inches outboard of the aft boost pump inlet. The fuel in the left wing tank can be slightly colder than the right wing tank. This is because the right fuel tank contains two hydraulic fluid/fuel heat exchangers, which are used to cool the hydraulic fluid, whereas the left wing has only one.

A temperatura do combustível é exibida em branco no EICAS primário. O aviso de baixa temperatura aparece automaticamente no EICAS como o limite padrão de congelamento do *Jet A*, a menos que outra temperatura, como o ponto de congelamento como do *Jet A-1*, foi definida no *Flight Management Computer (FMC) Controle Display Unit (CDU)*. Uma vez que a temperatura do combustível atinja 3 ° C acima da temperatura de congelação de combustível (-37 ° C para o *Jet A* e -44 ° C para o *Jet A-1*) a indicação de temperatura de combustível torna-se âmbar e a mensagem de aviso de baixa temperatura de combustível é apresentado no EICAS .

Fuel temperature is displayed in white on the primary EICAS. The EICAS low temperature warning trigger automatically defaults to the freezing limit of *Jet A*, unless another temperature, such as the freezing point of *Jet A-1*, has been set in the *Flight Management Computer (FMC) Control Display Unit (CDU)*. Once the fuel temperature reaches 3°C above the fuel freezing temperature (-37°C for *Jet A* and -44°C for *Jet A-1*) the fuel temperature indication turns amber and the fuel temp low advisory message is displayed on the EICAS.

Display de combustível EICAS e SYNOPSIS (Figura 10).

Fuel EICAS and SYNOPTIC display (Figure 10).

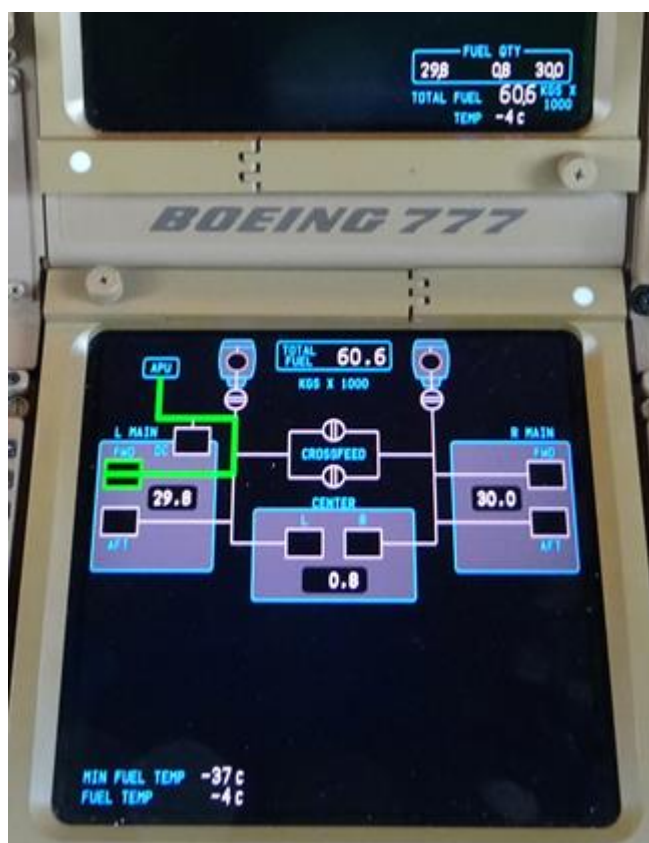


Figura 10 || Figure 10

Em voos longos a temperatura do combustível nos tanques principais das asas tenderá para a temperatura da camada limite em torno da asa, que pode ser de até 3 ° C mais baixa do que a *Total Air Temperature* (TAT). Embora as extremidades do tanque central situem-se nas asas, e são afectados pelo arrefecimento aerodinâmico, a maior parte do combustível do tanque central está ensanduichado entre a cabine e os sistemas de ar condicionado. Por conseguinte, o combustível no tanque central é consideravelmente mais quente do que o combustível nos tanques principais.

### **Quantidade de combustível (E)**

Uma unidade de processador de quantidade de combustível (FQPU) recebe sinais de unidades de tanque e densímetros nos tanques de combustível e usa estes para calcular a quantidade de combustível em cada um dos três tanques de combustível. O FQPU envia dados para EICAS para o *display* da quantidade de combustível para a tripulação de voo.

Cada unidade do tanque mede a altura de combustível na sua localização, através do uso de um transmissor/receptor ultrassónico. Os comandos do Transmissor Ultrassónico FQPU de cada unidade do tanque enviam um impulso sónico sendo o tempo para do impulso a ser refletido na superfície do combustível e o retorno para o receptor diretamente relacionado com a altura do combustível no tanque. Os densímetros usam um cilindro de vibração; a frequência de vibração é proporcional à densidade do combustível.

Cada tanque tem varas em vários locais de medição, para que a quantidade de combustível possa ser verificada manualmente no chão. As varas usam um flutuador magnético que envolve a vara de medição e repousa sobre a superfície do combustível. Quando a vara de medição é movida de dentro do seu alojamento, a extremidade da vara 'pega' na posição do flutuador magnético. A vara tem graduações que dão uma leitura direta da altura do combustível no tanque naquele local.

On long flights the temperature of the fuel in the main wing tanks will tend towards the temperature of the boundary layer around the wing, which can be up to 3°C lower than Total Air Temperature (TAT). Whilst the cheek tanks of the centre tank are situated in the wings, and are affected by aerodynamic cooling, the majority of the centre tank fuel is sandwiched between the cabin and the air conditioning packs. Consequently the fuel in the centre tank is considerably warmer than the fuel in the main tanks.

### **Fuel quantity ( E)**

A Fuel Quantity Processor Unit (FQPU) receives signals from tank units and densimeters in the fuel tanks and uses these to calculate the fuel quantity in the each of the three fuel tanks. The FQPU then sends data to EICAS for the display of fuel quantity to the flight crew.

Each tank unit measures the fuel height at its location, through the use of an ultrasonic transmitter/receiver. The FQPU commands each tank unit's ultrasonic transmitter to send out a sonic pulse, the time for the pulse to be reflected from the fuel surface and return to the receiver directly relates to the fuel height in the tank. The densimeters use a vibrating cylinder; the frequency of vibration is proportional to the fuel density.

Each tank has measuring sticks at various locations so that the fuel quantity can be manually checked on the ground. The sticks use a magnetic float which surrounds the measuring stick housing and rests on the fuel surface. When the measuring stick is moved from within its housing, the end of the stick 'catches' at the position of the magnetic float. The stick has graduations which give a direct reading of the height of fuel in the tank at that location.

A quantidade de combustível no tanque pode ser calculada utilizando as tabelas de conversão, com referência à atitude da aeronave, densidade do combustível e às leituras de combustível medidas em cada uma das varas.

Fuel quantity in the tank can then be calculated using conversion tables, with reference to the aircraft's pitch and roll attitude, fuel density and the fuel heights measured at each of the stick locations.

### 1.5.1. Política de combustível “Fuel Tankering” || Tankering fuel policy

A companhia aérea TAAG estabeleceu, desde 17 de junho de 2015, para os voos de Luanda (FNLU) com destino Lisboa (LPPT) e Porto (LPPR) uma política de combustível “*tankering*” (OM-A 8.1.7.5) limitada a 249.000 kg (próximo do peso máximo à aterragem). Na maioria das vezes a aeronave chega a Lisboa com os tanques principais cheios de combustível frio. O voo de regresso para Luanda normalmente requer 65T de combustível, sendo o reabastecimento apenas de uma pequena quantidade, entre 6T a 15T.

TAAG airline has established, since the 17th June 2015, for flights from Luanda (FNLU) to Lisbon (LPPT) and to Oporto (LPPR) a tankering fuel policy (OM-A 8.1.7.5) limited to 249.000 kg (close to the Maximum Landing Weight). Most of the times the aircraft arrives at Lisbon with the wing tanks full of cold fuel. The return flight to Luanda normally requires 65T of fuel, so the refueling is just of a small amount, between 6T to 15T.

### 1.5.2. Arrefecimento do combustível em voo || Cooling of the fuel in flight

A aeronave foi abastecida com combustível *JET A1* no Aeroporto de Luanda (FNLU), às 21:50 UTC, com 128.100 Litros com uma temperatura de 26º C e 0,79 de densidade.

The aircraft was refueled with *JET A1* at Luanda Airport (FNLU), at 21:50 UTC, with 128.100 liters with a temperature of 26º C and 0.79 of density.

Durante o voo de 7 horas com destino a Lisboa (LPPT), o D2-TEI subiu inicialmente para o nível de voo FL320, e voou neste nível durante 2:40 horas com uma temperatura exterior de – 35º C.

During the 7 hours flight to Lisbon (LPPT), the D2-TEI climb initially to flight level FL320, and flew at this level during 2:40 hours with an outside temperature of -35º C.

Posteriormente subiu para o nível FL360 e voou neste nível durante 3:30 horas a uma temperatura exterior de – 54 º C, e manteve-se neste nível até começar a descer para Lisboa.

Subsequently climbed to FL360 and flew at this level during 3:30 hours at a temperature of -54º C, and remained at this level until start descent to Lisbon.

A temperatura do combustível em voo cruzeiro tem uma razão de arrefecimento aproximadamente de 6º C por hora de voo num dia *standard*.

The fuel temperature in cruise flight has a ratio of approximately 6º C cooling per hour of flight in a standard day.

A aeronave aterrou em Lisboa (LPPT) às 06:00 UTC, com 69.113 litros de JET A1 nos tanques principais com uma temperatura aproximada de -16º C.

The aircraft landed in Lisbon (LPPT) at 6:00 UTC, with 69.113 liters of JET A1 in the main tanks with an approximate temperature of -16° C.

### 1.5.3. Limites operacionais || Operational limits

Uma camada de geada ⅛ pol. (3 mm) de espessura ou menos nas superfícies inferiores das asas (na área da longarina) é permitida se for causada por combustível muito frio. Mas todas as seguintes áreas não devem ter nenhum gelo, neve ou geada sobre elas:

A layer of frost ⅛ in. (3 mm) thick or less on the lower wing surfaces (in the spar area) is permitted if it is caused by very cold fuel. But, all of these areas must have no ice, snow or frost on them:

-Dispositivos de *Leading Edge*

- Leading edge devices

-Controle de superfícies, incluindo as superfícies superiores e inferiores do estabilizador horizontal

- Control surfaces, including the upper and lower surfaces of the horizontal stabilizer

-Superfícies de compensadores

- Tab surfaces

-A superfície superior da asa

- The top wing surface

### 1.6. Informação Meteorológica || Meteorological Information

Quando a aeronave aterrou no Aeroporto de Lisboa às 06:00 UTC a meteorologia era a seguinte:

When the aircraft landed at Lisbon Airport at 6:00 UTC weather was as follows:

05003KT 010V089 1000 R21/1400 BR VCFG FEW 000 BKN001 07/07 Q1024.

05003KT 010V089 1000 R21/1400 BR VCFG FEW 000 BKN001 07/07 Q1024

A manhã manteve-se com temperatura baixa e húmida.

The morning remained with low temperature and humid.

À hora do incidente 11:15 UTC a meteorologia era a seguinte:

At the time of the incident 11:15 UTC weather was as follows:

VRB6KT CAVOK 10/09 Q1025

VRB6KT CAVOK 10/09 Q1025

### 1.7. Informação do Aeroporto || Airport information

O Aeroporto de Lisboa é dotado de 8 posições para estacionamento de aeronaves da classe E. A aeronave, depois da aterragem, foi parqueada no *stand* 146. Como ao fim de 5 horas, e de acordo com a análise do Comandante a aeronave não tinha condições operacionais para fazer o voo, o Serviço de Operações Aeroportuárias mandou rebocar a aeronave para a Plataforma Polivalente porque precisava de libertar o *stand* para parquear outra aeronave classe E que estava a chegar e todas as outras posições para parquear aeronaves classe E estavam ocupadas.

Lisbon Airport is equipped with 8 positions for parking class E aircrafts. The aircraft, after landing, was parked at stand 146. As at the end of 5 hours, according to the analysis of the Commander the aircraft had no operational conditions to make the flight, the Operations Airport Service decided to tow the aircraft to the Multipurpose Ramp because they needed to release the stand to park other aircraft class E that was coming and all other positions to park aircraft class E were occupied.

Reboque do *stand* 146 para a MPR (Figura 11).

Taxi from stand 146 to MPR (Figure 11).

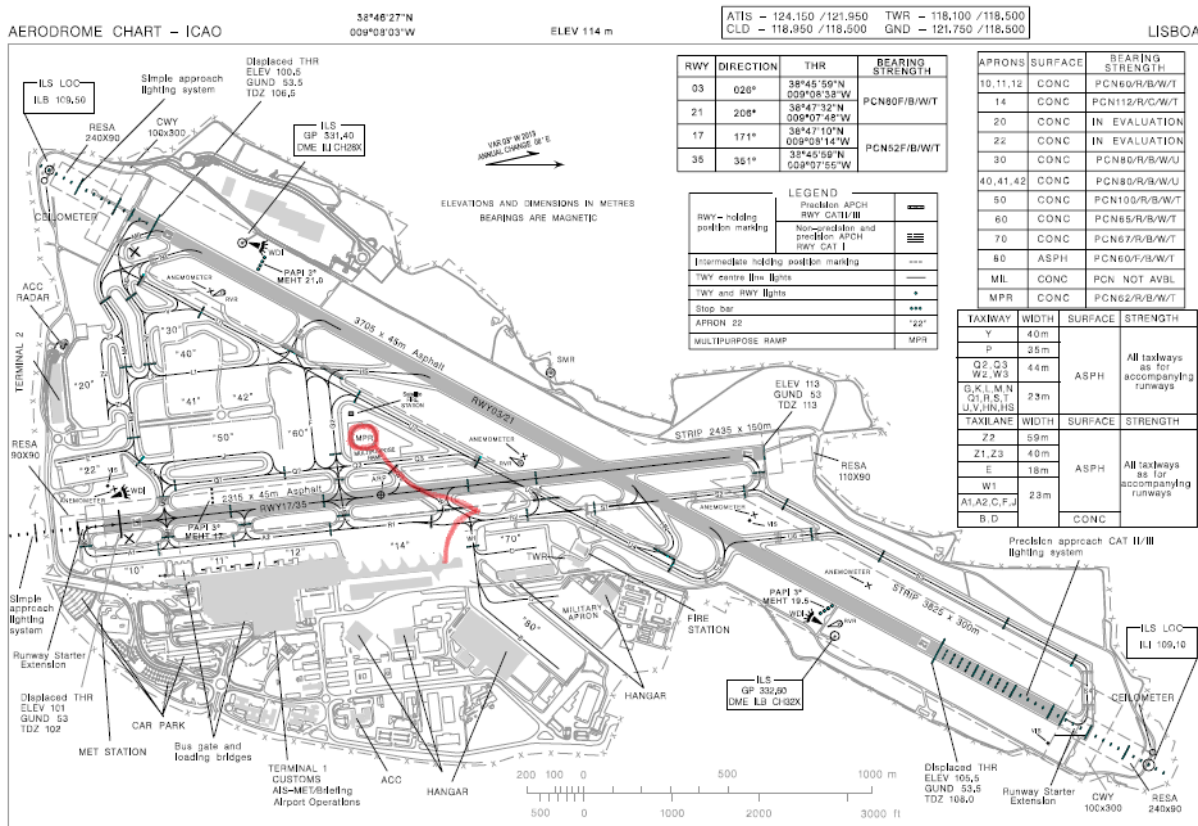


Figura 11 || Figure 11

O Aeroporto de Lisboa não está equipado com sistema de *de-icing*.

The Lisbon Airport is not equipped with a *de-icing* system.

### 1.7.1. Procedimento de *pushback* || Pushback procedure

Do *stand* 146, é prática aceita do *Handling* que o motorista do trator do *pushback* vira a aeronave para fora da radial *pushback* nominal no sentido da Plataforma Polivalente, para evitar que a parte traseira da aeronave, obstrua a estrada de perímetro e para evitar *jet blast* do motor da aeronave começar a causar uma interferência com o tráfego de veículos que usam a estrada de perímetro.

From parking stand 146, it is the ground handlers accepted practice that the pushback tractor driver turns the aircraft off the nominal pushback radial towards parking stand (Multipurpose ramp) to prevent the rear of the aircraft from obstructing the perimeter road and to prevent jet blast from the aircraft engine start causing an interference with the vehicular traffic using the perimeter road.

Anexo 14 da ICAO Recomendação de distâncias de espaço da aeronave no *stand*.

ICAO Annex 14 Clearance distances on aircraft stands recommendation.

Um *stand* de aeronave deve fornecer as seguintes distâncias mínimas entre uma aeronave usando o *stand* e um edifício adjacente, aviões em outra posição e outros objetos:

An aircraft stand should provide the following minimum clearances between an aircraft using the stand and any adjacent building, aircraft on another stand and other objects:

Code Letter	Clearance [m]
A	3
B	3
C	4.5
D	7.5
E	7.5
F	7.5

Onde a letra do código é D, E ou F, estes intervalos podem ser reduzidos num *stand* de estacionamento com a aeronaves de nariz fornecido com orientação de azimute por um sistema automático de orientação desde que o *stand* da aeronave seja de configuração de *pushback* e sob nenhuma circunstância as distâncias de espaçamento sejam inferiores a:

Where the Code Letter is D, E or F, these clearances may be reduced at a nose-in aircraft stand provided with azimuth guidance by a visual docking guidance system provided that the aircraft stand is a power in pushback configuration and under no circumstances shall the clearance distances be less than:

- a) 7,5 m entre duas aeronaves adjacentes;
- b) 2 m entre qualquer ponte fixa de desembarque de passageiros, e o nariz de uma aeronave; ou

- a) 7.5 m between two adjacent aircraft;
- b) 2 m between any fixed passenger bridge, and the nose of an aircraft; or



c) 3.75 m entre qualquer objeto (excluindo outras aeronaves) e a aeronave sobre qualquer parte do *stand*, desde que todos os obstáculos estejam livres da área de perigo de ingestão dos motores.

c) 3.75 m between any object (excluding other aircraft) and the aircraft over any portion of the stand, provided that all obstacles are clear of the engine ingestion danger area.

### 1.7.2. Plataforma Polivalente

A Plataforma Polivalente é uma área de ensaios de motores (*run-up area*), com capacidade para testar aeronaves da classe E e inferiores. Também é usada para estacionamento de aeronaves caso seja estritamente necessário.

The Multipurpose Ramp is an engine run-up area, with capacity to test class E aircraft and lower. It is also used for parking of aircraft if necessary.

O posicionamento das aeronaves é a reboque, com acompanhamento de *Follow-Me* e validado pelo Serviço de Operações Aeroportuárias.

The positioning of the aircraft is by tow, with Follow-Me monitoring and validated by the Airport Operations Service.

Plataforma Polivalente (Figura 12).

Multipurpose Ramp MPR (Figure 12).

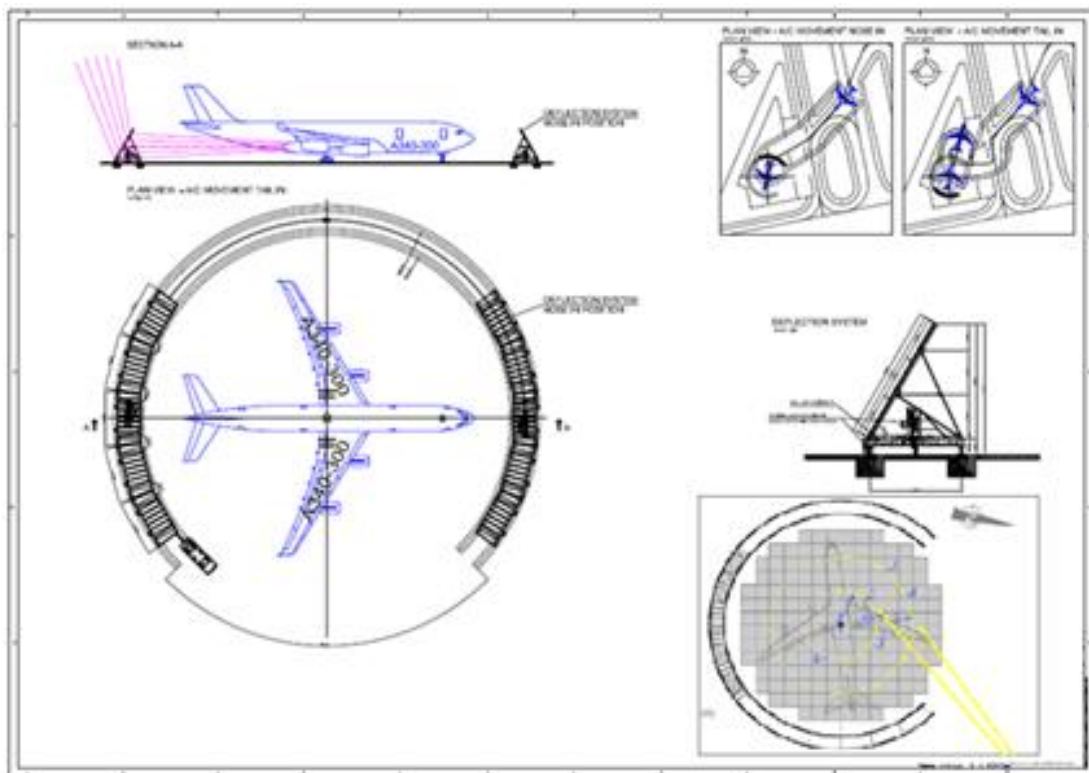


Figura 12 || Figure 12

As marcas pintadas no chão para guiamento do *Follow-Me* consistem em um círculo central e duas circunferências uma com 25 metros de diâmetro e outra com 50 metros de diâmetro.

The marks painted on the ground for Follow-Me guidance consist of a central circle and two circumferences with 25 meters in diameter and another with 50 meters in diameter.

A superfície da plataforma é construída em betão com um PCN 62/R/B/W/T.

The ramp surface is in concrete with a PCN 62/R/B/W/T.

A superfície da plataforma encontra-se desnivelada.

The platform surface is uneven.

### 1.7.3. Reboque || Towing

No reboque da aeronave do *stand* 146 para a Plataforma Polivalente, foi utilizado um equipamento de trator com lança, acompanhado do Oficial de Placa e do *Follow-Me*.

For towing the aircraft from stand 146 to the Multipurpose Ramp, was used a tractor with tow bar, accompanied by the Aircraft Dispatcher and the Follow-Me.

A aeronave entrou de nariz na plataforma polivalente e ao dar a volta de 180º pela esquerda a ponta da asa direita ficou por cima da barreira defletora de sopro mas sem tocar.

The aircraft went nose in at Multipurpose Ramp and to perform a 180º turn by the left the right wing tip stayed on top of the jet blast deflector without touching.

Plataforma Polivalente (Figura 13).

Multipurpose Ramp MPR (Figure 13).



Figura 13 || Figure 13

Como a asa tinha passado por cima da barreira a manobra foi interrompida pois era preciso um equipamento de reboque com maior poder de manobra. Foi decidido trocar o equipamento de reboque pelo *Kalmar K279 (towbarless tractor)*.

As the wing had passed over the barrier the maneuver was discontinued because was need a towing equipment with greater maneuverability. It was decided to change the towing equipment to a *Kalmar K279 (towbarless tractor)*.

Trator Kalmar (Figura 14).

Kalmar towbarless tractor (Figure 14).



Figura 14 || Figure 14

Devido à elevação da roda de nariz, o peso da aeronave suportado pelo trem principal aumentou, comprimindo os amortecedores e reduzindo a distância da asa à barreira deflectora de sopro.

Due to the elevation of the nose wheel, the weight of the aircraft supported by main landing gear increased, compressing to the shock-absorber and reducing the distance from the wing to the jet blast deflector.

Durante a manobra com o *Kalmar* para tentar tirar a aeronave daquela posição a asa tocou na barreira deflectora de sopro fazendo um risco de 8,5 polegadas de comprimento. A manobra foi interrompida.

During the maneuver with *Kalmar* to try to take the aircraft from that position the wing touched the jet blast deflector doing a scratch of 8.5 inches long. The operation was interrupted.

## 1.8. Comunicações || Communication

Durante o *pushback* há um serviço em terra, normalmente referido como o homem dos auscultadores (*Headset Man*), que está em comunicação direta com a tripulação através de um microfone e auscultador conectado à tomada do trem de nariz.

During the *pushback* there is one designated ground service personal, normally referred to as the *Headset Man*, who is in direct communication with the crew through a boom mic and headset connected to the jack plug on the nose landing gear.

O *Headset man* comunica a prontidão e medidas necessárias para o motorista do trator de *pushback* através de sinais com as mãos.

The Headset man communicates the readiness and required action to the pushback tractor driver via hand signals.

O *Headset man* deverá andar para trás com a aeronave durante a manobra de *pushback* e em comunicação com o cockpit.

The Headset man should be walking back with the aircraft during the pushback maneuvering and in communication with the flight deck.

### 1.9. Elevação da asa || Wing elevation

Já com a presença dos técnicos de manutenção os passageiros foram desembarcados e a carga dos porões foi descarregada, mas para que a asa deixasse de tocar na barreira foi necessário efetuar o carregamento do amortecedor do trem principal direito com azoto, para que o mesmo distendesse em cerca de 2 polegadas, permitindo assim que a asa deixasse de estar em contacto com a barreira deflectora de sopro.

With the presence of maintenance technicians the passengers was disembarked and the cargo compartments were offloaded, but for the right wing not touching the barrier it was necessary to supply the right main gear shock-absorber with nitrogen, so that the same distends in about 2 inches, thus allowing the right wing not to be in contact with the jet blast deflector.

Desembarque de passageiros e descarregamento dos porões (Figura 15).

Disembarkation of the passengers and offloading the cargo compartments (Figure 15).



Figura 15 || Figure 15

## 1.10. Outras informações || Other information

### **A finalidade do degelo e anti-gelo das aeronaves:**

A contaminação das superfícies de voo das aeronaves pode causar perda catastrófica de sustentação e perda de controle. Os contaminantes podem também adicionar peso significativo para uma aeronave. Portanto, antes da partida dois critérios devem ser atendidos.

Primeiro, todos os contaminantes devem ser removidos das superfícies aerodinâmicas da aeronave antes do voo. Isso geralmente é realizado através da aplicação de fluido de degelo e às vezes pode ser precedido por limpeza mecânica com escovas ou equipamento similar, que tem a vantagem de reduzir a quantidade de líquido necessário para alcançar o degelo.

Em segundo lugar, se houver precipitação, as aeronaves devem ser protegidas contra o acréscimo de mais gelo durante o tempo entre o degelo e a decolagem. Isso é realizado através da aplicação de fluido de anti-gelo apropriado e da maneira correta, bem como assegurar que a aeronave decola antes de decorrido o tempo de espera relevante; a aplicação do fluido refere-se às condições contra o qual a aeronave deve ser protegida. Após o degelo e anti-gelo, as tripulações devem certificar-se que não há nenhum contaminante na aeronave antes do voo. Uma vez no ar, os sistemas de anti-gelo e de degelo protegem a aeronave contra a acumulação de gelo em voo aquecendo as superfícies relevantes ou limpar o gelo das superfícies mecanicamente ou por fluido.

### **The purpose of de-icing and anti-icing of aircraft:**

Contamination of aircraft flying surfaces can cause catastrophic loss of lift and loss of control. Contaminants may also add significant weight to an aircraft. Therefore, prior to departure two criteria must be met.

First, all contaminants must be removed from the aerodynamic surfaces of the aircraft before flight. This is usually accomplished by application of de-icing fluid, and may sometimes be preceded by mechanical cleaning with brushes or similar equipment, which has the benefit of reducing the amount of fluid required to achieve de-icing.

Second, if precipitation is present, the aircraft must be protected against the accretion of further ice during the time between de-icing and takeoff. This is accomplished by the application of appropriate anti-icing fluid in the correct manner as well as ensuring that the aircraft takes off before the relevant holdover time has elapsed; the application of the fluid relates to the conditions against which the aircraft must be protected. Following de-icing and anti-icing, flight crews ensure that there are no contaminants on the aircraft prior to flight. Once airborne, an aircraft's anti-icing and de-icing systems protect it against ice accretion in flight by heating the relevant surfaces or by clearing ice from them mechanically or by fluid.

## 2. ANÁLISE || ANALYSIS

A análise das evidências recolhidas indicia que a formação de gelo nas asas da aeronave é resultante da política de combustível "TANKERING" implementada pela companhia TAAG, nos voos para Lisboa e Porto, quando a temperatura exterior é de 10° C ou menos e humidade significativa presente.

A aeronave é normalmente parqueada no Aeroporto de Lisboa no *stand* 146, que devido à sua localização não apanha luz solar durante a parte da manhã o que dificulta o degelo das asas.

O aeroporto tem 8 *stands* com capacidade para parquear aeronaves da classe E, que à hora do incidente estavam todos ocupados.

O aeroporto não possui um sistema de *de-icing*.

As instruções operacionais transmitidas pelo Serviço de Operações Aeroportuárias para o *Follow-Me* referentes ao reboque da plataforma 146 para a Plataforma Polivalente não foram claras e concisas, deixando ao critério do *Follow-Me* a manobra a efetuar e a posição em que a aeronave deveria ficar na Plataforma Polivalente.

Durante a volta de 180° da aeronave na Plataforma Polivalente o operador do *Follow-Me* teve que abandonar a viatura para coordenar a manobra, ficando sem contacto com o ATC e com as Operações Aeroportuárias, porque não está equipado com rádio portátil.

O pavimento da Plataforma Polivalente está desnivelado, o que neste caso contribuiu para que a distância vertical entre o intradorso da asa e a barreira deflectora de sopro não fosse uniforme.

The analysis of the collected evidences indicates that the formation of ice on the wings of the aircraft is a result of fuel "TANKERING" policy implemented by the company TAAG, on flights to Lisbon and Porto, when the outside temperature is 10° C or less and significant moisture is present.

The aircraft is usually parked at Lisbon Airport on stand 146, which due to its location does not get sunlight during the morning which difficult the defrosting of the wings.

The airport has 8 stands with capacity for parking aircraft of class E, which at the time of the incident were all occupied.

The airport is not equipped with a de-icing system.

The operating instructions given by the Airport Operations Service for the Follow-Me for the towing from stand 146 to the Multipurpose Ramp not clear and concise, leaving to the Follow-Me's discretion to maneuver at and the position in which the aircraft should be in the Multipurpose Ramp.

During the 180° turn of the aircraft in the Multipurpose Ramp the operator of the Follow-Me had to abandon the vehicle to coordinate the operation, with no contact with the ATC and Airport Operations, because it is not equipped with portable radio.

The Multipurpose Ramp floor is uneven, which in this case contributed to the vertical distance between the lower wing surface and the jet blast deflector not to be uniform.

A troca do equipamento de reboque não se veio a revelar uma decisão acertada. Quando o *Kalmar* elevou o trem de nariz da aeronave a asa ficou mais perto da barreira deflectora de sopro. Adicionalmente como o eixo dianteiro do *Kalmar* estava muito perto do carril onde se desloca a barreira deflectora de sopro, este ao deslocar-se nesse sentido provocou uma oscilação da aeronave, fazendo com que o intradorso da asa tocasse na barreira deflectora de sopro.

The exchange of towing equipment proved to be not the right decision. When the *Kalmar* raised the aircraft's nose gear the wing was closer to the jet blast deflector. In addition to the front axis of *Kalmar* was very close to the rail which moves the jet blast deflector, by moving in this direction led to an oscillation of the aircraft, causing the lower wing surface touched the jet blast deflector.

Carril da barreira deflectora de sopro (Figura 16).

Jet blast deflector rail (Figure 16).



Figura 16 || Figure 16

A manobra foi interrompida e foi tomada a decisão de desembarcar os passageiros e a carga dos porões para ganhar alguma distância entre a asa e a barreira.

The maneuver was stopped and the decision was made to disembark passengers and offload cargo from the cargo compartments to gain some distance between the wing and the barrier.

O resultado foi contrário porque ao reduzir o peso da aeronave a asa baixou e ficou a tocar permanentemente na barreira deflectora de sopro.

The result was contrary because by reducing the weight of the aircraft the wing dropped and contacted permanently in the jet blast deflector.

Já com a presença dos técnicos de manutenção foi necessário efetuar o carregamento do amortecedor do trem principal direito com azoto, para que o mesmo distendesse em cerca de 2 polegadas, permitindo assim que a asa direita deixasse de estar em contacto com a barreira deflectora de sopro.

Da barreira deflectora de sopro foram retiradas todas as saliências e foi protegida com material absorvente de impacto.

Às 16:00 UTC, com o trator de lança para evitar passar por cima da zona do carril, a aeronave foi retirada da plataforma polivalente e parqueada no *stand* 425.

With the presence of maintenance technicians was necessary to supply the right main gear shock-absorber with nitrogen, so that the same distends in about 2 inches, thus allowing the right wing to be in contact with the jet blast deflector.

From the jet blast deflector were removed all projections and was protected with an impact absorbing material.

At 16:00 UTC, with a tractor with a tow bar to avoid passing over the rail area, the aircraft was removed from the multi-purpose platform and parked at stand 425.

## 2.1. Procedimentos de Notificação do Operador e do Aeródromo || Operator and Aerodrome Notification Procedures

O GPIAA – Gabinete de Investigação de Acidentes com Aeronaves foi notificado deste evento cerca de duas horas após o incidente ocorrer.

Mas podemos discutir se a causa do envio tardio da notificação do evento a partir do operador de *handling* do aeroporto, departamento de segurança do aeroporto e ou operador da aeronave foi devido à falta de definição clara das respectivas organizações de segurança a respeito de quem era responsável para relatar o incidente.

The GPIAA - Air Accident Investigation Duty Investigator was notified of this event approximately two hours after the incident occurred.

But we can discuss if the cause of the delayed notification of the event from the airport ground handler, airport safety department and the aircraft operator was due to no clear definition in the respective safety organizations regarding who was responsible to report the incident.

## 3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

As seguintes evidências, causas e fatores contributivos foram elaborados em relação a este incidente.

The following findings, causes and contributing factors were made with respect to this Incident.



### 3.1. Evidências || Findings

• Evidências. São confirmações de todas as condições significativas, eventos ou circunstâncias do incidente. As evidências são passos significativos na sequência do incidente, mas nem sempre são causais ou indicadoras de deficiências.

Tendo em conta os factos apurados e referenciados pode concluir-se que:

1. A formação de gelo nas asas deveu-se ao arrefecimento da temperatura do combustível nos tanques principais da aeronave, consequência da política de *TANKERING* da companhia TAAG;
2. As posições para estacionamento de aeronaves da classe E no Aeroporto de Lisboa são limitadas;
3. O aeroporto não possui um sistema de *de-icing*, o que pode provocar perturbações operacionais;
4. A equipa de *pushback* no momento do incidente era composta por um tratorista e um *headset man*.
5. O tratorista do *pushback* e o *headset man* estavam devidamente qualificados e licenciados para exercer o *pushback*.
6. O tempo de superfície relatado para LPPT à hora do evento estava sem nuvens, com visibilidade mais de 10 Km.
7. As instruções operacionais transmitidas pelo Serviço de Operações Aeroportuárias para o Follow-Me referentes ao reboque da plataforma 146 para a Plataforma Polivalente não foram claras e concisas, deixando ao critério do Follow-Me a manobra a efetuar e a posição em que a aeronave deveria ficar na Plataforma Polivalente;

• Findings. Are statements of all significant conditions, events or circumstances in this Incident. The findings are significant steps in this Incident sequence, but they are not always causal or indicate deficiencies.

Given the established and referenced facts it can be concluded that:

1. The formation of ice on the wings was due to cold-soaked fuel in the main tanks of the aircraft, as a result of the *TANKERING* policy of the TAAG company;
2. Parking positions for aircrafts class E at Lisbon Airport are limited;
3. The airport does not have a de-icing system, which may cause operational disturbances;
4. The pushback team at the time of the incident was comprised of a push back tug driver and a headset man.
5. The pushback tug driver and the headset man were properly qualified and licensed to conduct the pushback.
6. The surface weather reported for LPPT on the time of the event was clear, with CAVOK visibility.
7. The operating instructions given by the Airport Operations Service for the Follow-Me for the towing from the stand 146 to the Multipurpose Ramp have not been clear and concise, leaving the Follow-Me's discretion to maneuver at and the position in which the aircraft should stay in Multipurpose Ramp;

8. Não era necessário *wing walker* para a manobra a menos que solicitado pelo *headset man* ou o *follow-me* responsável.
9. A visão periférica do motorista do reboque de aeronaves com lança, trator T-142 está limitada a partir da posição sentado à frente do trem de nariz.
10. Todas as comunicações entre o tratorista do *pushback* e o *headset man*, *follow-me* ou o *wing walker*, se necessário, são apenas através de sinais com as mãos.
11. A perda de comunicações entre o Follow-Me e o ATC e/ou com as Operações Aeroportuárias devido ao facto de este não estar equipado com um rádio portátil;
12. O pavimento desnivelado da Plataforma Polivalente;
13. Não é requerido briefing antes de iniciar o pushback de acordo com a SOP em vigor no momento do incidente;
14. Definição clara das responsabilidades e delimitação do dever não são adequadamente estabelecidas na SOP entre o serviço de *handling* e as responsabilidades das Operações do Aeroportuárias;
15. Não há liderança estabelecida na equipa de *pushback* entre o condutor e o *headset man* e ambos trabalham em cooperação com as Operações Aeroportuárias, sem uma hierarquia claramente definida;
16. O reboque com a realização de voltas apertadas superiores a 180º da aeronave, não foi efetuado de acordo com o FCTM que limita o peso da aeronave em 251.290 Kg, para efetuar este tipo de manobras;
17. Avaliação do risco não foi realizada para determinar a segurança da manobra de *pushback* para a posição designada, em relação às distâncias de afastamento da barreira;
8. No wing walker was required for this maneuver unless requested by the headset man or the Follow-me responsible.
9. The driver's peripheral view from the towbar aircraft tractor T-142 is limited from the sitting position ahead of the nose landing gear.
10. All communication between the pushback driver and the headset man, follow-me or a wing walker if required, is through hand signals only.
11. The loss of communications between Follow-Me and ATC and/or Airport Operations due to the fact that he was not equipped with a portable radio;
12. The uneven surface of the Multipurpose Ramp;
13. No pushback briefing is required prior to push back in the SOP in effect at the time of the incident;
14. Clear lines of responsibility and delineation of duty are not adequately established in the SOP's between the handling service and the airport operations responsibilities;
15. There is no established leadership in the pushback team between the driver and headset man who both work in cooperation with the Airport Ground Operation, without a clearly defined hierarchy;
16. The towing with tight 180º turns of the aircraft was not made according to the FCTM which limits the aircraft's weight in 251.290 Kg, to make this kind of maneuvers;
17. No defined risk assessment has been performed to determine the safe pushback maneuver to the designated position, concerning the clearance distances from the barrier;

### 3.2. Causa do Incidente || Cause of the Incident

• Causas. São ações, omissões, eventos, condições ou uma combinação destes, que conduziram a este incidente.

1. Manobra de reboque com volta apertada de 180º de uma aeronave da classe E, numa plataforma que tem um obstáculo de 7 metros de altura (barreira deflectora de sopro);
2. O procedimento de *pushback* necessário para posicionar a aeronave para evitar a barreira deflectora de sopro como um obstáculo;
3. Procedimento de *pushback* não-standard usados para posicionar o Boeing 777-300ER na plataforma designada (Plataforma Polivalente);
4. Nenhum *wing walker* usado para apurar o risco da margem de segurança da ponta da asa;

• Causes. Are actions, omissions, events, conditions, or a combination thereof, which led to this Incident.

1. Tight tow maneuver of 180º turn of an aircraft of class E, in a platform that has an obstacle of 7 meters height (jet blast deflector);
2. The pushback procedure required to position the aircraft to avoid jet blast deflector as an obstacle;
3. Nonstandard pushback procedure used to position the Boeing 777-300ER on the designated platform (Multipurpose Ramp);
4. No wing walker used to manage the wingtip clearance risk;

### 3.3. Factores Contributivos || Contributing Factors

• Fatores contributivos. São ações, omissões, eventos, condições, ou uma combinação destes, que, contribuíram diretamente para este incidente e se eliminado ou evitado, teria reduzido a probabilidade de este incidente ocorra, ou atenuar a gravidade de suas consequências.

Os seguintes factores foram considerados como factores contributivos:

1. A falta de marcas no solo na Plataforma Polivalente, que auxiliem as manobras de reboque;
2. A dificuldade de movimentar a barreira deflectora de sopro;

• Contributing factors. Are actions, omissions, events, conditions, or a combination thereof, which, directly contributed to this Incident and if eliminated or avoided, would have reduced the probability of this Incident occurring, or mitigated the severity of its consequences.

The following factors were considered as contributing factors:

1. The lack of marks on the ground in the Multipurpose Ramp, facilitating the towing maneuvers;
2. The difficulty of moving the jet blast deflector;

- |  |   |
|--|---|
| 3. Nenhuma organização clara da equipa de <i>pushback</i> ;                                      | 3. No clear pushback team organization;                                 |
| 4. Manobras <i>não-standard</i> de <i>pushback</i> sem mitigação de riscos claramente definidos; | 4. Nonstandard Push back maneuvers risk mitigation not clearly defined; |

#### 4. RECOMENDAÇÕES || RECOMMENDATIONS

As seguintes recomendações de segurança são endereçadas às companhias de *handling* Groundforce e PORTWAY, ao operador, TAG Linhas Aéreas de Angola e a todas Companhias Aéreas e à gestão dos aeródromos, ANA - Aeroportos de Portugal (ANA).

The following Safety Recommendations are addressed to the ground handling entities GROUNDFORCE and PORTWAY, the operator TAG Linhas Aéreas de Angola and all airlines and the aerodrome management, ANA – Aeroportos de Portugal (ANA).

##### RS N.º 14/2016 - À ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL

No Aeroporto de Lisboa (LPPT) não seja autorizada, na Plataforma Polivalente, a manobra com voltas de 180° de aeronaves da classe E. Estas aeronaves deverão ser somente parqueadas de nariz ou de cauda, tendo em conta o respectivo ACN.

(RF 01/INCID/2016)

##### SR N.º 14/2016 - To ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL

Lisbon Airport (LPPT) not to authorize, in the Multipurpose Ramp, maneuvers with 180° turns with class E aircraft. These aircraft should be only parked nose in or nose out, taking into account the respective ACN.

(RF 01/INCID/2016)

##### RS N.º 15/2016 - À ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL

Que os operadores do *Follow-Me* sejam portadores de rádios portáteis para poderem estar permanentemente em contacto com o ATC e com o Serviço de Operações Aeroportuárias, sempre que efetuarem movimentos de aeronaves nas áreas de manobra.

(RF 01/INCID/2016)

##### SR N.º 15/2016 - To ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL

To equip the Follow-Me operators to carry a portable radio so that they are permanently in contact with ATC and Airport Operations Service, whenever they perform aircraft movements in the areas of maneuver.

(RF 01/INCID/2016)

**RS N.º 16/2016 - À ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL**

Considerar a aquisição de um sistema de *de-icing*, adequado às condições de operação do Aeroporto de Lisboa (LPP), de modo a aumentar a segurança operacional das aeronaves, evitar manobras de reboque para outros *stands* ou plataformas e também diminuir o risco de perturbações operacionais.

(RF 01/INCID/2016)

**SR N.º 16/2016 - To ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL**

Consider the acquisition of a de-icing system, appropriate to the operating conditions of the Lisbon Airport (LPP), in order to increase the operational safety of the aircraft, to avoid towing manoeuvres to other stands or platforms and also to decrease the risk of operational disruptions.

(RF 01/INCID/2016)

**RS N.º 17/2016 - À TAAG LINHAS AÉREAS DE ANGOLA**

Não seja praticada a política de *TANKERING* (OM-A 8.1.7.5), para destinos sem facilidades de sistemas de *de-icing*, quando as previsões das condições meteorológicas no destino forem as seguintes:

-Temperatura de 10° C ou menos e humidade visível presente (nuvens ou nevoeiro com visibilidade de uma milha ou menos).

(RF 01/INCID/2016)

**SR N.º 17/2016 - To TAAG ANGOLA AIRLINES**

Not to practiced *TANKERING* policy (OM-A 8.1.7.5), to destinations without de-icing systems facilities, when the forecast weather conditions at the destination are the following:

-Temperature 10 ° C or below and humidity visible is present (clouds or fog with visibility of one mile or less).

(RF 01/INCID/2016)

**RS N.º 18/2016 - À ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL**

Que as instruções dadas pelo Serviço de Operações Aeroportuárias, relativas a manobras de reboque de aeronaves bem como o posicionamento das mesmas nas placas ou plataformas sejam transmitidas de forma clara e inequívoca aos operadores do *Follow-Me*.

(RF 01/INCID/2016)

**SR N.º 18/2016 - To ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL**

That the instructions given by the Airport Operations Service concerning aircraft towing maneuvers as well as the positioning of the same on the apron or platforms to be communicated clearly and unambiguously to the *Follow-Me* operators.

(RF 01/INCID/2016)

**RS N.º 19/2016 - À ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL, OPERADORES de HANDLING, EMPRESAS AÉREAS e ao APRON SAFETY COMITY**

Devem desenvolver conjuntamente um procedimento para *Non Standard Pushbacks* (NSP), que também deve abordar a formação e competência da assistência do pessoal de terra responsável pela realização das manobras de *pushback*.

- Este procedimento será aplicado utilizando o simulador de *pushback* como parte do processo de aprovação de tratorista.

(RF 01/INCID/2016)

**SR N.º 19/2016 - To ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL, GROUND HANDLING OPERATORS, AIRLINES COMPANIES and the APRON SAFETY COMITY**

Should jointly develop a prescriptive procedure for Non Standard Pushbacks (NSP), which should also address the training and competence of the ground handling personnel responsible for conducting push back maneuvering.

- This procedure shall be applied using the pushback simulator as part of the driver approvals procedure.

(RF 01/INCID/2016)

**RS N.º 20/2016 - À ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL e aos STAKEHOLDERS relevantes do lado ar em todos os Aeroportos da ANA**

Para rever todos os procedimentos implementados internamente sobre circulações de veículos e equipamentos no lado ar e procedimentos de SMS (Anexo 19 da ICAO) para garantir a identificação de perigo correta e processo de Avaliação de Risco se está a ser aplicado a todos os *pushbacks* de aeronaves.

(RF 01/INCID/2016)

**SR N.º 20/2016 - To ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL and relevant airside STAKEHOLDERS in all ANA Airports**

To review all the procedures implemented internally about circulations of vehicles and equipment in the airside and SMS procedures (Annex 19 ICAO) to ensure the correct Hazard Identification and Risk Assessment process is being applied to all aircraft pushbacks.

(RF 01/INCID/2016)

**RS N.º 21/2016 - À ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL, DEPARTAMENTO de SEGURANÇA do AEROPORTO e COMPANHIAS AÉREAS**

Atualizar e implementar em todos os aeroportos os seus respectivos Sistemas de Gestão de Segurança (SMS) para incluir a avaliação de risco do *pushback*, assistência em escala coordenação da tripulação e incluindo a mitigação de risco para *jet blast* nas operações do lado ar.

(RF 01/INCID/2016)

**SR N.º 21/2016 - To ANA AEROPORTOS DE PORTUGAL, AIRPORT SAFETY DEPARTMENT and AIRLINES COMPANIES**

In all airports to update and implement their respective Safety Management Systems (SMS) to include pushback risk assessment, ground handling crew coordination and include risk mitigation for jet blast at the airside operations.

(RF 01/INCID/2016)

**RS N.º 22/2016 AOS OPERADORES DE HANDLING (GROUNDFORCE / PORTWAY) E ÀS COMPANHIAS AÉREAS**

Para uniformizar (SOP) a operação de *pushback*, e incluir os seguintes requisitos:

- a) Composição da equipa de *pushback* de acordo como a *Standard Operating Unit (SOU)*.
- b) Desenvolver um SOP para um *briefing pré-pushback* com delimitação clara das responsabilidades da equipa e comunicação. Deve incluir e estabelecer a identificação do líder da equipa para o *pushback*.
- c) Realizar uma avaliação de risco dos *stands* de estacionamento onde as operações de *pushback não-standard* são um procedimento normal e estabelecer a exigência de um *wing walker*, se necessário.
- d) O *wing walker* e o tratorista devem estar em contacto rádio ou o *wing walker* deve estar equipado com um dispositivo de alarme sonoro para alertar o condutor do trator de um potencial conflito.
- e) Desenvolver procedimentos de *pushback standard* e *não-standard* para todos os *stands* de estacionamento. Incluir num SOP.

(RF 01/INCID/2016)

**SR N.º 22/2016 - To HANDLING OPERATORS (GROUNDFORCE / PORTWAY) and AIRLINE OPERATORS**

To standardize in their SOP's the pushback operations, to include the following requirements:

- a) Pushback team composition to be agreed as a Standard Operating Unit (SOU).
- b) Develop an SOP for a pre-pushback briefing with clear delineation of team responsibilities and communication. This shall include establishing the team leader identification for the pushback.
- c) Perform a risk assessment of parking stands where non-standard pushback operations are normal procedure and establish the requirement for a wing walker if required.
- d) The wing walker and tractor driver to be in radio communication or the wing walker is equipped with an aural warning device to alert the tractor driver of a potential conflict.
- e) Develop Standard and Non-standard pushback procedures for all parking stands. Include in an SOP.

(RF 01/INCID/2016)

Lisboa, 24 de março de 2016

**A Equipa de Investigação**

Carlos Lino

Hugo Alves

Lisbon, 2016, March 24<sup>th</sup>

**The Investigation Team**

Carlos Lino

Hugo Alves