



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

## AVIAÇÃO CIVIL

Monte Marvila, Ponte de Sor - PORTUGAL

10 de julho de 2018, 21:39 UTC

Perda de controle em voo com IMC

## CIVIL AVIATION

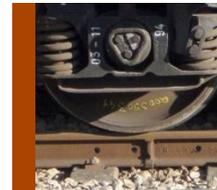
Monte Marvila, Ponte de Sor - PORTUGAL

2018, July 10<sup>th</sup>, 21:39 UTC

Loss of Control in flight with IMC

## CESSNA 152

EAA - L3 COMMERCIAL AVIATION / CS-DGU



RELATÓRIO FINAL DE  
INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA  
DE ACIDENTE

ACCIDENT  
SAFETY INVESTIGATION  
FINAL REPORT

[2018/ACCID/05]

**Publicação || Published by:**

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

**Endereço || Postal Address:**

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

**Telefones || Telephones:**

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

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

**Fax:** + 351 21 791 19 59

**E-mail:** [geral@gpiaaf.gov.pt](mailto:geral@gpiaaf.gov.pt)

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

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

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

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

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

**Controlo documental || Document control**

Informações sobre a publicação original    Original publication details	
<b>Título    Title</b>	Perda de controlo em voo com IMC    Loss of control in flight with IMC
<b>Tipo de Documento    Document title</b>	Relatório de investigação de segurança    Safety Investigation Report
<b>N.º do Documento    Document ID</b>	AC_2018/ACCID/05_RF
<b>Data de publicação    Publication date</b>	2019-04-24

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

## PREFÁCIO || FOREWORD

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

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

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

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

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

- Operador
- ANAC PT
- EASA
- NTSB
- CAA-Paquistão

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

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

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

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

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

- Operator
- ANAC PT
- EASA
- NTSB
- CAA-Pakistan

Foram recebidos comentários do Operador, os quais foram devidamente analisados e, quando aceites, integrados no texto do presente relatório final.

**NOTA IMPORTANTE:**

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

**Notas para o Leitor:**

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

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

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

GPIAAF received comments from the Operator, which were duly analysed and, if accepted, integrated into the text of this final report.

**IMPORTANT NOTE:**

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

**Notes to the Reader:**

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

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

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

## ÍNDICE || INDEX

1.	INFORMAÇÃO FACTUAL    FACTUAL INFORMATION .....	11
1.1.	História do voo    History of the flight .....	11
1.2.	Lesões    Injuries to persons .....	12
1.3.	Danos na aeronave    Damage to aircraft.....	13
1.4.	Outros danos    Other damage .....	14
1.5.	Pessoas envolvidas    Personnel information .....	14
1.5.1.	Tripulação técnica de voo    Flight crew .....	14
1.6.	Informação sobre a aeronave    Aircraft information .....	15
1.6.1.	Características Gerais da Aeronave    Aircraft Generic Characteristics.....	15
1.6.2.	Navegabilidade e Manutenção    Airworthiness and Maintenance .....	16
1.6.3.	Massa e Centragem    Mass and Balance .....	16
1.6.4.	Performance    Performance .....	18
1.7.	Informação meteorológica    Meteorological information .....	18
1.8.	Ajudas à navegação    Aids to navigation .....	19
1.9.	Comunicações    Communications .....	20
1.10.	Informação do aeródromo    Aerodrome information.....	21
1.11.	Gravadores de voo    Flight recorders .....	22
1.12.	Destroços e informação sobre os impactos    Wreckage and impact information	23
1.13.	Informação médica e patológica    Medical and pathological information .....	26
1.14.	Fogo    Fire .....	26
1.15.	Aspetos de sobrevivência    Survival aspects .....	26
1.16.	Ensaio e Pesquisas    Tests and Research .....	27
1.17.	Informação sobre organização e gestão    Organizational and management information .....	27
1.18.	Informação adicional    Additional information .....	29
1.18.1.	Sistemas de gestão da segurança e o uso de monitorização de dados de voo    Using flight data monitoring (FDM) as a tool within a safety management system (SMS) .....	29
1.19.	Técnicas de investigação úteis ou eficazes    Useful or effective investigation techniques.....	30
2.	ANÁLISE    ANALYSIS .....	31
2.1.	Análise meteorológica    Meteorological analysis.....	31

2.2.	Regras de voo visual noturno e a desorientação espacial    Visual night operation flight rules and the spatial disorientation.....	36
2.2.1.	Desorientação espacial    Spatial disorientation .....	37
2.2.2.	Plano de formação ATPL integrado    Integrated ATPL training Syllabus.....	40
2.3.	Aspetos de sobrevivência    Survival aspects .....	41
2.4.	SMS e monitorização de dados de voo    SMS and flight data monitoring .....	44
3.	CONCLUSÕES    CONCLUSIONS .....	47
3.1.	Constatações da investigação    Findings .....	47
3.2.	Causas/fatores contributivos    Causes/contributing factors.....	48
3.2.1.	Causas prováveis    Probable causes .....	48
3.2.2.	Fatores contributivos    Contributing factors .....	48
4.	Recomendações    Recommendations.....	49
4.1.	Curso integrado ATP    ATP integrated course .....	49
4.1.1.	Ações implementadas na ATO relativamente ao programa de voo noturno no curso integrado ATP    ATO implemented actions regarding night Flight program in the ATP integrated course.....	49
4.2.	Implementação local e progressiva de Sistema de monitorização e dados de voo    Local and progressive FDM implementation .....	51
4.3.	Incentivo ao relato e monitorização - PIREPs como boas práticas na ATO    ATO PIREPs best practice implementation and monitoring .....	52

## SINOPSE || SYNOPSIS

<b>PROCESSO GPIAAF    GPIAAF PROCESS ID</b> <b>2018/ACCID/05</b>		Classificação    Classification Acidente    Accident	
		Tipo de evento    Type of event LOC-I / UIMC <sup>1</sup> - Voo não intencional em condições de voo por instrumentos    LOC-I / UIMC <sup>1</sup> : Unintended flight in IMC	
<b>OCORRÊNCIA    OCCURRENCE</b>			
Data    Date 10-07-2018	Hora    Time 21:39 UTC	Local    Location Monte Marvila, Ponte de Sor, Portalegre, Portugal	Coordenadas    Coordinates 39°12'41.04"N 8°4'57.288"W
<b>AERONAVE    AIRCRAFT</b>			
Aeronave    Aircraft CESSNA 152		N.º de série    Serial Nr. 152-84811	Matrícula    Registration CS-DGU
Categoria    Category Avião asa fixa    Fixed wing airplane		Operador    Operator EAA / L3 commercial aviation	
<b>VOO    FLIGHT</b>			
Origem    Origin Ponte de Sor (LPSO)		Destino    Destination Ponte de Sor (LPSO)	
Tipo de voo    Type of flight Treino    Training		Tripulação    Crew 01	Passageiros    Passengers 00
Fase do voo    Phase of flight Aproximação    Approach		Condições de luminosidade    Lighting conditions Noturno    Nightly	
<b>CONSEQUÊNCIAS    CONSEQUENCES</b>			
Lesões    Injuries	Tripulação    Crew	Passageiros    Passengers	Outros    Other
Fatais    Fatal	1	0	0
Graves    Serious	0	0	0
Ligeiras    Minor	0	0	0
Nenhuma    None	0	0	0
Danos na aeronave    Aircraft damage Destruída    Destroyed		Outros danos    Other damage Nenhuns    None	

No dia 10 de julho de 2018, a aeronave Cessna 152 com um aluno piloto a bordo efetuou a solo três circuitos na pista 21 com "stop and go", conforme planeado e sem problemas reportados, tendo descolado para efetuar o quarto circuito.

O aluno reportou o vento de cauda direito para a pista 21 e de acordo com testemunhas que estavam na sala de controle de tráfego ATZ do aeródromo de Ponte de Sor, alguns segundos depois, a aeronave começou a perder altitude com uma atitude pronunciada, vindo a desaparecer por trás das árvores no horizonte.

On July 10<sup>th</sup>, 2018, the Cessna 152 aircraft with a student pilot on-board performed three circuits on runway 21 with "stop and go", as planned and without reported problems, and took off to perform the fourth circuit.

The student pilot reported the right downwind to runway 21 and according to witnesses in the ATZ control room, a few seconds later the aircraft began to lose altitude with a steep attitude, disappearing behind the trees on the horizon.

<sup>1</sup> Está definido como um acidente em que um piloto perdeu o controlo da aeronave num voo não intencional em Condições Meteorológicas de voo por Instrumentos (IMC) || This was defined as an accident where a pilot lost control of the aircraft in unintended flight in Instrument Meteorological Conditions (IMC).

Às 21:39<sup>2</sup> os meios de socorros foram acionados, e iniciada uma busca intensa nas imediações a oeste do aeródromo.

De acordo com o relatório do serviço de controlo do mesmo aeródromo, a aeronave foi localizada a sul do Monte de Marvila às 00:02, totalmente destruída. O aluno piloto faleceu no momento do acidente.

At 21:39<sup>2</sup> the emergency services were activated, and an intense search began west side of the airfield.

As per air traffic service report, the aircraft was found completely destroyed south of Monte de Marvila at 00:02. The student pilot immediately perished due to the injuries extent.

### **Tipo de ocorrência | | Occurrence type**

UIMC - Voo não intencional em condições meteorológicas de voo por instrumentos.

LOC-I – Perda de controlo de voo

UIMC: Unintended flight in IMC

LOC-I – Loss of control inflight

---

<sup>2</sup> Todas as horas indicadas no presente documento são referentes a horas UTC || The reference time mentioned on this report are UTC.

**GLOSSÁRIO || GLOSSARY**

AAIB	Agência de Investigação de Acidentes Aéreos (Reino Unido)    Air Accidents Investigation Branch (UK)
AITA	Agente de informação de tráfego de aeródromo    Aerodrome traffic information agent
AMSL	Acima do nível médio das águas do mar    Above mean sea level
ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil    National Civil Aviation Authority
ARP	Ponto de referência do aeródromo    Aerodrome reference point
ATP	Piloto de transporte de linha aérea    Airline Transport Pilot
ATZ	Zona de tráfego de aeródromo    Aerodrome traffic zone
ATPL(A)	Licença de piloto de linha aérea (Avião)    Airline transport pilot license (Aircraft)
ATO	Organização de formação de voo    Approved Training Organisation
CIA	Circular de Informação Aeronáutica (nacional)    Aeronautical Information Circular (National)
EASA	Agência Europeia para a Segurança da Aviação    European Aviation Safety Agency
ELT	Emissor de Localização de Emergência    Emergency Location Transmitter
FAA	Administração Federal de Aviação EUA    Federal Aviation Administration EUA
FDM	Monitorização de dados de voo    Flight data monitoring
FH	Horas de voo    Flight hours
ft	Pé ou Pés (unidade de medida)    Feet (dimensional unit)
GPIAAF	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
hPa	Hectopascal
HR / RH	Húmidade relativa    Relative humidity
ICAO	International Civil Aviation Organization
IMC	Condições meteorológicas de voo por instrumentos    Instrument Meteorological Conditions
ISA	Atmosfera Padrão Internacional    International Standard Atmosphere
kt	Nó (= 1 milha náutica/hora = 1,852 km/h)    Knot (= 1 NM/hour = 1,852 km/h)
Mhz	Megahertz
MTOM	Massa máxima à decolagem    Maximum takeoff mass
NM	Milhas náuticas    Nautical miles
NTSB	Departamento Nacional da Segurança dos Transportes    National Transportation Safety Board

QNH	Código dos Qs, indicando a pressão atmosférica ajustada ao nível médio das águas do mar    Q code indicating the atmospheric pressure adjusted to mean sea level
PAPI	Indicador de trajetória de aproximação de precisão    Precision approach path indicator
P/N	Número identificação do componente    Part Number
RPM	Rotações por minuto    Revolutions per minute
SIA	Gabinete de Investigação de Segurança    Safety Investigation Agency
SMS	Sistema de Gestão de Segurança Operacional    Safety Management System
S/N	Número de série do componente    Part Serial Number
TMA	Área de controlo terminal    Terminal control area
TSN	Tempo desde fabrico    Time Since New
TSO	Período de tempo desde grande inspeção    Time Since Overhaul
UTC	Tempo Universal Coordenado    Universal Time Coordinated
VDL	O piloto deverá usar lentes corretivas e ter consigo um par de óculos de reserva    The pilot shall wear corrective lenses and carry a spare set of spectacles
VFR	Regras de voo visuais    Visual flight rules
VMC	Condições meteorológicas visuais    Visual meteorological conditions

### Tabela de conversão de unidades || Unit Conversion Table

1 NM	1,852 m
1 Ft	0,3048 m
1 Kt	1,852 km/h (0,514m/s)
1 Fps	0,304 m/s
1 G	9,8 m/s <sup>2</sup>
1 Lb	0,4536 kg
1 In	2,54 cm
1 InHG	3,386 Pa = 345,3 kgf/m <sup>2</sup>
1 Psi	0,07031 kgf/cm <sup>2</sup> (1 ksi=1,000 psi)

## 1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

### 1.1. História do voo || History of the flight

No dia 10 de julho de 2018 pelas 20:10 UTC, a tripulação de uma aeronave Cessna 152, indicativo EAD 631A, com um aluno piloto e o seu instrutor, iniciaram um programa de treino de voo noturno em condições visuais no aeródromo de Ponte de Sor – LPSO.

Após ter efetuado 5 circuitos com o instrutor, onde praticou aproximações e aterragens com diferentes configurações da aeronave e em diferentes cenários previstos no programa de formação, o aluno piloto foi considerado apto pelo instrutor para efetuar o voo solo noturno, conforme previsto no plano de formação para o dia.

As condições meteorológicas apresentavam céu limpo, temperatura 19°C, com visibilidade horizontal superior a 10 km e vento 280/07. Nesse período de voo noturno, estavam no circuito de LPSO outras 3 aeronaves, também em atividades de formação.

De acordo com o piloto instrutor, a aeronave estava a operar em condições normais e sem limitações, tendo debatido com o aluno toda a operação planeada para o voo solo desse dia.

O aluno piloto já a solo, depois de realizar testes de motor, rolou para a posição de espera da pista 21. Nesse momento o piloto instrutor dirigiu-se para a sala de controle, para o devido acompanhamento do aluno a bordo da aeronave.

O aluno piloto efetuou a solo três circuitos na pista 21 com *“stop and go”*, conforme planeado e sem problemas reportados, tendo descolado para efetuar o quarto circuito.

O aluno reportou vento de cauda direito para a pista 21 e, de acordo com testemunhas que estavam na sala de controle, alguns segundos depois a aeronave começou a perder altitude com uma atitude pronunciada, vindo a desaparecer por trás das árvores no horizonte.

On July 10th, 2018, about 8:10 p.m., the crew of a Cessna 152 aircraft, call sign EAD 631A, with a student pilot and his instructor began a night-time training program under visual conditions at the Ponte de Sor - LPSO aerodrome.

After having performed 5 circuits with the instructor, where he practiced approaches and landings with different aircraft configurations and in different scenarios as per training syllabus, the student pilot was considered ready by his instructor to perform the night solo flight as previously planned.

The meteorological conditions presented clear sky, temperature 19°C, visibility of 10 km or more and having wind 280/07. At that time, another 3 aircraft were also in-flight training activities in LPSO circuit.

As per the instructor pilot statement, the aircraft was operating under normal and unrestricted conditions, having discussed with the student the whole operation planned for that night solo flight lesson.

The solo student pilot, after performing the engine runs, rolled to the holding position of runway 21. Instructor pilot walked to the control room, for proper follow-up of student pilot on board of the aircraft.

The student pilot performed three circuits on runway 21 with "stop and go", as planned and without reported problems and took off to perform the fourth circuit.

The student pilot reported the right downwind to runway 21 and according to witnesses in the control room, few seconds later, the aircraft began to lose altitude with a steep attitude, disappearing behind the trees on the horizon.



**Figura 1 || Figure 1**  
Posição final da aeronave || Aircraft final position

Às 21:39 os meios de socorros foram acionados, e iniciada uma busca intensa nas imediações a oeste do aeródromo.

Às 00:02 de acordo com o reporte da sala de controle, a aeronave foi localizada a sul do Monte de Marvila, totalmente destruída. O aluno piloto não resistiu aos ferimentos e faleceu no local.

O GPIAAF foi notificado pouco depois da ocorrência, tendo feito o acompanhamento da situação e deslocado para o local uma equipa de investigação de aviação civil na manhã seguinte.

At 21:39 the emergency services were activated, and an intense search began west side of the airfield.

At 00:02 according to the control room report, the aircraft was found destroyed south of Monte de Marvila. The student pilot died on site due to the extent of injuries.

GPIAAF was notified shortly after the occurrence, making a remote follow up of the occurrence and an investigation team travelled to the accident site on the following morning.

## 1.2. Lesões || Injuries to persons

Lesões    Injuries	Tripulantes    Crew	Passageiros    Passengers	Outros    Others
Mortais    Fatal	1	0	0
Graves    Serious	0	0	0
Ligeiras    Minor	0	0	0
Nenhumas    None	0	0	0
TOTAL	1	0	0

### 1.3. Danos na aeronave || Damage to aircraft

A aeronave ficou totalmente destruída devido à colisão com o solo, sendo classificado como “destruída”, pela violência do impacto.

A figura 2 representa o estado da aeronave já depois da intervenção das equipas de busca e salvamento, onde a secção da cauda mostrada à direita foi separada durante as operações de desencarceramento da vítima.

The aircraft was completely damaged during the impact and classified as "destroyed" as result of the impact violence.

Figure 2 represents the aircraft condition after the search and rescue teams intervened, where the tail section, shown on the right, was separated during the victim's rescue operations.



**Figura 2 | Figure 2**  
Estado geral da aeronave || Aircraft general condition

Os destroços da aeronave ficaram concentrados no local de impacto devido ao elevado ângulo de impacto com o solo, estimado como sendo superior a 70° com a horizontal.

A hélice, motor e berço ficaram subterrados no solo macio, onde as pás da hélice evidenciavam marcas e torção típicas de um embate com o motor a gerar potência.

The aircraft wreckage was concentrated at the impact site due to the high ground impact angle, estimated to be greater than 70 ° with the horizontal.

The propeller, engine and engine mount were found buried on soft ground, where the propeller blades evidenced scars and twist, typical of a collision with the engine producing power.



**Figura 3 || Figure 3**  
Motor e hélice || Engine and propeller

#### 1.4. Outros danos || Other damage

Pequena contaminação do solo com óleo e combustível.

Slight contamination of the soil with oil and fuel.

#### 1.5. Pessoas envolvidas || Personnel information

##### 1.5.1. Tripulação técnica de voo || Flight crew

O aluno piloto, do sexo masculino, 21 anos de idade, nacionalidade paquistanesa, era titular de uma autorização de aluno ATPL(A) emitida em 08/02/2018 e válida até 23/01/2020.

The student pilot, male, 21 years old, Pakistani nationality, was holder of a student authorization ATPL (A) issued on 08/02/2018, valid until 23/01/2020.

Oriundo da Emirates Aviation University nos Emirados Árabes Unidos, efetuou o seu primeiro voo a 17/11/2017 no curso ATP (A) 01/17, através de um protocolo estabelecido com a EAA.

From Emirates Aviation University in the United Arab Emirates, he made his first flight on 17/11/2017 on the ATP (A) 01/17 class, under the EAA established protocol.

O aluno piloto foi submetido a exames médicos aeronáuticos em 27/09/2017, obtendo assim a necessária licença médica classe 1, válida até 29/09/2018.

The student pilot was submitted to aeronautical medical examinations on 27/09/2017, obtained the required class 1 medical licence, valid until 29/09/2018.

	PILOTO    PILOT
<b>DETALHES PESSOAIS    PERSONAL DETAILS</b>	
Nacionalidade    Nationality:	Paquistanesa    Pakistani
Idade    Age:	21
<b>LICENÇA DE TRIPULANTE TÉCNICO    FLIGHT CREW LICENCE</b>	
Tipo    Type:	Autorização de aluno ATPL(A)    Student authorization ATPL (A)
Data de Emissão Inicial    Date of Initial Issue:	2018-02-08
Entidade Emissora    Issuing Authority:	ANAC
Data do Último Exame Médico    Last Medical Exam Date:	2017-09-27
Limitações    Limitations:	VDL

O aluno piloto tinha voado 82:45 horas até ao momento do acidente, cumprindo com o sílabos ATP planeado e aprovado.

The student pilot had flown 82:45 hours until the time of the accident and following the ATP training syllabus for the approved training.

Na última semana voou 04:45 horas.

He flew 04:45 hours during last week.

**1.6. Informação sobre a aeronave || Aircraft information**

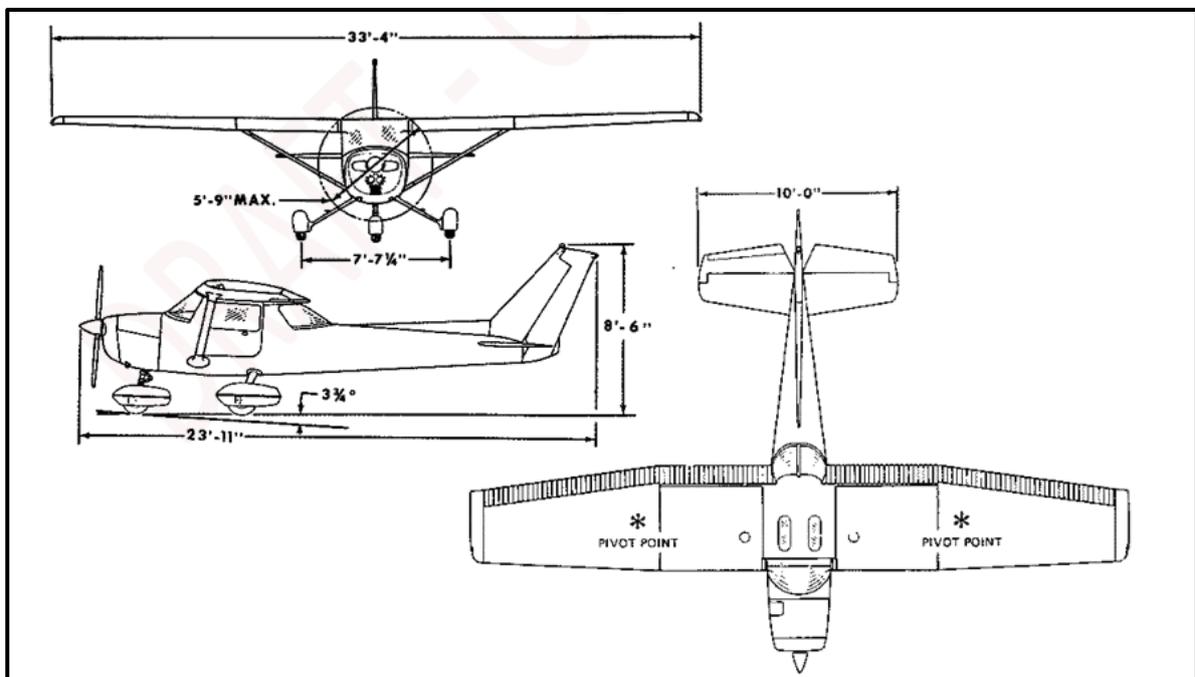
**1.6.1. Características Gerais da Aeronave || Aircraft Generic Characteristics**

A aeronave monomotor, fabricada pela Cessna Aircraft Company, atualmente Textron Aviation, de modelo 152, é uma aeronave terrestre, monoplano de asa alta, trem de triciclo fixo, com capacidade para 2 pessoas com assentos lado a lado. Tem uma massa máxima à decolagem (MTOM) aprovada de 757 kg, motor alternativo de 110 hp às 2450 RPM ao nível do mar, equipado com uma hélice metálica de duas pás de passo fixo.

The single engine airplane, manufactured by Cessna Aircraft Company, now Textron Aviation, model 152, a land, high wing monoplane, fixed landing gear, with 2 side by side seats, having a Maximum Take-Off Mass (MOM) of 757 kg, piston engine with 110 hp at 2450 RPM at sea level, fixed pitch two blade metallic propeller.

O Cessna 152 é um pequeno avião que tem demonstrado ao longo dos anos ser uma aeronave confiável e adequada para as sessões de formação e treino de pilotos.

The Cessna 152 is a small airplane that has proven over the years to be a reliable airplane suitable for pilot training sessions.



**Figura 4 || Figure 4**  
Três vistas do Cessna 152 || Cessna 152 three views

Referência    Reference	Aeronave    Airframe	Motor    Engine	Hélice    Propeller
Fabricante    Manufacture	<i>Cessna Aircraft Company</i>	<i>Lycoming</i>	<i>Sensenich</i>
Tipo/Modelo    Type/Model	152	O-235-L2C	72CK56-0-54
N.º de Série    Serial Nr	152-84811	L-12946-15	K 9248
Ano de construção    Year of construction	1981	Overhaul 01/12/2014	Overhaul 02/01/2018
Tempo desde Novo    T S N	15874:20	5953:12	UNK
Tempo desde Revisão    T S O	NA	492:50	348:55
Data da última Inspeção    Last Insp. Date	09/07/2018	09/07/2018	09/07/2018

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

A aeronave foi mantida de acordo com as recomendações do fabricante e traduzidas no programa de manutenção aprovado para a aeronave.

Esta manutenção estava a cargo da empresa Gair Maintenance (PT.145.036) pertencente ao mesmo grupo empresarial da L3, Commercial Aviation.

A última inspeção de 100 horas foi realizada no dia anterior, a 09/07/2018, tendo à data 15.871:05 horas totais de célula. A aeronave efetuou 3 missões no dia do acidente, sem defeitos ou anomalias relatadas.

Os trabalhos de manutenção programada consistiram na realização do protocolo de inspeção de 100 horas e cumpridas 6 diretivas técnicas.

O avião foi libertado para voo sem qualquer tipo de problema, anomalia ou limitação à sua operação.

The airplane maintenance was performed in accordance with the manufacturer's recommendations, that was the basis for the approved aircraft maintenance plan.

Gair Maintenance (PT.145.036), sister company on the L3 Commercial Aviation corporate group, was the company responsible for all maintenance activities.

The last 100-hour inspection was performed on the day before, on 09/07/2018, having on that date 15.871:05 airframe total hours. The aircraft was assigned with 3 missions on the day of the accident and no defects or snags were reported.

The carried-out schedule works consisted of 100 hours inspection protocol and 6 additional technical directives.

The aircraft was released to service without problem, snags or operational limitations.

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

Os regulamentos da aviação civil exigem que qualquer aeronave seja operada dentro dos limites de massa e centragem admissíveis. Não é, no entanto, requisito para a aviação geral documentar os cálculos de massa e centragem em cada voo.

Seguindo uma política de boas práticas a escola de aviação (EAA) L3-Commercial aviation, tem como procedimento obrigatório a apresentação dos cálculos de massa e centragem para todos os voos.

Nas tabelas abaixo evidenciam-se os cálculos de massa e centragem para o voo do acidente. Foram usadas as massas de 70 kg para cada

The civil aviation regulations require that all aircraft must be operated within the permissible limits of mass and balance. However, for general aviation, the requirement to document the mass and balance calculations for each flight is not imposed.

Following the industry best practices, the ATO (EAA) L3-Commercial aviation, requires, as a mandatory procedure, that the pilot perform and present the mass and balance calculations for every flight.

The tables below specify the mass and balance calculations for the accident flight. The mass of 70 kg was used for each crew member. The mass

tripulante. Os valores de massa e centragem situavam-se dentro do envelope de operação do avião.

and centering values were within the envelope of the airplane.

SAMPLE LOADING PROBLEM	SAMPLE AIRPLANE		YOUR AIRPLANE	
	Mass (lbs)	Moment/1000	Mass (lbs)	Moment/1000
1. Basic Empty Mass (use airplane data as presently equipped.)	1172	36.1	1209	37.9
2. Usable Fuel (At 6lbs. / Gal)	147	6.2	147	6.2
Standard Tanks (24.5 Gal. Maximum)			/	/
Long Range Tanks (37.5 Gal. Maximum)			/	/
Reduced Fuel (As limited by max. weight)			/	/
3. Pilot and Passenger	340	13.3	308	12.05
4. Baggage - Area 1 (Station 50 to 76, 120 Lbs. Max.)	16	1.0	/	/
5. Baggage - Area 2 (Station 76 to 94, 40 Lbs. Max.)			/	/
6. RAMP MASS AND MOMENT	1675	56.6	1664	56.15
7. Fuel allowance for engine start, taxi and run-up	5	0.2	5	0.2
8. TAKEOFF MASS AND MOMENT (7 - 6) (< than A.)	1670	56.4	1659	55.95

CROSSCHECKS		
REFUEL	/	Lts
FUEL ON BOARD	43	Lts
OIL	0	Qts
FIRE EXTING.	/	
FIRST AID KIT	/	
DOCUMENTS CHECKED	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes
HRS TO MAINTENANCE		Hrs
MALFUNCTIONS CHECKED	<input type="checkbox"/>	Yes
ENDURANCE	4:00	Hrs
SUNSET	20:00	UTC

MASS AND BALANCE STRUCTURAL LIMITATIONS		
	MAX (POH)	ACTUAL
A. TAKE-OFF MASS (TOM 8)	MTOM 1670	1659
B. LDG MASS (LM) (TOM (8) - Trip Fuel)	MLM 1670	1659 - 80 = 1579
C. ZERO FUEL MASS (ZFM) (1 + 3 + 4 + 5)	MZM /	1517

EAA.SOP.02.032 16JUL17

No momento do acidente, a aeronave estava a voar à 01:45 horas, e teria consumido cerca de 42 litros de combustível. Apenas com um só tripulante a bordo, considera-se que a aeronave estava abaixo da massa máxima permitida e dentro dos limites do centro de gravidade.

At the moment of the accident, the aircraft was flying for 01:45 hours, and would have burned about 42 liters of fuel. Having only one crew member on board, it is considered that the mass of the aircraft was below the maximum allowed and within the center of gravity limits.

O último abastecimento de Avgas foi realizado às 19:15 UTC, ou seja, antes do voo. O abastecimento foi realizado com 48 litros, tendo ficado com asas cheias e verificada a quantidade visualmente.

The last Avgas refueling was performed at 19:15 UTC, just before the flight. The Cessna 152 was refueled with 48 liters, having been topped on both wings and visually quantity checked.

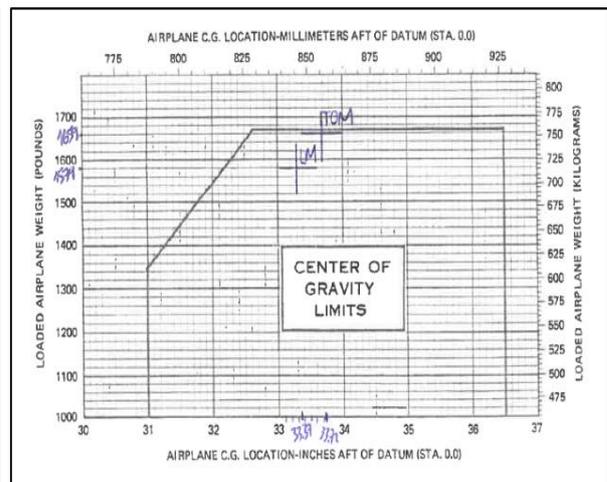
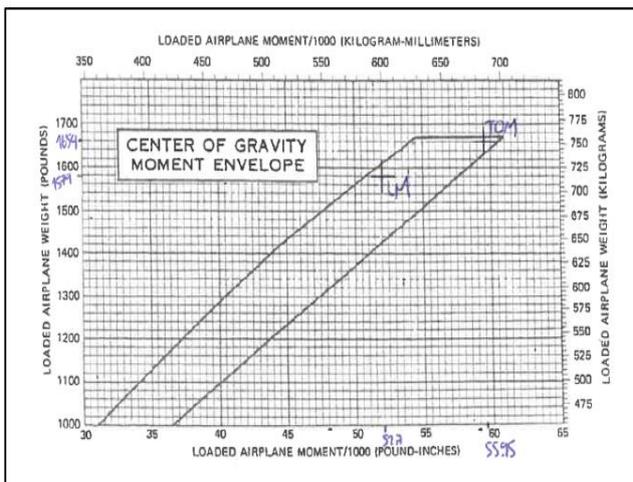


Figura 5 || Figure 5  
 Massa e centragem || Mass and balance

#### 1.6.4. Performance || Performance

A altitude do aeródromo LPSO é de 390 pés, sendo os circuitos de pista normalmente efetuados a 1400 pés.

Embora o dia do acidente se tivesse caracterizado por um dia quente com 25°C (aproximadamente ISA+10°C), à hora do acidente a temperatura era de 19 °C (ISA+4°C).

Conjugando os fatores de performance de massa efetiva da aeronave abordados em 1.6.3., altitude e temperatura do campo, verifica-se que a aeronave estava dentro dos parâmetros de performance aprovados para realizar a missão e manobras previstas no planeamento de treino (circuitos noturnos) com margem de segurança.

The LPSO elevation field is 390 feet and usually the traffic pattern is performed at 1400 feet.

Although the accident day was a hot day 25 °C (approximately ISA+10°C), at the time of the accident the temperature was 19 °C (ISA+4 °C).

Combining the aircraft performance factors as, actual aircraft mass addressed in 1.6.3., altitude and temperature of the field, it is verified that the aircraft was within the approved performance parameters and with safety margin to carry out the mission with the expected maneuvers in the training (night circuits).

#### 1.7. Informação meteorológica || Meteorological information

As condições meteorológicas locais caracterizavam-se por uma visibilidade superior a 10 km, com céu limpo. O vento registado era do quadrante oeste com intensidades a rondar os 07 nós, a temperatura de 19,3 °C para um ponto de orvalho de 17,1 °C e a pressão local de 1017 hPa.

RWY21; 21:37:00; Wind 260/07; Temperature:19,3°C; Dewpoint:17,1 °C; HR:87%; QNH 1017.5

O aeródromo de Ponte Sor não dispõe de um sistema de informação de previsão meteorológica aeronáutica (METAR), recorrendo a escola às fontes alternativas de informação através de sítios da internet e observação local.

De acordo com o depoimento de 2 pilotos que estiveram a voar na mesma área do aeródromo de Ponte de Sor nessa mesma noite e enquanto efetuavam circuitos de pista, imediatamente antes do acidente, estes reportaram terem entrado numa formação nebulosa (nevoeiros baixos) na volta para o vento de cauda, perdendo inclusive momentaneamente o contacto visual com a pista.

Um dos pilotos recorda-se ter subitamente perdido contacto com a pista, quando voltava para o vento de cauda da pista 21 a 1400 pés de altitude.

The local weather conditions were visibility greater than 10 km and clear sky. The recorded wind was from west sector with around 7 knots intensity, the air temperature was 19,3° C for a dew point of 17,1° C and the local pressure was 1017 hPa.

Fonte: Estação meteo LPSO ||Source: LPSO weather station

The Ponte Sor aerodrome does not have an aeronautical weather forecast information system (METAR), leading the ATO to use alternative information sources through websites and local observation.

According to the testimony of two pilots who were flying on the same area at Ponte de Sor airfield traffic pattern that night, just before the accident, on the turn to the downwind, they reported to enter in a nebula formation (mist) and they shortly lost the visual contact with the runway.

One of the pilots recalls that on the turn to the runway 21 downwind at 1400 feet of altitude, suddenly lost contact with the runway.

O outro piloto reportou que as condições meteorológicas começaram a degradar-se em termos de visibilidade, mas que em sua opinião, estavam dentro dos limites para a operação no circuito do aeródromo de LPSO.

The other pilot reported that weather conditions began to degrade in terms of visibility but were, in his opinion, within limits for the operation in LPSO airfield.

A noite estava escura com reduzida iluminação natural. Segundo os dados da mooncalc.org a lua esteve apenas visível ou acima do horizonte na zona e durante o dia do acidente entre as 3:54 e as 17:10, contribuindo para uma luz natural muito fraca.

The night was dark with poor natural light. According to mooncalc.org data, the moon was only visible or above horizon in the area during the day of the accident, between 3:54 and 17:10, contributing to a very weak natural light.



Imagem || Image: Google, NAV, GPIAAF

Figura 6 || Figure 6

Posição estimada da formação nublosa pelos relatos da tripulação C172 || Mist formation estimated position as per C172 crew report

A imagem acima pretende ilustrar a trajetória do voo da aeronave C172 precedente ao voo do acidente, e confirmando com os registos dos pontos radar a trajetória assumida pelo piloto instrutor ao evitar a formação nublosa reportada.

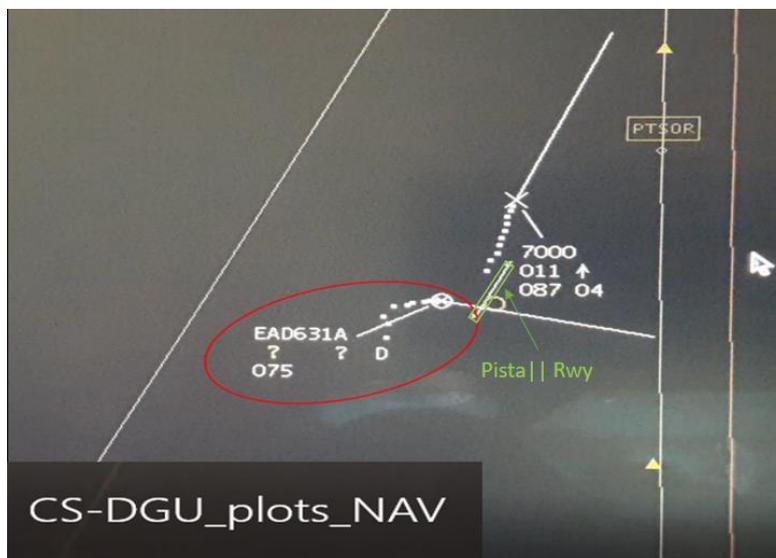
The above image is intended to illustrate the flight trajectory of the C172 aircraft preceding the accident flight and confirmed with the radar plot the trajectory assumed by the instructor pilot by avoiding the reported cloud formation.

### 1.8. Ajudas à navegação || Aids to navigation

Não foram utilizadas ajudas à navegação, pois a finalidade do voo de treino era a realização de um voo em ambiente noturno com referências visuais (VFR).

No navigation aids were used due to the purpose of the training flight intended to conduct a nightly flight using visual references (VFR).

Dentro das limitações tecnológicas existentes, o radar de Lisboa manteve contacto com as aeronaves que estavam no circuito de LPSO. Na imagem do *plot* radar abaixo pode ver-se a posição relativa do voo EAD631A, momentos antes do contacto ter sido perdido.



**Figura 7 || Figure 7**  
Plot radar do voo EAD631A || Radar plot of flight EAD631A

## 1.9. Comunicações || Communications

O avião estava equipado com comunicações bilaterais VHF e transponder. O aluno piloto comunicou normalmente com o AITA da torre de Ponte de Sor durante todas as fases de voo.

As comunicações, no seu momento temporal e conteúdo, são coerentes com os dados registados pelo radar (figura acima), bem como com o circuito standard da pista 21 de LPSO, em uso no momento do acidente (figura abaixo).

O aluno piloto não realizou qualquer chamada de emergência ou reporte de anomalias, falhas ou situações que pudessem estar a ameaçar as condições de segurança do voo.

As comunicações rádio na frequência 119.80 MHz, entre o piloto e o AITA de serviço na torre de Ponte de Sor foram gravadas, de onde se extraem os seguintes excertos considerados relevantes para o contexto da investigação.

21:36 (...)

**CSDGU** – Aeroescola 631A vento de cauda direito Pista 21 para tocar/parar e andar.

With the existing limited technology, the Lisbon radar maintained contact with the aircraft that were in the LPSO circuit. In the radar plot image below, it can be seen the position of flight EAD631A, just moments before the contact was lost.

The aircraft was equipped with two-way VHF communications and transponder. The student pilot communicated normally with the AITA from Ponte de Sor tower during all phases of flight.

The communications, timing and content are consistent with the radar data recorded (figure above), as well as with the standard LPSO runway 21 circuit, in use at the time of the accident (figure below).

The student pilot did not make any emergency call or report about anomalies, faults or situations that could be threatening the flight.

119.80 MHz LPSO radio communications, between the pilot and the AITA on-duty were recorded. Only the following extracts were relevant for the investigation.

21:36 (...)

**CSDGU** – Aeroescola 631A right downwind RW 21 for stop and go.

AITA – Aeroescola 631A reporte final número dois, numero um na final do vento de cauda.

CSDGU – Reportar final número dois, tráfego número um final do vento de cauda.

21:37 (...)

AITA – Aeroescola 631A, Ponte Sor... EAD 631A, Ponte Sor ...

(Várias tentativas de contacto sem resposta).

AITA – Aeroescola 631A report final number two, number one late down wind.

CSDGU – Report final number two, traffic number one on late final.

21:37 (...)

AITA – Aeroescola 631A, Ponte Sor... Aeroescola 631A, Ponte Sor ...

(Several unsuccessful contact attempts).

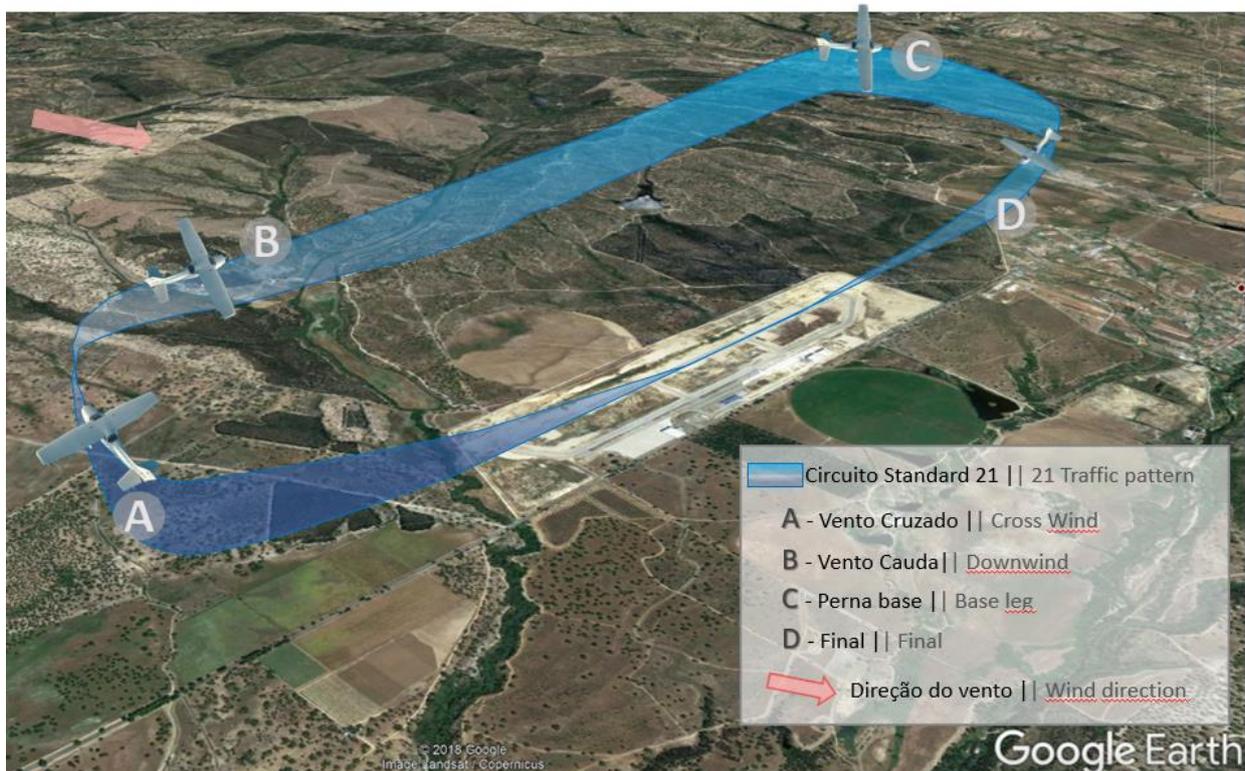


Figura 8 || Figure 8  
Circuito direito Pista 21 || Right circuit Rwy 21

**1.10. Informação do aeródromo || Aerodrome information**

A aeronave descolou do Aeródromo Municipal de Ponte de Sor para um voo noturno local. As pistas estão orientadas nas direções 03/21. A pista que estava em uso era a pista 21.

O aeródromo dispõe de um sistema de iluminação e está certificado para a operação de aeronaves em voo visual noturno. Ambas as pistas são servidas com um sistema de aproximação de precisão tipo PAPI.

A área envolvente ao aeródromo é arborizada caracterizando o solo por cores “escuras”. As referências visuais noturnas externas ao

The plane took off from Ponte de Sor Municipal Airfield to a local night training flight. The runways are oriented on 03/21, and the runway in use was 21.

The airfield has a lighting system and it was approved for night VFR flights. Both runways are provided with precision approaching system PAPI.

The area around the aerodrome is wooded characterizing the soil by "dark" colors. The night visual references external to the aerodrome are

aeródromo são escassas, apenas a norte é possível localizar as duas povoações locais através da iluminação pública. Para Sul e sobretudo para Oeste, a paisagem noturna com ponto de observação a cerca de 1000 pés caracteriza-se por uma escuridão quase total.

scarce; only to the north is possible to locate the two local villages through the public road illumination. For South, and especially to West, the night landscape with an observation point at about 1000 feet, is characterized by almost total darkness.



Imagem || image: L3, Commercial Aviation

**Figura 9 || Figure 9**  
Aeródromo de Ponte de Sor à noite (vista sul) || Ponte de Sor aerodrome at night (south view)

### 1.11. Gravadores de voo || Flight recorders

A aeronave não estava equipada com registadores de voo, por não ser obrigatório pela atual legislação.

Da aeronave foram recolhidos o telemóvel e o iPad do piloto instrutor que permaneceu a bordo, sendo o iPad enviado para o laboratório do AAIB para recolha de informação em relação à trajetória da aeronave. Devido aos extensos

The airplane was not equipped with flight recorders, as it is not mandatory by current regulation.

From the wreckage was collected the pilot's cell phone and the instructor iPad left on-board, the latter sent to the AAIB laboratory to gather information regarding the aircraft's path. Due to extensive damage in both devices, it was not possible to obtain any information.

danos nos dispositivos não foi possível retirar qualquer informação.

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

O avião despenhou-se a 2 km (1,08 NM) a oeste da cabeceira da pista 03 de LPSO num terreno arbóreo constituído por sobreiros e pequenos pinheiros.

The plane crashed 1,08 NM (2 km) west of the threshold of runway 03 of LPSO in an arboreal area constituted by cork trees and small pine trees.



**Figura 10 || Figure 10**  
Destroços da aeronave || Aircraft wreckage

Os destroços foram examinados no local do acidente pela equipa de investigação do GPIAAF.

Estes encontravam-se completos e concentrados, com exceção do ELT e material de menor densidade, onde foi possível identificar todas as superfícies de controlo da aeronave que não evidenciaram anomalias no pré-evento.

As marcas no solo e os danos na aeronave são consistentes com uma colisão com o terreno a

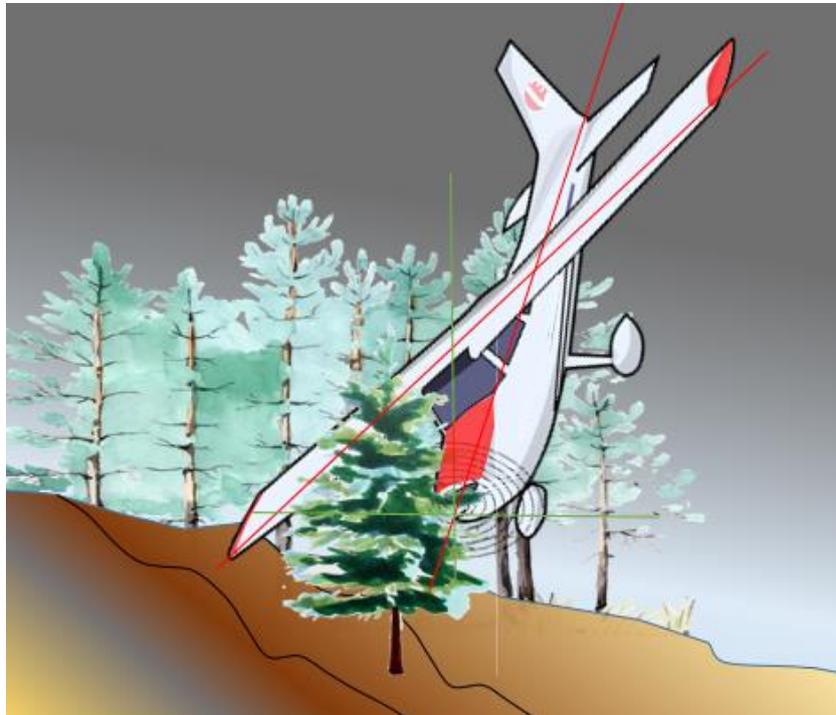
The wreckage was examined at the crash site by the GPIAAF investigation team.

They were found complete and concentrated, except the ELT and small density parts, from where it was possible to identify all aircraft control surfaces, which did not show evidence of anomalies in the pre-crash.

The markings on the ground and the damage to the aircraft are consistent with a ground collision

uma velocidade horizontal baixa ou praticamente nula, numa atitude muito pronunciada de nariz em baixo de cerca de 70°, com um pranchamento reduzido.

at a low or null horizontal speed, in a very sharp nose-down attitude of about 70°, and a reduced banking.



**Figura 11 || Figure 11**  
Ângulo de impacto estimado || Estimated impact angle

As pás da hélice cortaram o tronco de uma pequena árvore conforme ilustrado na figura abaixo. Ainda pelos indícios de torção das pás, foi possível concluir que o motor estava a debitar potência no momento do impacto.

The propeller blades cut a small tree as shown on the picture bellow. Also for the signs of propeller blades twisting, it was possible to determine that the engine was producing power at the moment of impact.



**Figura 12 || Figure 12**

Condição da hélice após a sua remoção do solo e árvore cortada por esta || Propeller condition after dig up and tree cut by it

As asas foram encontradas completamente abertas e danificadas, com evidência de dissipação de energia do bordo de ataque para o bordo de fuga. Os tanques de combustível ficaram totalmente expostos, derramando todo o combustível a bordo, sem no entanto, ter havido ignição. O cockpit ficou compactado entre a secção do motor e toda a fuselagem traseira, que devido às forças inerciais envolvidas, se deformou completamente permitindo que as empenagens verticais e horizontais se juntassem à cabine.

The wings were found completely open and damaged, with evidence of energy dissipation from the leading edge to the trailing edge. The fuel tanks were fully exposed, spilling all the fuel on board, however without ignition. The cockpit was compacted between the engine section and the entire rear fuselage which, due to the inertial involved forces, completely deformed allowing the vertical and horizontal tail plane to join the cockpit.



**Figura 13 || Figure 13**

Posição dos destroços da aeronave após intervenção SAR || Aircraft wreckage position after SAR operation

Conforme anteriormente referido, não existia qualquer registo de anomalia na aeronave, incluindo o sistema de aviso de perda aerodinâmica. Ainda relativamente a este mesmo sistema, foi possível confirmar com uma testemunha que estava próximo da aeronave durante a preparação para o voo, que reportou ter ouvido o som do dispositivo quando o aluno piloto testou o sistema.

As previously noted, there was no record of anomaly in the aircraft, including the stall warning system. For this same system, it was possible to confirm with a witness that was near the aircraft during the preparation for the flight that reported to have heard the sound of the device when the student pilot tested the system.

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

As informações médicas recolhidas do relatório do Instituto Nacional de Medicina Legal e Ciências Forenses, I. P. sobre o aluno piloto não apresentaram fatores fisiológicos que possam ter contribuído para as circunstâncias do acidente.

Da autópsia realizada ao aluno piloto constataram-se diversos politraumatismos crânio, torácico e membros, causa necessária e direta de morte rápida.

Não foram encontrados vestígios de álcool nem substâncias estupefacientes ou psicotrópicas.

The student pilot medical information collected from the National Institute of Forensic Science report, did not present physiological factors that may have contributed to the circumstances of the accident.

From the autopsy, it was concluded that the student pilot suffered multiple cranium, thoracic and limbs traumas that caused instantly dead.

There were no traces of alcohol nor narcotic drugs or psychotropic substances.

### 1.14. Fogo || Fire

Não houve qualquer incêndio, pré ou pós impacto. Devido às forças envolvidas, o extintor a bordo foi encontrado rebentado com o pó químico espalhado na cabine.

There was no fire, pre or post impact. Due to the forces involved, the fire extinguisher on board was found busted with the chemical powder scattered in the cabin.

### 1.15. Aspetos de sobrevivência || Survival aspects

O aluno piloto permaneceu encarcerado nos destroços da aeronave, com ambos os cintos de segurança devidamente fixados e apertados. O assento do aluno piloto estava deformado, indicativo de forças verticais elevadas.

A componente de velocidade vertical no impacto foi de tal ordem que a aeronave e o piloto foram sujeitos a forças de desaceleração extremas. As forças envolvidas no impacto causaram danos graves à estrutura da aeronave e ferimentos fatais ao piloto. Não seria possível sobreviver ao acidente.

Os serviços de busca e salvamento foram alertados imediatamente após o acidente pelos Serviços de Informação de Voo de Aeródromo de LPSO.

Os destroços da aeronave foram encontrados pelos serviços de socorro 2 horas e 25 minutos após o acidente.

As operações de busca e salvamento foram dificultadas pela falta de condições visuais em

The student pilot was imprisoned in the aircraft wreckage, with both safety belts properly fastened and tightened. The student pilot seat was deformed, indicative of high vertical forces.

The vertical velocity component at impact was such that the aircraft and Pilot were subject to extremely high deceleration forces. The impact was such that it resulted in severe damage to aircraft structures and extreme traumatic injuries to the pilot. The accident was not survivable.

LPSO's Aerodrome Flight Information Services called the search and rescue services immediately after the crash.

The aircraft wreckage was found by the rescue services 2 hours and 25 minutes after the accident.

The search and rescue operations were hampered by the lack of visual conditions in the

consequência da noite escura. Não foi recebido qualquer sinal do ELT - Emissor de Localização de Emergência a bordo da aeronave por este se encontrar separado da fuselagem da aeronave. O equipamento estava em emissão, no entanto sem antena conectada, o sinal não foi recebido pelo satélite.

dark night. No signal was received from the Emergency Location Transmitter on the aircraft because it was detached from the aircraft fuselage. The equipment was broadcasting, however without antenna connected, the signal was not received by the satellite.



Figura 14 || Figure 14

ELT do CS-DGU encontrado a 25 metros da aeronave || CS-DGU ELT found 25 meters from the aircraft

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

As pesquisas realizadas foram baseadas em inspeções visuais detalhadas aos componentes principais da célula e motor. Todas as evidências recolhidas apontaram para um normal funcionamento das unidades constituintes da aeronave antes do acidente.

The researches were based on detailed visual inspections of the main components of the airframe and engine. All evidence gathered pointed to a normal operative condition of all aircraft units prior to the accident.

Dos testes realizados ao ipad do instrutor não foi possível retirar qualquer informação.

From the tests carried on the instructor's ipad it was not possible to extract any information.

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

Fundada em 1979, sob o nome de EAA, Escola de Aviação Aerocondor, por acordo comercial mudou de designação comercial em 2013 para GAir e, já em 2018 foi adquirida pela L3, Commercial Training Solutions (L3 CTS) com sede em Crawley, na Inglaterra, mudando novamente

Established in 1979, under the name of EAA, Escola de Aviação Aerocondor, after a commercial agreement it changed the commercial designation to GAir. In 2018, GAir was acquired by L3, Commercial Training Solutions (L3 CTS) based in Crawley, England,

de designação comercial, mantendo sempre o seu certificado como EAA.

O Operador é responsável por uma Organização de Formação, devidamente certificada pela ANAC, sob a designação EAA, que opera de acordo com as normas ATO, encontrando-se os Instrutores devidamente qualificados e certificados para o desempenho das funções de acordo com a PART-FCL da EASA.

No seu Manual de Operações de Voo devidamente aprovado pela ANAC, constam informações detalhadas sobre os procedimentos de voo, políticas e práticas de companhia referentes à operação das diversas aeronaves que estão registadas no seu Certificado de Operador.

O operador tem demonstrado um crescimento significativo da atividade formativa ao longo dos últimos anos, operando à data de 31 de dezembro de 2018 as seguintes aeronaves:

- 11 Cessna C152
- 7 Cessna C172
- 9 Diamond DA40
- 3 Beechcraft BE76
- 1 Diamond DA42
- 1 Cessna C337

O voo em análise foi programado e realizado no âmbito do sílabos de um curso de pilotagem lecionado pelo operador e frequentado pelo aluno piloto.

É prática comum juntar as duas sessões de treino de voo noturno (lição III-14 e lição III-15) no mesmo voo.

O programa do voo estava definido no manual de instrução do curso, devidamente aprovado pela autoridade. O programa de instrução de voo noturno constava de 5 voos de 1 hora, duplo comando, seguido de mais 5 voos a solo de 1 hora de duração. De uma forma simples o programa era o seguinte:

- 1-Familiarização com o voo noturno e circuitos;
- 2-Circuitos, borrego;
- 3-Navegação na TMA;
- 4-Verificação antes do voo solo, circuitos, borrego;
- 5-Voo solo, circuitos.

changing again the commercial name, keeping however, the EAA certificate.

The Operator is responsible for a Training Organization, duly certified by the ANAC, designated EAA, which operates in accordance with the ATO standards, and the flight instructors are duly qualified and certified to perform the functions according to EASA PART-FCL.

In its Flight Operations Manual, duly approved by ANAC, is provided detailed information on flight procedures, company policies and practices regarding the various aircraft operation that are registered in its Operator's Certificate.

The operator has demonstrated significant growth in training activity over the last years, operating as of December 31, 2018, the following aircraft:

The flight under analysis was programmed and carried out under the operator ATPL syllabus and attended by the student pilot.

It is usual practice to join the two night flight training sessions (lesson III-14 and lesson III-15) on the same flight.

The flight program was established in the course flight instruction manual, approved by the authority. The night flight instruction program consisted of 5 flights from 1 hour double command, followed by another 5 flights solo from 1 hour. In a simple way, the program comprises the following:

1. Night flight familiarization and circuits;
2. Circuits, go around;
3. TMA navigation;
4. Before solo verification, circuits, go-around;
5. Solo flight, circuits.

O programa de treino da ATO em cumprimento com o estabelecido pela EASA, continha a fase de voo noturno conduzida antes da instrução formal nos voos por instrumentos.

The ATO training program complying with EASA, contained the night flight phase conducted prior to formal instruction on instrument flights.

01:00	DC	Check before solo. Emergencies
01:00	PIC	Solo – 5 Circuits

**1.18. Informação adicional || Additional information**

**1.18.1. Sistemas de gestão da segurança e o uso de monitorização de dados de voo || Using flight data monitoring (FDM) as a tool within a safety management system (SMS)**

A (EAA) – L3-Comercial Aviation, tem investido no seu sistema de gestão da segurança, adequando satisfatoriamente os seus recursos à realidade da operação e ao constante crescimento da sua operação.

(EAA) - L3-Comercial Aviation, has invested in its safety management system, adequately matching its resources to the operation needs and the constant growth of its operation.

Contudo, o departamento de *safety* não adotou ainda nos seus procedimentos internos um método de recolha de dados isentos, dependendo ainda muito do reporte voluntário, que sendo essencial, se tem demonstrado insuficiente num ambiente multicultural cada vez mais complexo e com equipamentos e frotas heterogéneas.

However, the safety department has not yet adopted a method of collecting exempt data in its internal procedures, relying on the voluntary reporting, which is essential, but it has proved to be insufficient in an increasingly complex multicultural environment with heterogeneous equipment and aircraft fleets.

Quando usado em paralelo com um sistema de reporte, o FDM, ou monitorização de dados de voo, pode tornar-se uma parte vital e integral do sistema de gestão do operador.

When considered alongside a reporting system, FDM can become a vital and integral part of an effective and integrated Operators Management System.

Um elemento importante dessa supervisão é como os dados do FDM são usados e analisados pelo operador (ATO), com o objetivo de definir medidas adequadas para a melhoria e garantia da segurança.

An important element of this oversight is how the FDM data is used and analysed by the ATO in order to define adequate measures for safety improvement and assurance.

Um dos fatores essenciais numa cultura de segurança, gerida e implementada através do sistema de gestão da segurança (SMS) é o processo de avaliação de risco, em que as ocorrências, incidentes e acidentes são avaliados com base em dados reais e específicos e as decisões para melhorar a segurança são tomadas com base numa análise de custo-benefício.

One of the key factors in a safety culture, managed and implemented through the SMS is the risk assessment process, where occurrences, incidents and accidents are assessed based on real and specific data to support the decision process to improve safety and based on a cost-benefit analysis.

A monitorização de dados de voo (FDM) foi há muito tornada obrigatória e implementada no

Flight data monitoring (FDM) entered in force years ago, and implemented in commercial air

transporte aéreo comercial nos seus departamentos de *safety* usando instrumentos de análise de fiabilidade, sendo amplamente reconhecida como uma ferramenta eficaz para o reforço do SMS. (EC) 2018/1178 Anexo IV, 8.a.4.

O desenvolvimento de tecnologias de sistemas simplificados de gravação de dados de voo apresenta uma oportunidade para alargar as abordagens do FDM para operações menores. Usando esta tecnologia na recolha e os necessários procedimentos de monitorização de dados de voo, os pequenos operadores serão capazes de supervisionar, entre outros aspetos, o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão, a tomada de decisão do piloto, bem como, eventuais violações de limitações operacionais. A avaliação desta informação permitirá que as ATOs identifiquem problemas na sua operação e iniciem ações corretivas de forma preventiva.

transport in its safety departments using reliability analysis tools and is widely recognized as an effective tool for SMS reinforcement.

(EC) 2018/1178 Annex IV, 8.a.4.

The development of lightweight flight recording systems presents an opportunity to extend the FDM approach to smaller operations. Using this technology for data gathering, and the necessary flight data monitoring procedures, small operators will be able to oversight, among other aspects, compliance with standard operating procedures, pilot decision making, as well as possible violations of operational limitations.

Analyzing this information will allow ATOs to identify problems in their operation and initiate proper corrective actions before an accident occurs.

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

Não foram utilizadas quaisquer técnicas especiais de investigação. Todos os estudos foram baseados na documentação da aeronave, ATO e outros documentos relevantes.

No special investigative techniques were used. All studies were based in aircraft and ATO manuals and other relevant data and documents.

## 2. ANÁLISE || ANALYSIS

A análise abaixo apresentada irá discutir várias questões relacionadas com a desorientação espacial, voo em ambiente noturno, as condições meteorológicas como predecessoras da perda das referências visuais e monitorização de dados de voo.

Não estando diretamente relacionado com o evento, a investigação entendeu como oportuno o esclarecimento da operação do sistema de localização de emergência (ELT).

### 2.1. Análise meteorológica || Meteorological analysis

De acordo com os relatos da tripulação da aeronave precedente no circuito da pista 21, foi observada uma formação nebulosa no final do vento cruzado e prolongando-se pelo vento de cauda.

Este fenómeno meteorológico local terá obrigado a alterar a rota da aeronave em instrução de duplo comando.

Este capítulo pretende analisar as nuvens e sua formação atendendo às condições meteorológicas locais.

Dos dados observados a partir das imagens de satélite com informação de condições para formação de nevoeiros baixos, verifica-se a uma adveção (transporte pelo vento) de condições de nebulosidade do litoral para o interior devido a uma corrente de oeste que transportava na sua circulação ar húmido.

The presented analysis below will discuss the various issues related to spatial disorientation, nighttime flying, weather conditions as predecessors for the visual cues loss and the flight data monitoring.

Not directly related to the event, the investigation understood as opportune the clarification of the emergency locating system (ELT) operation.

According to the crew reports of the preceding aircraft in runway 21 pattern circuit, a cloudy formation (mist) was observed at the end of the crosswind and prolonged by the downwind.

This local meteorological phenomenon compelled the instructor to change the aircraft route during the instructional flight.

This chapter intends to analyse the clouds and cloud formations within the local meteorological conditions.

From data observed from satellite images, relevant information for low fogs formation conditions existed, with an advent (wind transport) of cloudiness conditions from the shoreline to the interior due to a west current that transported in its circulation humid air.

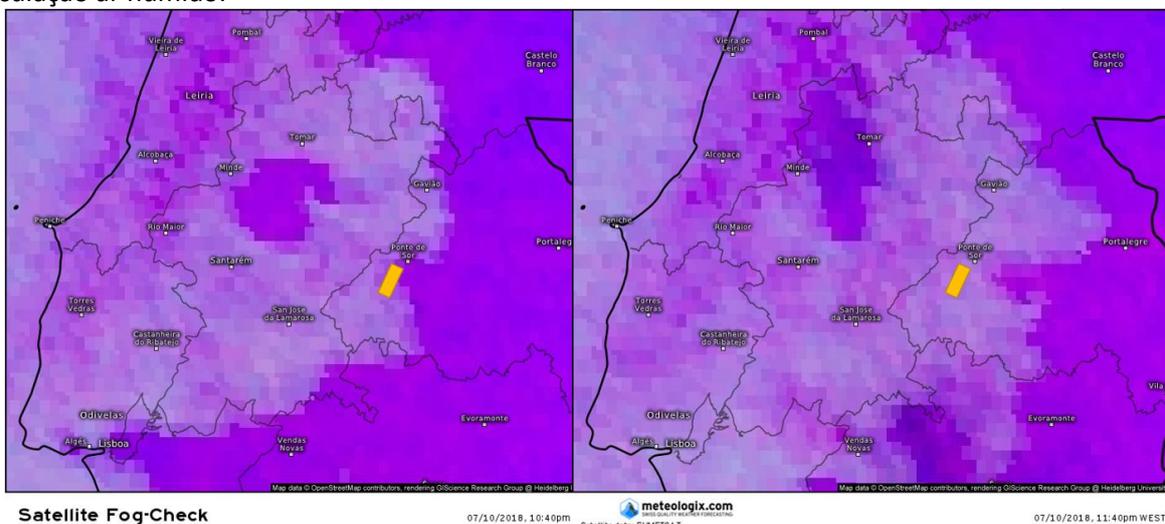


Figura 15 || Figure 15

Imagens satélite – Progressão de ar frio || Satellite images – Cold air progression

A física das nuvens estuda os processos e os mecanismos que levam à formação das nuvens na atmosfera e ao desenvolvimento da precipitação.

A água ou o gelo que compõem as nuvens sobem com o vapor de água, a forma gasosa da água. O vapor de água entra no ar principalmente por evaporação - parte da água líquida do oceano, lagos e rios transforma-se em vapor de água e sobe para o ar.

Os principais fatores que afetam o potencial de evaporação e transpiração, e havendo água disponível na superfície do solo e na vegetação, são:

- Radiação Solar e Temperatura,
- Humidade e vento.

As condições necessárias à formação das nuvens são a disponibilidade em quantidade suficiente de vapor de água e a existência de movimento vertical adequado. Havendo condições termodinâmicas e dinâmicas para que ocorra movimento ascensional, dá-se então a expansão adiabática, que leva ao arrefecimento do ar e, portanto, à condensação do vapor de água e finalmente à formação de gotículas.

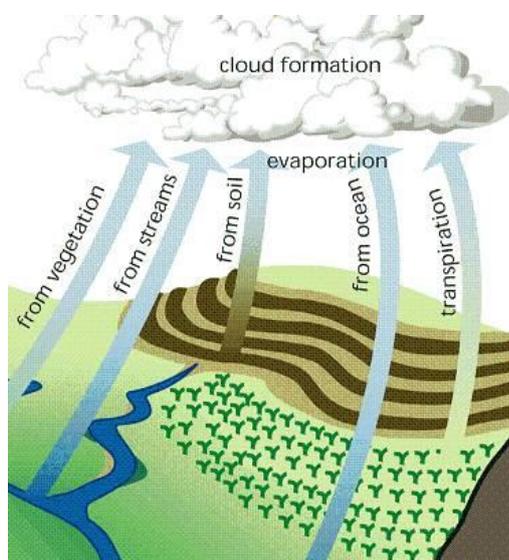


Ilustração || Illustration: Tom Schultz

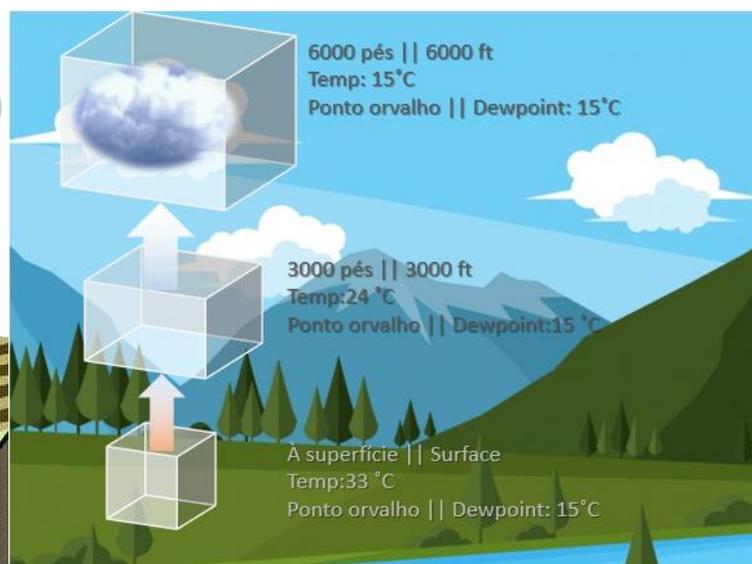


Ilustração || Illustration: GPIAAF

Figura 16 || Figure 16

Formação de nuvens – Pressão, temperatura e ponto de orvalho || Cloud formation – Air pressure, temperature and dewpoint

Para um dia de céu limpo no verão alentejano, a radiação solar (externa), fornece energia suficiente para evaporar uma quantidade significativa de água. Parte dessa energia solar é absorvida e difundida pelas nuvens, alguma

Cloud physics studies the processes and mechanisms that lead to the formation of clouds in the atmosphere and the development of precipitation.

The water or ice that make up clouds travels into the sky within air as water vapour, the gas form of water. Water vapour gets into air mainly by evaporation – some of the liquid water from the ocean, lakes, and rivers turns into water vapour and travels in the air.

The primary factors that affect the potential evaporation and transpiration, if water is readily available from soil and plant surfaces, are:

- Solar Radiation and Temperature,
- Humidity and Wind.

The necessary conditions for clouds formation are water vapor availability and the existence of adequate vertical movement. If there are thermodynamic and dynamic conditions for accessional air movement, an adiabatic expansion occurs, which leads to air cooling and therefore to water vapor condensation and finally, to droplets formation.

refletida no solo, na água e na superfície das plantas, e claro, alguma dessa energia é utilizada para aquecer a atmosfera e o solo.

As nuvens formadas nestas condições podem assumir várias formas, normalmente uma combinação de estratocúmulos que são caracterizadas por um tipo de nuvens baixas, volumosas e com vários tons de cinzentos. A maioria forma-se em cordilheiras com o céu azul visível entre elas. Raramente ocorre chuva com nuvens estratocúmulos, no entanto, podem-se transformar em nimboestratos.

Para as condições da atmosfera registadas no dia do acidente, sobretudo a proximidade da temperatura do ponto de orvalho com a temperatura do ar, ficaram criadas as condições potenciais para a formação de condensação logo em torno dos 1000 pés acima do solo.

Usando um método simplificado de relação entre as temperaturas de ponto de orvalho (TdP) e do ar (T), com a humidade relativa (RH):

$$TdP = T - [(100 - RH) * 9 / 25]$$

Para o dia: T=19,3 °C e TdP=17,1 °C

Recorrendo à atmosfera padrão ISA, com uma variação próxima de -2 °C por cada 1000 pés de altitude, teremos as temperaturas do ar e de ponto de orvalho a encontrarem-se a pouco mais de 1100 pés acima do solo, o que suporta a formação nublosa reportada. (referência cálculo base das nuvens pelo [hmxeearthscience.com](http://hmxeearthscience.com))

is reflected from soil, water, and plant surfaces, and some goes into heating the atmosphere and the soil.

Clouds formed under these conditions can take various forms, usually a combination of stratocumulus clouds that are low, puffy and with several gray tones. Most form in rows with blue sky visible in between them. Rain rarely occurs with stratocumulus clouds, however, they can turn into nimbostratus clouds.

For the atmospheric conditions recorded on the day of the accident, especially the proximity of the dew point temperature to the air temperature, the potential conditions for the condensation were made around 1000 feet AGL.

Using a simplified method of relation between dew point (Tdp) and air (T) temperatures, relative humidity (RH):

$$TdP = T - [(100 - RH) * 9 / 25]$$

For the day: T=19,3 °C e TdP=17,1 °C

Using the standard ISA, with a rate close to -2 °C per 1000 feet of altitude, we will have a close air temperature and dewpoint temperature just over 1100 feet AGL, that supports the reported cloud formation. (using [hmxeearthscience.com](http://hmxeearthscience.com) as reference for cloud base calculation)

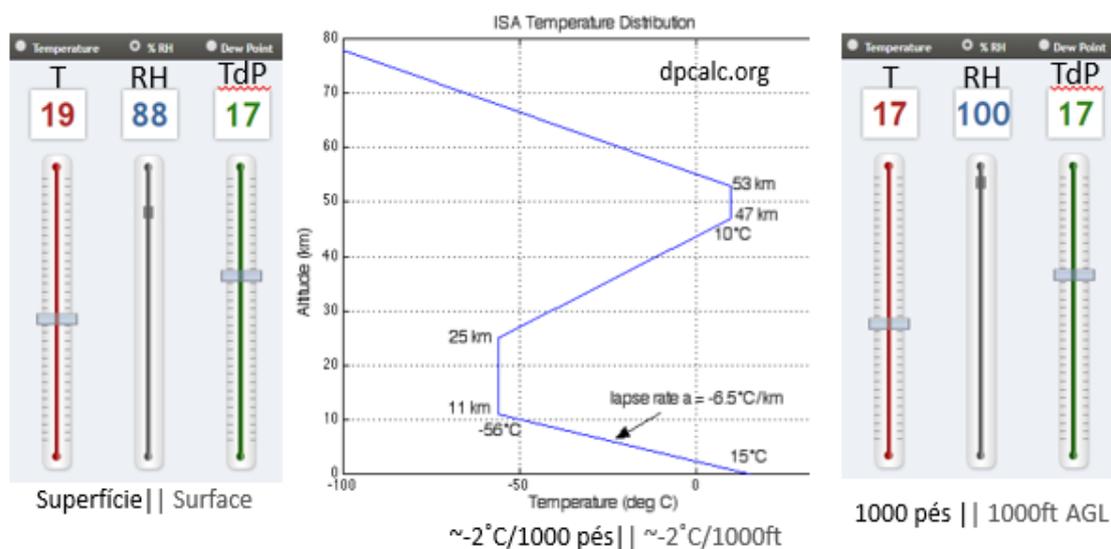
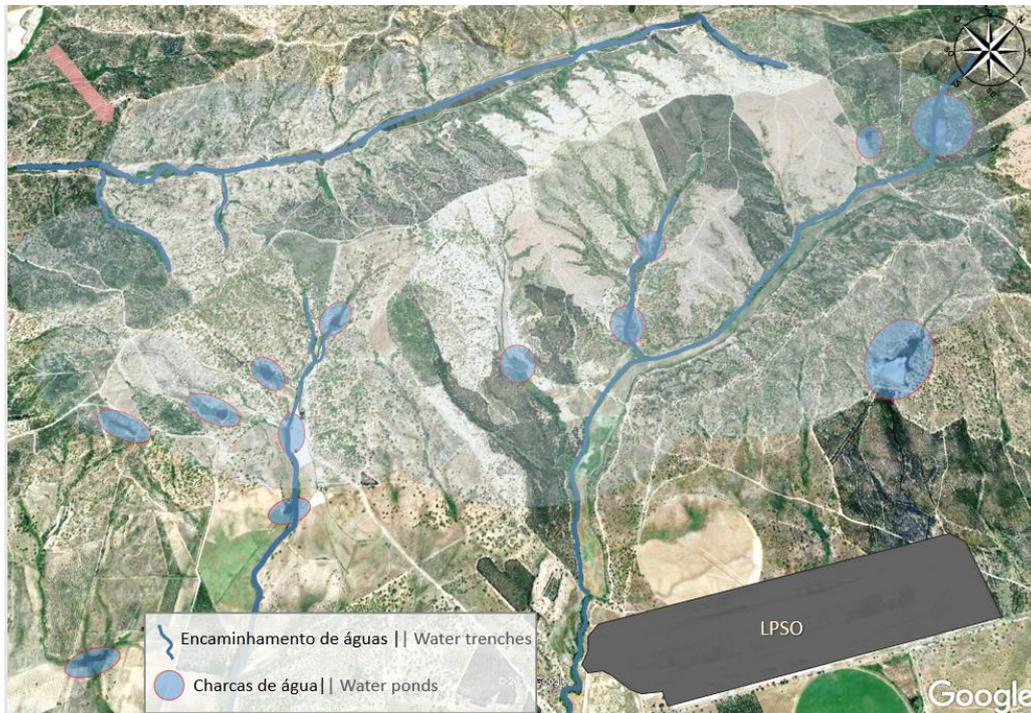


Figura 17 || Figure 17

Atmosfera standard e a variação da humidade relativa com a temperatura de ponto de orvalho || Standard atmosphere and relative humidity variation with dewpoint temperature

Na presente análise foram observadas as condições locais de disponibilidade de água na superfície, e eventualmente criando as condições para o fenômeno de evaporação e transpiração.

In the present analysis, local conditions of surface water availability were observed, eventually creating the basic conditions for the evaporation and transpiration phenomenon.



**Figura 18 || Figure 18**

Localização de pontos de água || Water ponds location

Não sendo um fenômeno diretamente previsível e registado nas cartas de previsão meteorológicas aeronáuticas, a única fonte de informação possível seria pelo método de observação.

Not being a phenomenon directly predictable and recorded in the aeronautical meteorological charts, the only possible source of valid information would be the observation method.

Não possuindo o aeródromo de Ponte de Sor uma estação de observação ou radar meteorológico, a fonte mais fiável seriam os relatos de pilotos a voar na zona, os denominados PIREPs.

As the Ponte de Sor aerodrome does not have an observation station or meteorological radar, the most reliable source would be the pilot reports flying in the zone, the so-called PIREPs.

Os relatos de pilotos, mais conhecidos como PIREPs, são a única fonte de informação para fenômenos meteorológicos observados e constituem uma das melhores fontes de informações sobre perigos à navegação aérea, incluindo a presença de vida selvagem. Infelizmente, nos últimos anos, os pilotos não emitem PIREPs com a mesma frequência que no passado. Os avanços tecnológicos com a transmissão automática de dados meteorológicos importantes, têm vindo a preencher algumas lacunas informativas.

Pilot reports, better known as PIREPs, are the only source of pilot-observed weather aloft and are one of the best sources of wildlife hazard information.

Unfortunately, in recent years pilots haven't been issuing PIREPs as often as in the past. Technological advancements that automatically transmit important weather data have filled some of the informational gap.

Esses PIREPs, entendidos como uma boa prática, devem ser desde logo ensinados na formação

These PIREPs, understood as a best practice, should follow a pilot through his career, and

base (ATO) e seguir um piloto ao longo de sua carreira.

Os instrutores de voo devem recomendar e encorajar fortemente os pilotos a reportar, explicando que, um dia no futuro, eles vão tirar partido desses relatos.

Em regiões onde tipicamente a atmosfera é mais instável com rápidas variações meteorológicas, como países da América do Norte, haverá uma cultura de relato, que nunca sendo suficiente, estará uns passos à frente em relação aos países Europeus, em especial do sul da Europa.

Pelo regulamento de execução (EU) 2016/1185 referente às regras do ar, no SERA.14010 Mensagens relativas à segurança de voo:

c) Aviso meteorológico que constitui motivo de preocupação imediata para uma aeronave em voo ou pronta para a decolagem (comunicado individualmente ou por radiodifusão);

A Part-NCO da EASA que regulamenta a operação usando aeronaves não complexas, define e estabelece os requisitos e responsabilidades para o relato do piloto comandante no GM1 NCO.GEN.105(d):

Responsabilidades e autoridade do piloto comandante REPORTE CONDIÇÕES DE VOO PERIGOSAS:

(a) Os relatos devem incluir todos os detalhes que possam ser pertinentes à segurança de outras aeronaves.

(b) Tais relatos devem ser feitos sempre que qualquer uma das seguintes condições forem encontradas ou observadas:

(1) turbulência severa;

(2) gelo severo;

(3) turbulência de montanha severa;

(4) trovoadas, com ou sem granizo, que são obscurecidas, encastradas, generalizadas ou em linhas de instabilidade;

(5) tempestade de poeira ou tempestade de areia graves;

(6) nuvem de cinzas vulcânicas; e

(7) atividade vulcânica incomum e / ou crescente ou erupção vulcânica.

(c) Quando outras condições meteorológicas não listadas acima, por ex. vento de cisalhamento que, na opinião do piloto-comandante, podem

should start within the basic training and practiced in all ATOs.

The flight instructors should strongly recommend and encourage student pilots to report, explaining that, one day in the future, they will benefit from them.

In regions where the atmosphere is typically more unstable with rapid weather variations, such as in North American countries, the reporting culture exists, although never enough, but clearly a step ahead of European countries, especially southern Europe.

By the implementing regulation (EU) 2016/1185 concerning the air rules, in the SERA.14010 Messages related to flight safety:

(c) meteorological warning of immediate concern to an aircraft in flight or ready for take-off (reported individually or by broadcast);

The EASA Part-NCO, which regulates operations using non-complex aircraft, defines and establishes the requirements and responsibilities for pilot in command reporting, GM1 NCO.GEN.105 (d):

Pilot-in-command responsibilities and authority REPORTING OF HAZARDOUS FLIGHT CONDITIONS:

(a) These reports should include any detail which may be pertinent to the safety of other aircraft.

(b) Such reports should be made whenever any of the following conditions are encountered or observed:

(1) severe turbulence;

(2) severe icing;

(3) severe mountain wave;

(4) thunderstorms, with or without hail, that are obscured, embedded, widespread or in squall lines;

(5) heavy dust storm or heavy sandstorm;

(6) volcanic ash cloud; and

(7) unusual and/or increasing volcanic activity or a volcanic eruption.

(c) When other meteorological conditions not listed above, e.g. wind shear, are encountered that, in the opinion of the pilot-in-command, may

afetar a segurança ou a eficiência das operações de outras aeronaves, o piloto-comandante deve informar a unidade de serviços de tráfego aéreo (ATS) assim que praticável.

affect the safety or the efficiency of other aircraft operations, the pilot-in-command should advise the appropriate air traffic services (ATS) unit as soon as practicable.

## 2.2. Regras de voo visual noturno e a desorientação espacial | | Visual night operation flight rules and the spatial disorientation

O voo visual noturno é um voo efetuado de acordo com as regras de voo visual entre o pôr do Sol mais 25 minutos e o nascer do Sol menos 25 minutos (SS+25m/SR-25m), só sendo permitido de /para os aeródromos e heliportos equipados para operação visual noturna, ou como voos locais nesses aeródromos/heliportos, nas condições a seguir prescritas.

Os aeródromos e heliportos a utilizar na operação visual noturna deverão estar certificados pela ANAC para VFR noturno.

Conforme estabelecido no manual VFR, os voos VFR realizados de noite devem ser efetuados de acordo com as regras estabelecidas no Anexo 2- Regras do Ar da ICAO, adotadas e transpostas na alínea c) da norma SERA 5005 (“Regras de voo visual”), do Anexo ao Regulamento de Execução (UE) Nº 923/2012 da Comissão de 26 de setembro, que estabelece as regras do ar comuns europeias e Regulamento de Execução (UE) Nº 2016/ 1185 da Comissão de 20 de Julho (SERA - Part C).

The visual night flight is a VFR flight made in accordance with visual flight rules between sunset plus 25 minutes and sunrise minus 25 minutes (SS+25m/SR25m). These flights only allowed to/from aerodromes and heliports equipped for visual night operation, or as local flights in these aerodromes/heliports under the conditions hereinafter prescribed.

The aerodromes and heliports to be used for visual night operation must be certified by ANAC for night VFR flight.

As established in VFR manual, the VFR flights at night must be conducted according to ICAO Annex 2- Rules of the Air, and transposed in the Annex to the Commission Implementing Regulation (EU) Nº 923/2012, of 26 September (SERA IR Regulation), SERA 5005 Visual flight rules, item c) and Commission Implementing Regulation (EU) Nº 2016/1185, of 20 July (SERA - Part C).

Tabela de condições de visibilidade e distância às nuvens para VFRN Table of conditions of visibility and distance from cloud for VFRN		
Classe de Espaço Aéreo Airspace classification	C	G
		Acima / above 900m (3000ft) AMSL ou/or acima / above 300m (1000ft) AGL, conforme o que for mais elevado/whichever is the higher:
Distância às Nuvens Distance from cloud	1500m na horizontal / horizontally 300m (1000ft) na vertical / vertically	900m (3000ft) AMSL ou <300m (1000ft) AGL, conforme o que for mais elevado / whichever is the higher:
Visibilidade Flight visibility	8Km e acima / and above 3050m (10000ft) AMSL 5Km abaixo/below 3050m (10000ft) AMSL	5 Km*
<p>- Abaixo de 3050m (10000ft) AMSL não são permitidas velocidades superiores a 250 KIAS / Below 3050m (10000ft) AMSL airspeed exceeding 250 KIAS is not allowed</p> <p>- Quando a altitude de transição é inferior a 3050M (10000FT) AMSL, FL100 tem de ser utilizado em vez de 10000FT / When the height of transition altitude is lower than 3050 M (10000FT) AMSL, FL100 should be used in lieu of 10000FT.</p> <p>* Pode permitir-se aos HELICÓPTEROS a operação com visibilidade de voo inferior a 5Km, se manobrados a uma velocidade que permita a observação de outro tráfego ou quaisquer obstáculos a tempo de evitar colisão./ HELICOPTERS operation can be allowed with visibility below 5Km, if operated under an airspeed enabling the observation of other traffic or any obstacles in time to avoid collision.</p>		

Nos voos VFR noturnos não são permitidas as aterragens, exceto em casos de emergência, e descolagens de nenhum aeródromo controlado ou não controlado se o teto das nuvens for inferior a 450m (1500ft ) e a visibilidade no solo for inferior a 5 km.

O piloto tinha totalizado até à data do acidente 03:05 horas com 2 aterragens em voo noturno, acompanhado pelo instrutor. No dia do acidente, voou 5 circuitos com o instrutor antes de iniciar o voo solo noturno conforme preconizado do planeamento da lição. Esta lição seria então a missão onde faria o seu primeiro voo solo em ambiente noturno. Depois de ter efetuado três circuitos a solo na pista 21, com "stop and go", e conforme planeado, sem problemas reportados, descolou para efetuar o quarto circuito.

O voo noturno é bastante diferente do voo diurno, exigindo mais atenção do piloto. Geralmente, à noite é difícil ver nuvens, devendo o piloto, a voar sob regras de voo visual (VFR), acautelar e evitando voar em nuvens ou numa camada de neblina.

### 2.2.1. Desorientação espacial || Spatial disorientation

Voar nunca foi, e nunca será, natural à existência humana. Contudo, com o surgimento da aviação e o seu desenvolvimento, torna-se necessário que o ser humano se adapte ao voo, tornando-o o mais natural possível, ainda que fora de seu "habitat natural". Com o surgimento da aviação moderna, onde os pilotos se tornaram operadores de sistemas, passando a lidar com equipamentos complexos, torna-se essencial conhecer a fisiologia humana e suas limitações.

Conforme descrito em literatura dedicada à fisiologia humana, nomeadamente no Handbook of Aerospace and Operational Physiology, US Air Force 2011, no processo de evolução, o sistema de orientação humano foi adaptado para o ambiente terrestre em duas dimensões. A incorporação de uma terceira dimensão, propicia uma série de erros de percepção e ilusões que podem ocasionar incidentes e acidentes aéreos.

O organismo humano precisa determinar a sua posição no espaço. Para que isso ocorra, possuímos um sistema de orientação de posição

For VFRN flights, landing are not permitted except in emergencies, and take-off from any controlled or uncontrolled aerodrome if the cloud ceiling is less than 450m (1500ft) and the ground visibility is below than 5 km.

The pilot had summed up to the date of the accident, 3:05 flight hours with 2 landings in the night flight environment, together with the instructor. On the day of the accident, he flew 5 circuits with the instructor before beginning the night solo flight as recommended in lesson planning. This lesson would then be the mission where he would make his first solo night flight. After performing three solo circuits on runway 21, with "stop and go", and as planned, with no reported problems, took off to perform the fourth circuit.

Night flying is very different from day flying and demands more attention of the pilot. Generally, at night it is difficult to see clouds and a pilot flying under visual flight rules (VFR) must exercise caution to avoid flying into clouds or a layer of fog.

Flying has never been, and will never be, natural to human existence. However, with the emergence of aviation and its development, it became necessary for the human being to adapt to the flight in aircraft, making it natural even outside its "natural habitat". With the emergence of modern aviation, where pilots became system operators and started to deal with complex types of equipment, knowing human physiology limitations became extremely necessary.

As described on dedicated literature, namely on the Handbook of Aerospace and Operational Physiology, US Air Force 2011, during the evolution process, the human orientation system was adapted to the terrestrial environment in two dimensions. The incorporation of a third dimension, provides a series of errors of perception and illusions that can cause incidents and air accidents.

The human organism needs to determine its position in space. For this to occur, we have a system of position orientation of the parts of the

das partes do corpo, e do corpo em relação ao espaço. Esse sistema é regulado no nosso cérebro, que recebe e interpreta essas informações a cada instante. Elas partem dos sistemas sensoriais periféricos, principalmente visão, o sistema vestibular e o sistema proprioceptivo.

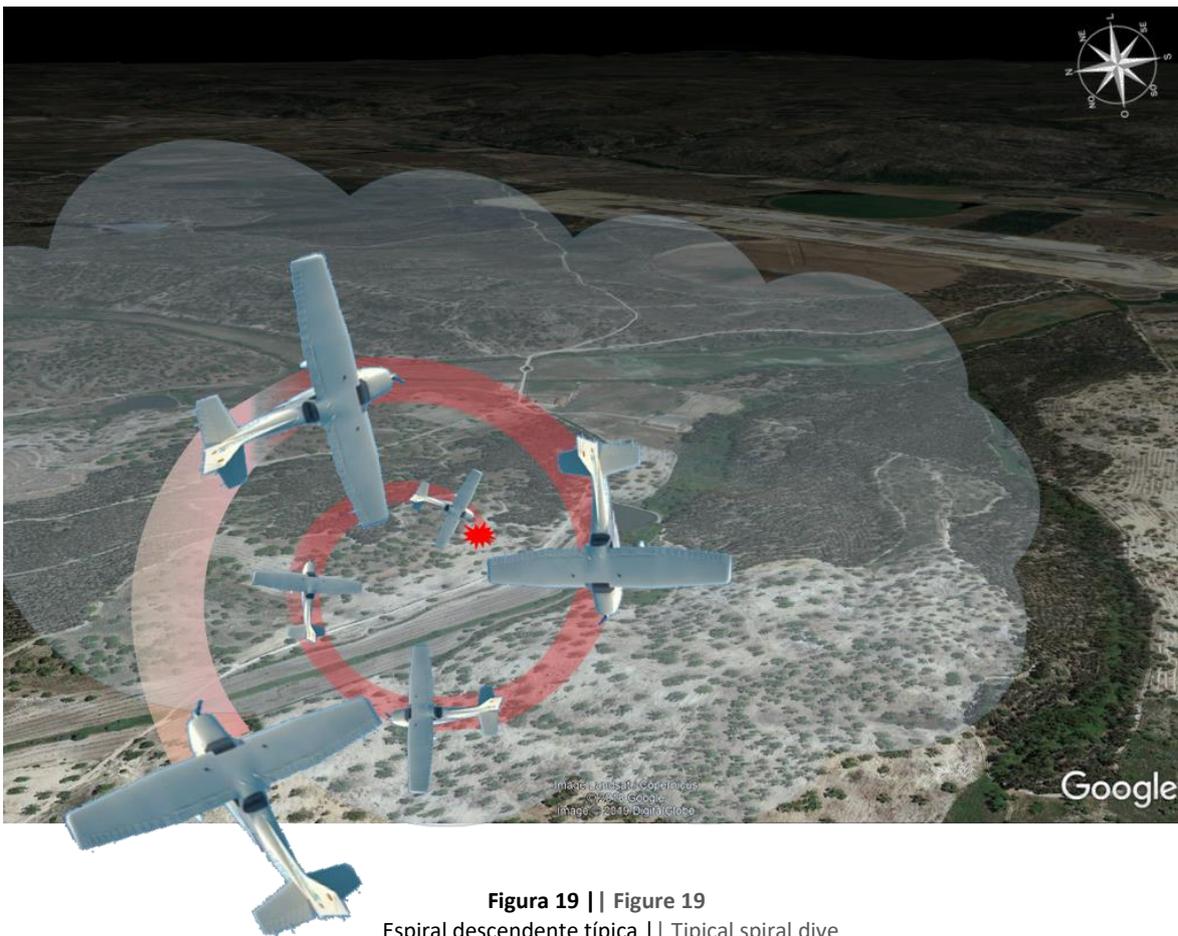
Quando as condições visuais são limitadas, como com uma meteorologia adversa ou em voo noturno, segundo o mesmo *handbook*, até 80% do sistema normal de orientação pode ser perdido, devido à falta do sistema visual. Os 20% restantes passam então a ser divididos entre os sistemas vestibular e o proprioceptivo, ambos propensos a ilusões e erros de interpretação.

O horizonte natural não seria percebido devido à escuridão da noite, e com poucas referências visuais devido às características da região.

body, and of the body in relation to space. This system is regulated in our brain, which receives and interprets this information at every moment. They depart from peripheral sensory systems, mainly vision, the vestibular system and the proprioceptive system.

When visual conditions are limited, such as during bad weather or at night, as per same handbook, up to 80% of the normal guidance system may be lost due to lack of visual system. The remaining 20% are then divided between the vestibular and proprioceptive systems, both prone to illusion and interpretation errors.

The natural horizon would not be perceived due to the night darkness, and with few visual cues due to the characteristics of the region.



Na falta de condições visuais adequadas, o ser humano passa a contar apenas com estes 20%, menos precisos, do complexo sistema de orientação espacial (vestibular e proprioceptivo).

In the absence of adequate visual conditions, the human being is counted only with these 20%, less accurate, of the complex spatial guidance system (vestibular and proprioceptive). In this type of

Neste tipo de situação, cada um destes sistemas passa a contribuir com 50% da informação a ser processada.

Nas condições de voo, como as acima descritas, podem resultar certos tipos de ilusão, experienciadas pelo piloto, que provocam a desorientação espacial. Isso torna-se especialmente perigoso quando o piloto não percebe que está desorientado no espaço e acredita nas informações confusas fornecidas pelo seu sistema sensorial.

A ausência de referências visuais válidas priva o ser humano da maior parte da informação para a sua orientação espacial. Por esta razão, a maioria dos eventos de desorientação espacial em aviação está normalmente associada a referências visuais perdidas, como o voo em IMC ou o voo noturno.

A falta de experiência do aluno piloto em voo, associada à falta de referências visuais pelas condições locais, terão levado o aluno piloto a procurar fora da aeronave as indispensáveis referências, sem fazer uso dos instrumentos básicos, para os quais ainda não estaria devidamente treinado.

Da análise aos dados recolhidos foi traçada a trajetória provável para o EAD631A:

situation, each of these systems is contributing with 50% of the information to be processed.

In flight conditions, situations such as those described above may result in certain types of illusion experienced by the pilot that cause spatial disorientation. This becomes especially dangerous when the pilot does not realize that he is disoriented in space and believes in the information that his wrong sensory system is giving him.

The absence of good visual references takes out to the human being most of the information about its spatial orientation. For this reason, most aviation disorientation events are associated with poor visual references, such as IMC flight or night flight.

The student pilot's in-flight lack of experience, together with the lack of visual references due to local conditions, led the student pilot to search for vital visual cues outside the aircraft without using the basic instruments, for which he was not yet properly trained.

From the collected data analysis was traced the probable trajectory for EAD631A:

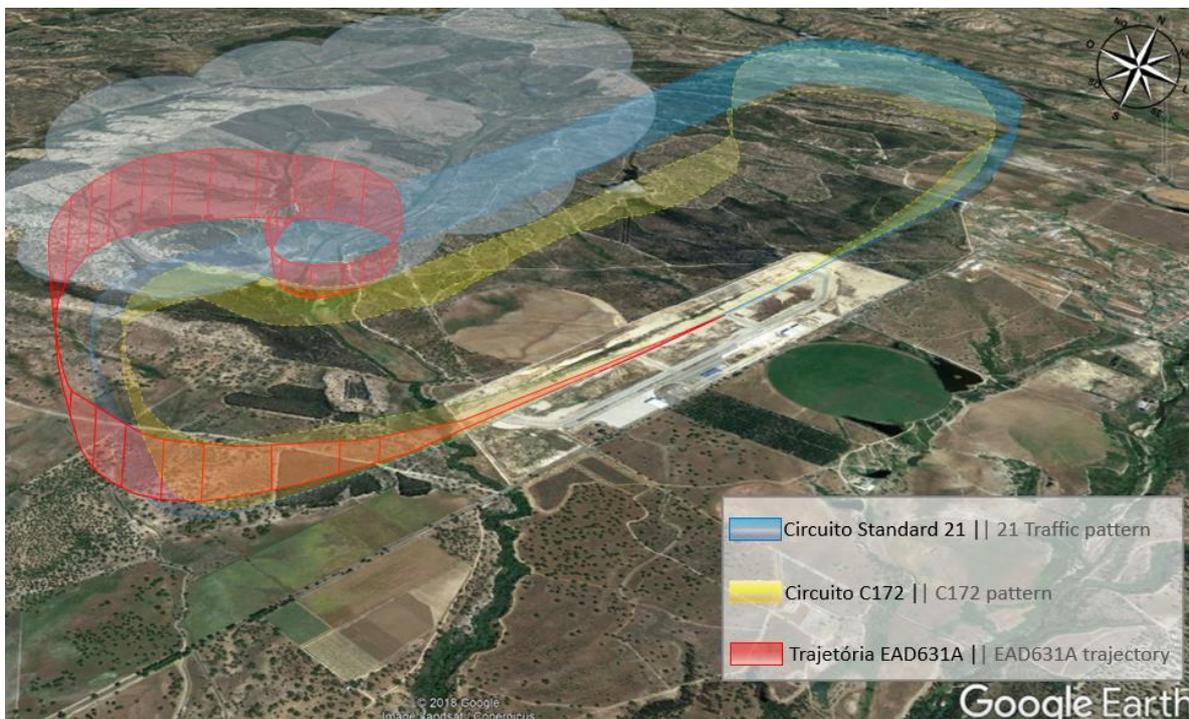


Figura 20 || Figure 20

Trajectoria estimada EAD631A || EAD631A estimated path

## 2.2.2. Plano de formação ATPL integrado || Integrated ATPL training Syllabus

No anterior quadro legal da JAA<sup>3</sup>, no curso integrado ATP (A) segundo o JAR-FCL 1.160 e 1.165, a instrução de voo estava dividida em cinco fases, onde os voos solo noturnos estavam contemplados na **fase 4**, com o seguinte programa: (...)

5. a) pelo menos 55 horas de voo em instrumentos, podendo conter até 25 horas de instrumentos em solo num FNPT<sup>4</sup> I ou até 40 horas num FNPT II ou simulador de voo, o qual deveria ser conduzido por um instrutor de voo e / ou instrutor autorizado em voo de simulador e;
- b) 50 horas de voo por instrumentos como piloto
- c) voo noturno, incluindo descolagens e aterragens como piloto-comandante (...)

De acordo com o curso de formação integrada EAA ATP (A), a **fase 3**, seguindo a parte FCL da EASA, os exercícios até ao exame de verificação de navegação VFR incluem um total de pelo menos 5 horas de instrução duplo comando e pelo menos 40 horas como piloto em comando (PIC). A instrução em duplo comando até ao exame de verificação de navegação VFR devem incluir:

- i) repetição dos exercícios das fases 1 e 2;
- ii) voo VFR a velocidades relativamente altas, reconhecimento e recuperação de entrada em espiral;
- iii) exame de progresso de navegação VFR conduzido por um FI não relacionado com a formação do candidato;
- iv) tempo de voo noturno, incluindo descolagens e aterragens, como PIC.

A partir da discussão acima, a falta de experiência do aluno piloto agravado pelo facto de não ter tido formação em voo por instrumentos, poderá ter contribuído para que o aluno piloto não reconhecesse a entrada da aeronave em atitude anormal, permitindo aplicar as necessárias ações corretivas.

On previous JAA<sup>3</sup> legal framework, in the ATP(A) integrated course as per JAR-FCL 1.160 & 1.165, the flying instruction was divided into five phases, where the night solo flights were on **phase 4** with the following syllabus: (...)

5. a) at least 55 hours instrument time, which may contain up to 25 hours of instrument ground time in an FNPT<sup>4</sup> I or up to 40 hours in an FNPT II or flight simulator which shall be conducted by a flight instructor and/or an authorised synthetic flight instructor, and;
- b) 50 hours instrument time flown as pilot
- c) night flight including take-offs and landings as pilot-in-command (...)

As per EAA ATP (A) Integrated Training Course the **phase 3** by following EASA part-FCL, exercises up to the VFR navigation progress test comprise a total of at least 5 hours of dual instruction and at least 40 hours as PIC. The dual instruction and testing up to the VFR navigation progress test should comprise:

- i) repetition of exercises of phases 1 and 2;
- ii) VFR flight at relatively critical high air speeds, recognition of and recovery from spiral dives;
- iii) VFR navigation progress test conducted by an FI not connected with the applicant's training;
- iv) Night flight time including take-offs and landings as PIC.

From the discussion above, the lack of student pilot experience associated with the lack of significant training using flight instruments, may have contributed for the student pilot not recognising the aircraft abnormal attitude and to applying the necessary corrective actions.

<sup>3</sup> JAA – Joint Aviation Authorities – Autoridades aeronáuticas que trabalharam em conjunto na regulamentação da aviação civil na Europa (pre-EASA) || Aviation authorities working together on civil aviation regulation in Europe (pre-EASA)

<sup>4</sup> FNPT – Simulador de procedimentos voo e navegação || Flight & Navigation Procedures Trainer

### 2.3. Aspetos de sobrevivência || Survival aspects

Conforme anteriormente referido, o acidente não seria de sobrevivência possível, no entanto, a investigação entendeu como pertinente contribuir para o esclarecimento da comunidade sobre o funcionamento do equipamento de localização de emergência (ELT), sua operação e as subsequentes ações de busca e salvamento.

Até meados dos anos 70, a busca por aeronaves desaparecidas era conduzida apenas por aeronaves de busca que sobrevoavam milhares de quilômetros quadrados na esperança de avistar a aeronave desaparecida. Esse método de busca ineficiente foi melhorado quando a aeronave foi obrigada a transportar localizadores de emergência (ELTs) para fornecer uma capacidade de guiamento até ao local.

A Nasa desenvolveu então a tecnologia para detecção e localização, um ELT a partir de estações terrestres usando o sinal de radio-baliza retransmitido por satélites para fornecer uma cobertura global.

Este conceito evoluiu para um sistema de busca e salvamento internacional muito bem-sucedido denominado COSPAS-SARSAT (COSPAS é uma designação para as palavras russas “*Cosmicheskaya Sistema Poiska Avariynyh Sudov*”, que significa “Sistema Espacial para a Busca de Embarcações em Perigo”); SARSAT é um acrónimo para *Search and Rescue Satellite-Aided Tracking* (Guiamento de busca e salvamento assistido por satélite).

Estabelecido pelo Canadá, França, Estados Unidos e ex-União Soviética em 1979, o sistema conta com 43 países participantes e tem sido fundamental para as operações de salvamento, estimadas em cerca de 30.000 vidas salvas em todo o mundo.

O ELT inicia a transmissão do sinal de emergência para a constelação de satélites, que, por sua vez, retransmitem esses sinais a estações receptoras no solo, e estas para um centro de controle de missão e daí para um centro de coordenação de salvamento, que então dá início às buscas. Pode ser ativado automaticamente por impacto ou manualmente pelo piloto ou sobreviventes.

As previously mentioned, the accident was not survivable, however, the investigation considered it relevant to contribute to the community's clarification on the operation of emergency locating transmitter (ELT), its operation and subsequent search and rescue actions.

Until mid 70's, search for missing aircraft was conducted by search aircraft flying over thousands of square kilometers hoping to sight the missing aircraft. This inefficient search method was improved when the aircraft were mandated to carry emergency locator beacons (ELTs) to provide a local homing capability.

NASA then developed the technology to detect and locate an ELT from ground stations using the beacon signal relayed by satellites to provide more global coverage.

This concept evolved into a highly successful international search and rescue system called COSPAS-SARSAT (COSPAS is an acronym for the Russian words “*Cosmicheskaya Sistema Poiska Avariynyh Sudov*,” which translates to “Space System for the Search of Vessels in Distress” SARSAT is an acronym for Search and Rescue Satellite-Aided Tracking).

Established by Canada, France, the United States, and the former Soviet Union in 1979, the system has 43 participating countries and has been instrumental in saving up to 30,000 lives worldwide.

The ELT is a transmitter that sends emergency signals to satellites, which in turn, relay these signals to receiving stations in the ground, and these to a mission control center and then to a rescue coordination center, which will initiate the rescue and search operation. It can be activated automatically by impact or manually by the pilot or survivors.

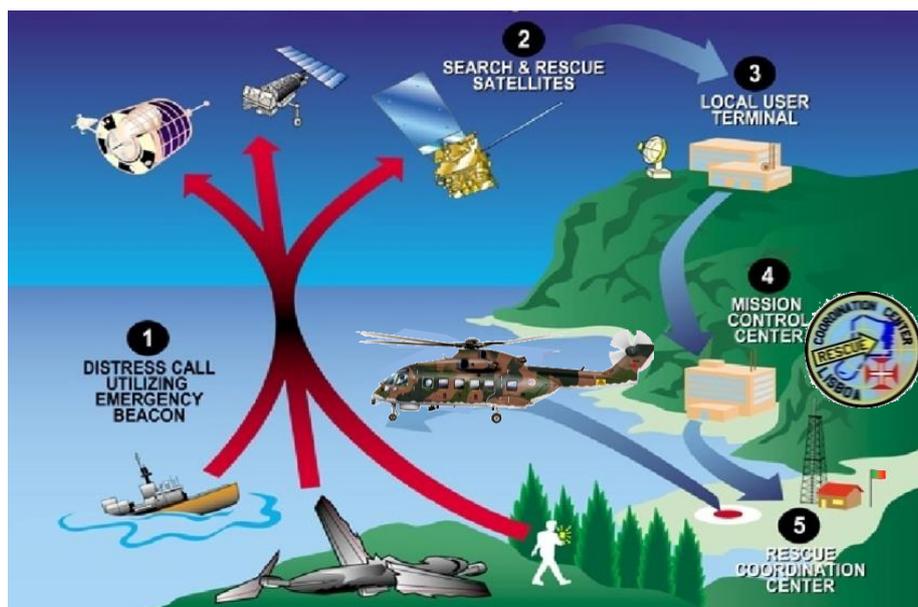


Image: Cospas-Sarsat/GPIAAF

Figura 21 || Figure 21

Cospas/Sarsat sistema || Cospas/Sarsat system

Originalmente, os rádio-balizas localizadores de emergência transmitiam um sinal analógico em duas frequências: 121,5 MHz e 243 MHz nas bandas de comunicação aeronáutica civil e militar, respectivamente, para que fossem audíveis nos rádios das aeronaves em operação de busca e salvamento.

Mais tarde, foi adicionado um sinal codificado com uma mensagem digital e transmitido em 406 MHz. Desde 1 de fevereiro de 2009, somente os sinais codificados em 406 MHz são retransmitidos por satélites que suportam o sistema internacional COSPAS-SARSAT.

Portanto, os ELTs mais antigos que transmitem apenas os sinais em 121,5 / 243 MHz são agora apenas detetáveis por recetores de estações terrestres e por aeronaves em sobrevoo do local do acidente, e se estiverem equipados com os equipamentos próprios.

Assim, só os ELT (Emergency Locator Transmitter – Aviação), os EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon – Náutica) e os PLB (Personal Locator Beacon – Pessoal) a emitir os respetivos sinais codificados em 406Mhz, serão processados pelo COSPAS/SARSAT.

Para que o sistema funcione adequadamente, os ELT 406MHz terão de ser registados para que

Originally, emergency locator beacons transmitted an analog signal on two frequencies: 121.5 MHz and 243 MHz in the civil and military aeronautical communications bands, respectively, so that they would be audible over aircraft radios performing the SAR mission.

Later, a signal that was encoded with a digital message and transmitted at 406 MHz was added. Since February 1, 2009, only the 406-MHz-encoded signals are relayed by satellites supporting the international COSPAS-SARSAT system.

Therefore, older beacons that only transmit the 121.5/243-MHz signals are now only detectable by ground-based receivers and aircraft overflying a crash site, if properly equipped.

Thus, only the Emergency Locator (ELT), Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB) and Personal Locator Beacon (PLB) to issue their 406Mhz encoded signals will be processed by COSPAS / SARSAT.

In order to the system work properly, the 406MHz ELTs need to be registered, since each

cada equipamento esteja associado a uma identificação. Este ID único será reconhecido e validada a transmissão. Esse registo em Portugal, de ELTs aeronáuticos, é feito pela ANAC que publicou a CIA 23/10 com todos os procedimentos e requisitos referentes aos ELT 406MHz.

Os sinalizadores de 406 MHz transmitem uma mensagem de aproximadamente meio segundo a cada 50 segundos, iniciando 50 segundos depois de serem ativados. O tempo real de transmissão é espaçado no tempo, de modo a que não ocorra emissão simultânea de dois emissores. Um sinalizador de 406 MHz poderá também conter um GPS integrado (GNSS) para tentar determinar a sua localização para inclusão na mensagem digital transmitida. Desta forma, o ELT será localizado assim que for detetado por um satélite em órbita terrestre baixa (LEO) ou em órbita geoestacionária (GEO).

Mensagens de socorro contêm informações como:

- O país de origem/registo do ELT.
- Um ID/codificação hexadecimal única de 15 dígitos.
- Localização, quando equipado com um recetor GNSS integrado.
- O ELT poderá emitir ou não um sinal de 121,5 MHz para balizamento das equipas de busca e salvamento.

A exatidão da posição do transmissor de 406 MHz é em torno de 3 km de raio. Se a informação de posição estiver a ser fornecida pelo sistema de navegação da aeronave ao ELT, a precisão melhora para aproximadamente 100 metros.

Os avisos do sistema COSPAS-SARSAT chegam a Portugal através da Marinha Portuguesa e são encaminhados para o RCC de Lisboa que coordena os esforços de busca e salvamento.

São vários os fabricantes de dispositivos de emissores de localização de emergência dando cumprimento aos requisitos de certificação estabelecidos. Mais ou menos robustos na sua construção, nenhum destes equipamentos (sistema como um todo) é desenhado ou é suposto resistir a impactos violentos ou fogo intenso.

device is associated with a unique ID, which the tracking system must know to validate the transmission. This aviation ELTs registration is performed in Portugal through ANAC which published in the CIA 23/10, all the procedures and requirements regarding the ELT 406MHz.

The 406-MHz beacons transmit an approximately half second message, about every 50 seconds, beginning 50 seconds after being activated. The actual time of burst transmission is dithered in time so that no two beacons will have all of their bursts coincident. A 406-MHz beacon may also have an integral global navigation satellite system (GNSS) receiver. Such a beacon uses the GNSS receiver to attempt to determine its location for inclusion in the transmitted digital message. In this way, the beacon will be located once it is detected by a low-Earth-orbit (LEO) or geostationary orbit (GEO) satellite.

Distress messages contain information such as:

- The beacon's country of origin.
- A unique 15-digit hexadecimal beacon ID.
- Location, when equipped with an integrated GNSS receiver.
- Whether or not the beacon contains a 121.5 MHz homing signal.

The location accuracy of the 406 MHz transmitter is typically 3 km. If position information is extracted from the aircraft navigation system, the accuracy improves to approximately 100 meters.

The COSPAS-SARSAT distress messages arrive in Portugal through the Portuguese Navy, and sent to the RCC in Lisbon, which coordinates rescue and search efforts.

Several manufacturers of emergency locator transmitter meet the established certification requirements. The construction robustness may be different, but none of these equipment (system as a whole) is designed or is supposed to withstand violent impacts or intense fire.

A sua base de certificação assenta no princípio básico de que o equipamento resistirá, com elevada margem, muito além das capacidades de sobrevivência humana.

Em acidentes de elevada violência de impacto, é comum o equipamento em si estar em boas condições e em operação, porém sem conseguir emitir pelo facto dos seus periféricos (antena ou cablagem) estarem danificados.

Its certification base follows a basic principle that the equipment will withstand, with a high margin, far beyond human survival capabilities.

In accidents of high impact forces involved, it is common for the equipment itself to be in good condition and in operation, but unable to transmit because its peripherals (antenna or cabling) are damaged.

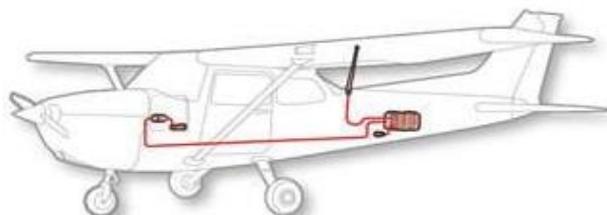
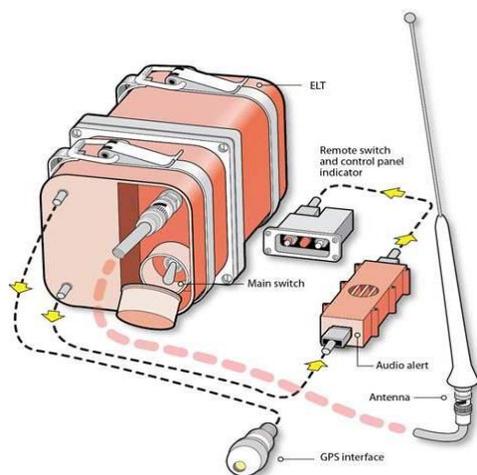


Figura 22 || Figure 22

ELT MD406 instalado na fuselagem traseira de uma aeronave || ELT MD406 installed in one aircraft aft fuselage

## 2.4. SMS e monitorização de dados de voo || SMS and flight data monitoring

Não sendo exigido pela regulamentação, a (EAA), L3 – Commercial Aviation, não possui um método de monitorização/seguimento dos dados de voo. Não existindo assim na escola um processo de avaliação das atividades pós-voo ou das ações dos alunos pilotos ou instrutores ao serviço da escola com base em dados recolhidos das aeronaves.

O CS-DGU não estava equipado com qualquer tipo de gravador de dados. A utilização da tecnologia de sistemas leves de gravação de dados de voo e a monitorização dos mesmos pode ajudar a garantir o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão e adesão às limitações operacionais. Pode também permitir aos operadores (ATOs) identificarem problemas na tomada de decisão do piloto e iniciar ações preventivas e/ou corretivas.

O seguimento do voo com alguns parâmetros básicos para monitorização, com recolha e análise pós voo, daria à administração da ATO

Not required by regulation, (EAA), L3 - Commercial Aviation, does not have a flight data monitoring / oversight method. There is no assessment on the ATO to the post-flight activities, student pilot actions or instructors on duty, based on data collected from aircraft.

The CS-DGU was not equipped with any type of data recorder. Using the technology of simplified flight data recording systems and their monitoring, it can help to ensure with standard operating procedures compliance and adherence to operational limitations. It may also allow operators (ATOs) to identify problems in the pilot's decision-making and initiate preventive and / or corrective actions.

Flight data monitoring using some basic parameters for monitoring, collection and post-flight analysis would give ATO management

ferramentas importantes para condução da atividade da escola e efetiva ação de acompanhamento da operação, instituído no sistema de *Safety* da escola.

Escolas com dimensão internacional semelhante ao Operador ATO (EAA) L3-Commercial Aviation, já tomaram a iniciativa de implementação faseada de dispositivos de monitorização de parâmetros de voo nas aeronaves de última geração.

O primeiro passo passa sempre por adequar o sistema de gestão da segurança (SMS) por forma a receber os dados, sejam eles muitos ou poucos, e dar o devido tratamento e encaminhamento. Hoje a tecnologia permite mesmo sem equipamento embarcado, recolher dados de posição, altitude, velocidade, seja pelo sistema de radar secundário, seja pelas aplicações de seguimento dos sinais do transponder modo S como o *flightradar24* ou o *flightaware*.

Numa situação extrema de um incidente ou acidente, e com um sistema de recolha de dados básicos a bordo, e caso o equipamento mantenha a capacidade de leitura, os registos de dados de voo podem fornecer informações úteis para a identificação de deficiências de segurança.

Dados esses extremamente úteis numa investigação interna ou externa à escola, para análise e disseminação pela comunidade dessas mesmas oportunidades de melhoria, com o objetivo de aumentar a segurança da aviação.

important tools for conducting school activity and effective follow-up actions of the operation, established in the school's safety management.

Schools with an international dimension similar to the (EAA) ATO L3-Commercial Aviation Operator, they already have taken the initiative to progressively implemented flight parameter monitoring devices in state-of-the-art aircraft.

The first step is always to adapt the safety management system (SMS) in order to collect the data parameters, complete or just few, and give due treatment and follow-up. Nowadays technology allows even without on-board equipment to collect aircraft position, altitude and speed data, either by the secondary radar system, or by the transponder mode-S signal tracking applications such as *flightradar24* or *flightaware*.

In an extreme situation, involving an incident or accident, and with a basic on-board data collection system, if the equipment maintains readability, flight data records may provide useful information for safety deficiencies identification.

These data are extremely useful in an ATO internal or external investigation, for analysis and dissemination by the community of these same improvement opportunities, allowing to increase aviation safety.

Página deixada intencionalmente em branco || Intentionally left blank

### 3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

#### 3.1. Constatações da investigação || Findings

A aeronave tinha todos os certificados e licenças válidos.

Os registos de manutenção indicam que a aeronave tinha sido mantida de acordo com os regulamentos e procedimentos existentes.

A aeronave estava a ser operada dentro dos limites de massa e centragem, bem como dos limites operacionais.

Não foram evidenciados defeitos ou mau funcionamento do grupo motopropulsor que pudessem ter contribuído ou causado o acidente.

Todas as superfícies de controle foram analisadas e todos os danos na aeronave foram atribuídos às forças severas no momento de impacto.

O aluno piloto estava autorizado para o voo de acordo com os regulamentos da ATO e da regulamentação europeia existentes para o efeito.

O aluno piloto encontrou condições IMC e perdeu as referências visuais devido às condições meteorológicas locais que se faziam sentir.

A perda de referências visuais terá levado a uma desorientação espacial, com perda de controle da aeronave com uma descida pronunciada.

A aeronave embateu no solo num ângulo elevado e, devido às elevadas forças envolvidas no impacto, o acidente não se configurou de sobrevivência possível.

The aircraft had all the certificates and licenses valid.

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

The aircraft was being operated within the mass and balance limits, as well as operational limits.

There was no evidence of any engine or propeller defect or malfunction that could have caused or contributed to the accident.

All control surfaces were found and analysed, having all damage attributed to the severe impact forces.

The student pilot was authorized for the intended flight in accordance with existing ATO and European regulations.

The student pilot encountered IMC conditions, lost the visual references due to the weather (mist) in the area.

This probably resulted in spatial disorientation, with the aircraft loss of control performing a noticeable dive.

The aircraft impacted with the ground in a steep angle, and due to the high impact forces, the accident was not survivable.

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

### 3.2.1. Causas prováveis || Probable causes

Entrada inadvertida em IMC com consequente desorientação espacial do aluno piloto devido à perda de referências visuais.

Inadvertent entry in IMC with consequent student pilot spatial disorientation, due to the loss of visual references.

### 3.2.2. Fatores contributivos || Contributing factors

Condições atmosféricas locais propícias à formação nublosa a baixa altitude.

Local atmospheric conditions favourable to low altitude cloud formation.

Tripulações em operação na área não efetuaram relato sobre a alteração das condições meteorológicas locais (PIREP).

Crews operating in the area did not report changes in local weather conditions (PIREP).

A pouca experiência do aluno piloto em voo noturno e a ausência de formação mínima em IFR.

The low student pilot night flight experience, and the lack of minimal IFR training.

## 4. RECOMENDAÇÕES || RECOMMENDATIONS

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

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

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

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

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

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

### 4.1. Curso integrado ATP || ATP integrated course

#### 4.1.1. Ações implementadas na ATO relativamente ao programa de voo noturno no curso integrado ATP || ATO implemented actions regarding night Flight program in the ATP integrated course

A ATO no seu processo de investigação interno, e em ligação com a análise decorrente da investigação do GPIAAF, tomou a iniciativa de propor à autoridade nacional de aviação civil (ANAC) uma alteração à ordem de execução das lições de voo noturno no sílabos, contemplando:

- a) O programa de voo noturno é agora realizado apenas após a lição Nº 23 da fase 4 do programa de voo; e
- b) O aluno deverá ter completado todas as missões anteriores do programa de treino; e
- c) Deter um total de pelo menos 100 horas de voo.

Adicionalmente, os alunos devem fazer o voo noturno com a mesma aeronave que voaram na fase 4. Se não, terão de fazer um circuito de voo

The ATO in its internal investigation process, and in connection with the analysis resulting from GPIAAF investigation, took the initiative to propose to the national aviation authority (ANAC) a change to the order of performing night flying lessons in the syllabus, considering:

- a) The night flight program is now conducted only after lesson 23 of phase 4 of the flight program; and
- b) Student pilot shall have completed all prior lessons; and
- c) Student pilot must have at least 100 total flight hours.

Additionally, students shall perform the night flying on the aircraft they fly phase 4. If not, they shall have a 1 hour day circuit flight to adapt to the aircraft that they will perform the night flight.

diurno de 1 hora, para se adaptarem à aeronave que vão voar à noite.

A ANAC concordou e autorizou a alteração da ordem das lições com base numa análise de risco efetuada pela ATO.

A ATO elegeu ainda efetuar um conjunto de alterações aos limites de operação em voo noturno divulgando através da norma interna Nº26/2018, onde se destacam:

- Alerta para as tripulações relativamente à proximidade das temperaturas de ponto de orvalho e temperatura do ar.
- Mínimos meteorológicos da ATO:
- tecto mínimo, conforme descrito:

**Company weather minima solo:**

- Cloud, 3,000 feet ceiling AGL
- 16 kilometres visibility.
- Surface wind  $\leq$  25kts,  $\leq$  aircraft maximum demonstrated crosswind component or those personal limitations set by Primary Flight Instructor.
- Weather forecast minima conditions to allow for latest planned landing plus one hour.

A seguinte recomendação de segurança tem como objetivo dar aos alunos piloto ferramentas e conhecimentos para que, se inadvertidamente entrarem em condições IMC, tenham capacidade para manter a orientação no espaço recorrendo aos instrumentos básicos, não perdendo o controlo da aeronave.

ANAC agreed and authorized the change in the lessons order based on a risk assessment performed by ATO.

It also decided to make a set of changes to the limits of operation in night flight shared through the internal procedure Nº26/2018, namely:

- Alert to crews of near-temperature dewpoint and air temperature.
- ATO meteorological minima:
- and minimum ceiling, as follows:

The following safety recommendation intends to give the student pilots the tools and knowledge so that if they inadvertently face IMC conditions, they will be able to keep spatial orientation, using basic flight instruments and not lose aircraft control.

**À EASA – Agência Europeia para a Segurança da Aviação :**

**Recomendação de Segurança  
N.º PT.SIA 2019-0003**

**Recomenda-se que a Agência Europeia para a Segurança da Aviação, EASA, avalie e altere a programação do curso integrado ATP, onde o treino de voo solo noturno, atualmente na fase 3, seja cumprido apenas na fase 4 após as lições de voo básico por instrumentos.**

**To EASA - European Aviation Safety Agency:**

**Safety Recommendation  
Nr. PT.SIA 2019-0003**

**It is recommended that the European Aviation Safety Agency, EASA, evaluate and change the ATP integrated training schedule, where the nightly solo training flight, currently in phase 3, will be completed only in phase 4 after the basic instrument flight lessons.**

## 4.2. Implementação local e progressiva de Sistema de monitorização e dados de voo || Local and progressive FDM implementation

Conforme anteriormente referido, a legislação atual não obriga a recolha de dados para a operação NCO com aeronaves equipadas com motores alternativos.

Ainda assim e atendendo à dimensão atual do operador e dos objetivos futuros anunciados por este, será de indubitável mais valia técnica, comercial e mais importante ainda, um importante passo e contributo para a cultura de segurança aérea, dentro e fora da operação da ATO, a implementação de um procedimento no SMS da ATO para recolha e tratamento de dados básicos de voo.

Entende-se que os dispositivos a instalar a bordo, ainda que não resistentes a um acidente, serão sempre uma mais valia.

Esta recomendação tem como principal objetivo que o operador estabeleça progressivamente um programa de seguimento de operação, bem como as condições de monitorização das atividades de formação prática em voo, recolhendo dados, analisando e agindo sobre os seus desvios.

O operador deverá avaliar, dentro das soluções de mercado disponíveis e tendo em conta a frota própria e contratada, e escolher o sistema que melhor se adequa à recolha de dados básicos essenciais (discretos ou vídeo), tais como, mas não limitado a:

Posição, VAV-Velocidade do Ar Verdadeira, ALT-altitude, HDG-Rumo, RPM-Rotações por minuto do motor, etc.

As previously mentioned, the current regulation does not require the FDM collection for NCO operation with aircraft equipped with reciprocating engines.

Nevertheless, given the current size of the operator and the announced future, it will be of undoubted technical, commercial and, more importantly, a step forward and a positive contribution to aviation safety culture, both inside and outside the ATO operation, a progressive implementation of an ATO SMS procedure with basic flight data collection and processing.

It is understood that the devices to be installed on board, even if not crashworthy, will always be a step forward.

The main purpose of this recommendation is for the operator to progressively establish an operational follow-up program, as well as the conditions for monitoring in-flight practical training activities, collecting data, analysing and acting on its deviations.

The operator shall evaluate, within the available market solutions and taking into account their own fleet and leased aircraft, and choose a system that best suits the collection of essential basic data (discrete or video), such as, but not limited to:

Position, TAS-True Air Speed, ALT-altitude, HDG-Heading, RPM-Engine revolution per minute, etc.

### À EAA – L3-Commercial Aviation

#### Recomendação de Segurança N.º PT.SIA 2019-0004

Recomenda-se que o operador EAA – L3-Commercial Aviation introduza progressivamente nas suas aeronaves sistemas básicos de recolha de dados de voo (FDM), estabelecendo dentro do seu sistema de gestão da segurança procedimentos de monitorização e tratamento desses mesmos dados recolhidos.

### To EAA – L3-Commercial Aviation

#### Safety Recommendation Nr. PT.SIA 2019-0004

It is recommended that EAA – L3-Commercial Aviation evaluate and gradually introduce in their aircraft, basic systems capable of flight data collection (FDM) and establish within its safety management system the proper treatment and oversight of these same data parameters.

### 4.3. Incentivo ao relato e monitorização - PIREPs como boas práticas na ATO || ATO PIREPs best practice implementation and monitoring

Esta recomendação tem como principal objetivo estabelecer as boas práticas de relato e alerta em voo pelos pilotos (PIREPS) de situações que possam colocar de alguma forma a segurança de outras aeronaves em risco, sobre situações vivenciadas ou observadas pelas tripulações, e conforme descrito na regulamentação em vigor.

The purpose of this recommendation is to establish the PIREPS as a best practice, about situations that may represent any safety risk to other aircraft from experienced or observed situations by the crews, as described in the regulations in force.

#### À EAA – L3-Commercial Aviation

##### Recomendação de Segurança PT.SIA 2019-0005

Recomenda-se que o operador EAA - L3-Commercial Aviation, introduza nos seus manuais e dissemine a boa prática do relato voluntário de ocorrências em voo através de comunicação Ar-Terra, de situações que possam de alguma forma colocar a segurança de voo em causa, conforme determinado na Part-NCO GM1 NCO.GEN.105(d) da EASA.

#### To EAA – L3 – Commercial Aviation

##### Safety Recommendation Nr. PT.SIA 2019-0005

It is recommended that EAA – L3-Commercial Aviation, introduce in its manuals and disseminate as best practice the voluntary reporting of occurrences in flight through Air-Ground communication of situations that may in some way pose the flight safety concern, as determined in Part-NCO GM1 NCO.GEN.105 (d) of the EASA.

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

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

**A equipa de investigação.**

**The investigation team.**