



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

Ponte de Sor, Portalegre, Portugal

10 de novembro de 2023, 15:46 UTC

Falha de motor por falta de combustível seguido de perda
de controlo - FUEL/LOC-I

CIVIL AVIATION

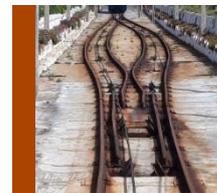
Ponte de Sor, Portalegre, Portugal

10th of November 2023, 15:46 UTC

Engine failure due to fuel exhaustion followed by loss of
control - FUEL/LOC-I

REIMS CESSNA, F 150J

SEVENAIR ACADEMY / D-ERIT



RELATÓRIO FINAL DE INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA DE ACIDENTE

ACCIDENT SAFETY INVESTIGATION FINAL REPORT

[2023/ACCID/07]



REPÚBLICA
PORTUGUESA

INFRAESTRUTURAS E
HABITAÇÃO

Editor || 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

Contactos || Contact information:

Telefone || Phone: (+ 351) 21 273 92 30

Notificação de acidentes/incidentes || Accident/incident notification (24/7):

(+351) 915 192 963

E-mail: geral@gpiaaf.gov.pt

Internet: www.gpiaaf.gov.pt

Desenho e Composição || Layout and graphic design:

GPIAAF

© GPIAAF · Lisboa, Portugal · 2024

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, printing, reproduction and distribution of this material is permitted, acknowledging 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 of the material obtained from other agencies, private individuals or organisations, belongs to them. Where you wish to use their material you will need to contact them directly.

Controlo documental || Document control

Informações sobre a publicação original Original publication details	
Título Title	Falha de motor à descolagem por falta de combustível seguido de perda de controlo ao regressar à pista Engine failure at T/OFF due to fuel exhaustion followed by loss of control when return to the runway
Tipo de Documento Document title	Relatório de investigação de segurança Safety Investigation Report
N.º do Documento Document ID	AC_2023/ACCID/07_RF
Data de publicação Publication date	2024-11-06

Registo de alterações no caso do Relatório ter sido alterado após a sua publicação original Record of revisions, in case the report has been amended after 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.

No decurso da investigação foi mantido o contacto com as diversas partes envolvidas, incluindo a apresentação dos achados, conclusões e aspetos que iriam ser objeto de recomendações de segurança.

Para além dessa informação, 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:

ANAC (Portugal), BFU (Germany), EASA (EU), Operador (ATO), NTSB (USA) – FAA & Marvel Schebler.

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 accident prevention and comprises the gathering and analysis of evidence, in order to determine the causes and, when appropriate, to issue safety recommendations.

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

During the safety investigation, regular contact with the involved parties was maintained, including information on the findings, conclusions and areas to be covered by safety recommendations.

In addition to such contacts and in accordance 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:

Foram recebidos comentários da ANAC (Portugal), BFU (Alemanha), EASA (EU) e Marvel Schebler, 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.

Todas as referências temporais mencionadas neste relatório, salvo indicação em contrário, são apresentadas em Tempo Universal Coordenado (UTC).

GPIAAF received comments from ANAC (Portugal), BFU (Germany), EASA (EU) and Marvel Schebler, which were duly analysed and, when accepted, integrated into the text of this final report.

IMPORTANT NOTE:

This report was prepared only for the purpose of accident prevention. Its use for any other purpose 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.

All the times mentioned in this report, unless otherwise indicated, are given in Coordinated Universal Time (UTC).

ÍNDICE || INDEX

	Sinopse Synopsis	09
	Glossário Glossary	12
1.	INFORMAÇÃO FACTUAL FACTUAL INFORMATION.....	13
1.1.	História do voo History of the flight	13
1.2.	Lesões Injuries to persons	16
1.3.	Danos na aeronave Damage to aircraft.....	16
1.4.	Outros danos Other damage	16
1.5.	Pessoas envolvidas Personnel information	16
1.5.1.	Piloto instrutor Instructor pilot.....	16
1.5.2.	Aluno piloto Student pilot.....	17
1.6.	Informação sobre a aeronave Aircraft information	18
1.6.1.	Generalidades General	18
1.6.2.	Certificação Certification.....	18
1.6.3.	Aeronavegabilidade e Manutenção Airworthiness and Maintenance	19
1.6.4.	Sistema de combustível Fuel system	20
1.6.5.	Massa e centragem Mass and balance	22
1.6.6.	Sistema de flaps Flap system	23
1.6.7.	Motor O-200A O-200A engine	24
1.6.7.1.	Carburador MA-3SPA The MA-3SPA carburettor	24
1.7.	Informação meteorológica Meteorological information	24
1.8.	Ajudas à navegação Aids to navigation	25
1.9.	Comunicações Communications	25
1.10.	Informação do aeródromo Aerodrome information.....	25
1.11.	Gravadores de voo Flight recorders	27
1.12.	Destroços e informação sobre impactos Wreckage and impact information.....	28
1.13.	Informação médica e patológica Medical and pathological information	29
1.14.	Fogo Fire	29
1.15.	Aspetos de sobrevivência Survival aspects	29
1.16.	Ensaio e Pesquisas Tests and Research	31
1.16.1.	Análise espectrográfica ao som do motor Engine sound spectrographic analysis	31
1.16.2.	Estudo dos destroços do grupo moto-propulsor Powerplant wreckage study	32

1.17.	Informação sobre organização e gestão Organizational and management information	34
1.18.	Informação adicional Additional information	35
1.19.	Técnicas de investigação úteis ou eficazes Useful or effective investigation techniques.....	35
2.	ANÁLISE ANALYSIS.....	37
2.1.	A missão de treino The training mission	37
2.2.	Planeamento das missões Mission planning.....	39
2.2.1.	Autonomia da aeronave Aircraft endurance	39
2.2.2.	Massa e centragem Mass and balance	40
2.2.3.	Falta de combustível Fuel exhaustion.....	41
2.3.	Gestão da emergência Emergency management	43
2.3.1.	Falha de motor à decolagem (EFATO) Engine failure @ T/O (EFATO)	43
2.3.2.	Gestão de segurança operacional e procedimentos da ATO ATO safety management system and procedures.....	45
2.4.	Sistema de alimentação por carburador Carburettor induction system	48
2.4.1.	Enquadramento regulatório dos serviços de manutenção aeronáutica EASA - FAA Aviation maintenance regulatory framework EASA - FAA	50
2.5.	Gestão de tempos de serviço de componentes Components service time management.....	51
3.	CONCLUSÕES CONCLUSIONS.....	54
3.1.	Constatações da investigação Findings	54
3.1.1.	A aeronave The aircraft.....	54
3.1.2.	Tripulação Crew	54
3.1.3.	Operações de voo Flight operations	55
3.1.4.	Sobrevivência Survivability	55
3.2.	Causas/fatores contributivos Causes/contributing factors.....	56
3.2.1.	Causas prováveis Probable causes.....	56
3.2.2.	Fatores contributivos Contributing factors.....	56
3.3.	Comentários Comments.....	57
4.	Recomendações Recommendations	66
4.1.	Ações de segurança implementadas ou em implementação Safety actions implemented or under implementation.....	66
4.1.1.	Pela ATO By the ATO.....	66
4.1.2.	Pela EASA By EASA	68
4.2.	Recomendações de segurança Safety recommendations.....	69

4.3.	Outras aprendizagens relevantes para a segurança Other relevant safety lessons	69
5.	APÊNDICES APPENDICES.....	71
5.1.	Lição 31 dos sílabos ATP (A) Lesson 31 from ATP (A) syllabus	71
5.2.	Extrato do Pilot reference guide - EFATO Extract from pilot reference guide for EFATO	72

Página intencionalmente em branco || Page intentionally blank

SINOPSE || SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 2023/ACCID/07		Classificação Classification Acidente Accident	
		Tipo de evento Type of event FUEL/LOC-I – Gestão de Combustível/Perda de controlo em voo Fuel management/Loss of control inflight	
OCORRÊNCIA OCCURRENCE			
Data Date 10-Nov-2023	Hora Time 15:46 UTC	Local Location Ponte de Sor, Portalegre, Portugal	Coordenadas Coordinates 39°12'26.0"N 8°03'40.4"W
AERONAVE AIRCRAFT			
Tipo Type Reims Cessna, F150J		N.º de série Serial Nr. 0401	Matrícula Registration D-ERIT
Categoria Category Avião asa fixa Fixed wing airplane			Operador Operator Sevenair Academy
VOO FLIGHT			
Origem Origin Ponte de Sor (LPSO)		Destino Destination Ponte de Sor (LPSO)	
Tipo de voo Type of flight Treino Training		Tripulação Crew 02	Passageiros Passengers 00
Fase do voo Phase of flight Descolagem Take-off		Condições de luminosidade Lighting conditions Diurno Daylight	
CONSEQUÊNCIAS CONSEQUENCES			
Lesões Injuries	Tripulação Crew	Passageiros Passengers	Outros Other
Fatais Fatal	1	0	0
Graves Serious	1	0	0
Ligeiras Minor	0	0	N/A
Nenhuma None	0	0	N/A
Danos na aeronave Aircraft damage Destruída Destroyed		Outros danos Other damage Nenhuns None	

No dia 10 de novembro de 2023 uma aeronave Reims Cessna F150J com registo D-ERIT descolou do aeródromo de Ponte de Sor para um voo de instrução com um instrutor e um aluno piloto a bordo.

Após realizarem um voo para Sul até uma zona a Oeste de Évora, regressaram ao aeródromo de Ponte de Sor para treino de voo local com circuitos de aeródromo na pista de serviço 21, sem qualquer reporte de anomalias ou dificuldades técnicas.

Às 15:46, na linha de subida da pista 21 para o que seria o último circuito de treino, a cerca de 170 ft (aprox. 52 m) de altura estimados, o motor da aeronave evidenciou problemas de funcionamento, recuperando logo de seguida para rotações de potência de descolagem e, em sequência, terá perdido a potência por completo.

On November 10th, 2023, a Reims Cessna F150J aircraft, registered D-ERIT, took off from Ponte de Sor aerodrome for an instructional flight with an instructor and a student pilot on board.

After flying south to an area west of Évora, they returned to Ponte de Sor aerodrome for local flight training, performing aerodrome circuits on the active runway 21, without any report of anomalies or technical difficulties.

At 15:46 on runway 21 upwind for what would be the last training circuit, at an estimated height of about 170 ft, the aircraft's engine exhibited malfunctions, recovering immediately to take-off power rotation and, subsequently, appears to have lost power altogether.

A aeronave, a sobrevoar a zona da soleira da pista 03, voltou à direita por alguns instantes num rumo Oeste seguindo-se uma volta de aproximadamente 180° também pela direita em descida não controlada.

Decorrente da perda de controlo, e sem recuperar de uma atitude de nariz em baixo pronunciada, a aeronave colidiu com o solo, imobilizando-se em poucos metros.

O aluno piloto foi helitransportado para uma unidade central de saúde de Lisboa em estado grave, o piloto instrutor sofreu ferimentos fatais.

Tipo de ocorrência || Occurrence type

FUEL – LOC-I: Falha de motor à descolagem por falta de combustível seguido de perda de controlo da aeronave na tentativa de regressar à pista.

The aircraft, while overflying the threshold area of runway 03, turned right for brief moments in a westerly direction and then began a 180° turn in an uncontrolled descent.

As a result of the loss of control, and without recovering from a pronounced nose-down attitude, the aircraft initially collided with the right-wing tip on the ground, coming to rest a few metres away.

The student pilot was airlifted to a central health unit in Lisbon in serious condition, the instructor pilot suffered fatal injuries.

FUEL – LOC-I: Engine failure during take-off due to fuel exhaustion followed by loss of control upon attempting to reach the runway.

Principais conclusões da Investigação || Investigation main conclusions

A perda de controlo da aeronave ao tentar regressar à pista, após perda de potência do motor por falta de combustível a bordo foi a causa determinada para o acidente.

A decisão de realizar circuitos de aeródromo após divergirem para o aeródromo alternante para cumprimento dos tempos de voo previstos para a missão de treino e sem ser considerado o combustível remanescente a bordo foi um fator decisivo para o evento.

As limitações da aeronave, nomeadamente a falta de fiabilidade na indicação da quantidade de combustível a bordo sem uma indicação visual de baixo nível independente e eficaz, levando as tripulações a desconsiderarem os indicadores no planeamento e acompanhamento durante o voo terá contribuído para o processo de decisão de realizar circuitos após regresso ao aeródromo.

O regresso bem-sucedido à pista após falha de motor à descolagem (EFATO) está para além das capacidades da maioria dos pilotos, considerando o número de variáveis envolvidas, conhecimentos e habilidades necessárias.

As opções para uma determinada pista de operação regular de uma ATO, já devem estar

The determined cause for the accident was loss of control of the aircraft while attempting to return to the runway, following loss of engine power due to fuel exhaustion.

The decision to perform aerodrome circuits after diverting to the alternate aerodrome to meet the flight time foreseen for the training mission and without considering the remaining fuel on board was a key factor for the event.

The aircraft limitations will have contributed to the decision making process to perform circuits after returning to the aerodrome, namely the lack of reliability in indicating the amount of fuel on board without an independent and effective low-level visual indication, leading crews to disregard indicators in planning and monitoring during flight.

A successful return to the runway after an engine failure during take-off (EFATO) is beyond the capabilities of most pilots considering the number of variables involved, required knowledge and skills.

The options for a given runway of regular operation of an ATO must already be foreseen,

previstas, naturalmente sujeitas a considerações de vento, altura, velocidade do ar, massa e centragem da aeronave e experiência das tripulações.

É da maior relevância que as organizações de formação (ATOs) estabeleçam procedimentos claros que contemplem decisões padronizadas e otimizadas para garantir a sobrevivência em caso de falha de motor à decolagem (EFATO).

naturally subject to considerations of wind, height, airspeed, mass and balance of the aircraft and crew experience.

It is therefore important that training organizations (ATOs) establish clear procedures that include standardized and optimized decisions to ensure survival when facing an engine failure during take-off (EFATO).

Recomendações e seus destinatários || Recommendations and their addressees

Durante o processo de investigação foram identificadas um conjunto de fragilidades no processo de gestão do risco da ATO que declarou estar em fase de estudo e implementação de ações mitigadoras, nomeadamente:

- Adequação da frota ao tipo de missões;
- Revisão da política de combustível;
- Uniformização de instrutores de voo;
- Controlo de tempo de voo das missões/lições e,
- Procedimentos EFATO para aeronaves monomotor nas bases do operador.

Atendendo às medidas declaradas, a Autoridade Nacional de Aviação Civil, no exercício das suas competências e responsabilidades, terá necessariamente de dedicar uma especial atenção à monitorização e supervisão da ATO, relativamente às lacunas identificadas.

Relativamente a Recomendações de Segurança, o tipo de operação comercial de uma ATO nas condições severas de utilização em ambiente de treino, como fator de mitigação de possíveis falhas de motor ou de componentes por desgaste não previsto pelos fabricantes, o controlo preciso das horas de trabalho torna-se num requisito essencial. O registo de horas de operação por dispositivo independente, seja por fonte em tacómetro do motor ou contador elétrico (*hobbs meter*) por exemplo, ativado por sensor de pressão de óleo, é sempre um método preferível a um registo manual do operador, não só sujeito a erros como, no caso, a uma política de registo de tempos diferenciado do indicado pelo OEM do motor.

During the investigation process, a set of weaknesses were identified in the ATO risk management process, which declared to be in the process of studying and implementing mitigating actions, namely:

- Fleet adequacy to the type of missions;
- Fuel policy review;
- Flight instructors' standardization;
- Mission/lesson flight time control and,
- EFATO for Single-Engine Aircraft procedures for the operator bases.

In view of the facts and conclusions, the National Civil Aviation Authority (ANAC), in the exercise of its competences and responsibilities, must dedicate special attention to the ATO oversight and monitoring, especially over the identified gaps.

Regarding Safety Recommendations, the type of commercial operation of an ATO under severe operating conditions in a training environment, the precise control of operating hours becomes an essential requirement as a factor to mitigate potential engine or component failures due to wear and tear not foreseen by the manufacturers. The recording of operating hours sourced from an independent device, either the engine's tachometer or electric meter (*hobbs meter*) for example, activated by an oil pressure sensor, is always preferable to a manual method made by the operator, not only subject to errors but, in this case, different to the time recording policy which is indicated by the engine OEM.

Atendendo à ausência de critérios e procedimentos claros relativamente à contabilização de tempos de operação dos motores da frota do operador conforme requerido pelos respetivos fabricantes, foi recomendado ao operador a implementação um método de controlo preciso das horas de trabalho dos motores, enquanto requisito essencial para dar cumprimento às diretrizes dos fabricantes dos motores.

Given the absence of criteria and clear procedures regarding recording of engine operating times on the operator's fleet, as required by the respective OEMs, it was recommended to the operator to implement a method of precise control of engine working hours as an essential requirement to comply with the engine manufacturers' guidelines.

GLOSSÁRIO || GLOSSARY

ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil National Civil Aviation Authority
ARC	Certificado de revisão da aeronavegabilidade Airworthiness review certificate
ATO	Organização de Treino Autorizada Authorized Training Organization
ATPL(A)	Licença de Piloto de Linha Aérea (Avião) Airline Transport Pilot Licence (Airplane)
EASA	Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação European Union Aviation Safety Agency
EFATO	Falha de Motor à Descolagem Engine Failure at Take-off
EFB	Prancheta eletrónica Electronic Flight Bags
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
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
ICAO	Organização da aviação civil internacional International Civil Aviation Organization
KIAS	Velocidade do ar indicada (nós) Knots-Indicated Air Speed
kt	Nó (= 1 milha náutica/hora = 1,852 km/h) Knot (= 1 NM/hour = 1,852 km/h)
NTSB	National Transportation Safety Board
PIC	Piloto Comandante Pilot in command
POH	Manual de Operação Pilot Operating Handbook
RH	Lado direito Right hand
SEP	Monomotor a hélice Single Engine Propeller
TSN	Tempo desde fabrico Time Since New
TSO	Período de tempo desde grande inspeção Time Since Overhaul
USG	Galões dos Estados Unidos U.S. Gallons
UTC	Tempo Universal Coordenado Universal Time Coordinated

1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

1.1. História do voo || History of the flight

No dia 10 de novembro de 2023 pelas 14:02, uma aeronave Reims Cessna F150J com registo D-ERIT descolou da pista 21 do aeródromo de Ponte de Sor (LPSO) para um voo de instrução com um piloto instrutor e um aluno piloto a bordo.

O planeamento do voo realizado teve em consideração as atividades aéreas locais e limitações ao espaço aéreo previstas para o dia. A tripulação optou por um desvio inicial para Oeste antes de rumar a Sul com destino ao aeródromo de Évora, conforme plano de voo submetido aos serviços de informação de voo, onde se incluíam as localidades de Mora, Montemor-o-Novo e Casa Branca, antes da entrada no circuito de Évora.

Segundo os registos de planeamento do voo, a missão tinha prevista a aterragem em Évora para reabastecimento e regresso a Ponte de Sor via Évora Monte, Estremoz e Avis.

O voo com código RVP202 terá decorrido com normalidade tendo a tripulação, pelas 14:42, ao sobrevoar Casa Branca, decidido divergir para o aeródromo alternante, regressando a Ponte de Sor (LPSO) num rumo Nordeste em direção a Arraiolos, em vez de continuar até Évora conforme tinha sido previsto.

Pelas 15:05 após sobrevoarem a localidade de Mora, realizaram uma manobra de treino de aterragem forçada após falha de motor simulada, junto à Herdade da Franzina (detalhe A da figura 1), antes de regressarem ao aeródromo seguindo o trajeto de saída, evitando novamente a área da barragem de Montargil condicionada pelos voos de exibição previstos para o dia (detalhe C da figura abaixo).

Foram mantidas comunicações bilaterais entre a aeronave e o serviço de informação de voo de LPSO quando em circuito de aeródromo e com LISMIL em rota.

Os registos do voo mostram que após regresso ao circuito do aeródromo (detalhe B da figura 1), pelas 15:28 foi iniciada uma segunda fase de

On November 10th, 2023, at about 14:02 a Reims Cessna F150J aircraft, registered D-ERIT, took off from Ponte de Sor aerodrome for an instructional flight with an instructor pilot and a student pilot on board.

The planning of the flight took into account local air activities and limitations of the airspace foreseen for the day. The crew having opted for an initial detour to the West before heading south to Évora aerodrome, according to the flight plan submitted to the flight information services, which included the areas of Mora, Montemor-o-Novo and Casa Branca before entering the circuit at Évora.

According to flight planning records, the mission had anticipated to land at Évora for refuelling and return to Ponte de Sor via Évora Monte, Estremoz and Avis.

The flight with callsign RVP202 appears to have taken place normally, having the crew, at 14:42 when overflying Casa Branca, decided to divert to the alternate aerodrome, thus returning to Ponte de Sor (LPSO) in a northeasterly direction towards Arraiolos, instead of proceeding to Évora as planned.

At 15:05 after flying over the town of Mora, they performed a forced landing training maneuver after simulated engine failure, next to Herdade da Franzina, detail A of Figure 1, before returning to the aerodrome following the departure routing, avoiding again the area of Montargil reservoir affected by the exhibition flights scheduled for the day (detail C of the Figure below).

Bilateral communications were maintained between the aircraft and the LPSO flight information service aerodrome circuit and with LISMIL when enroute.

Recordings of the flight show that after reaching the aerodrome at 15:28, detail B of Figure 1, a second phase of the training took place with

treino, com três circuitos realizados na pista de serviço 21, sem qualquer reporte de anomalias ou dificuldades técnicas.

three circuits performed on the active runway 21, without any report of anomalies or technical difficulties.

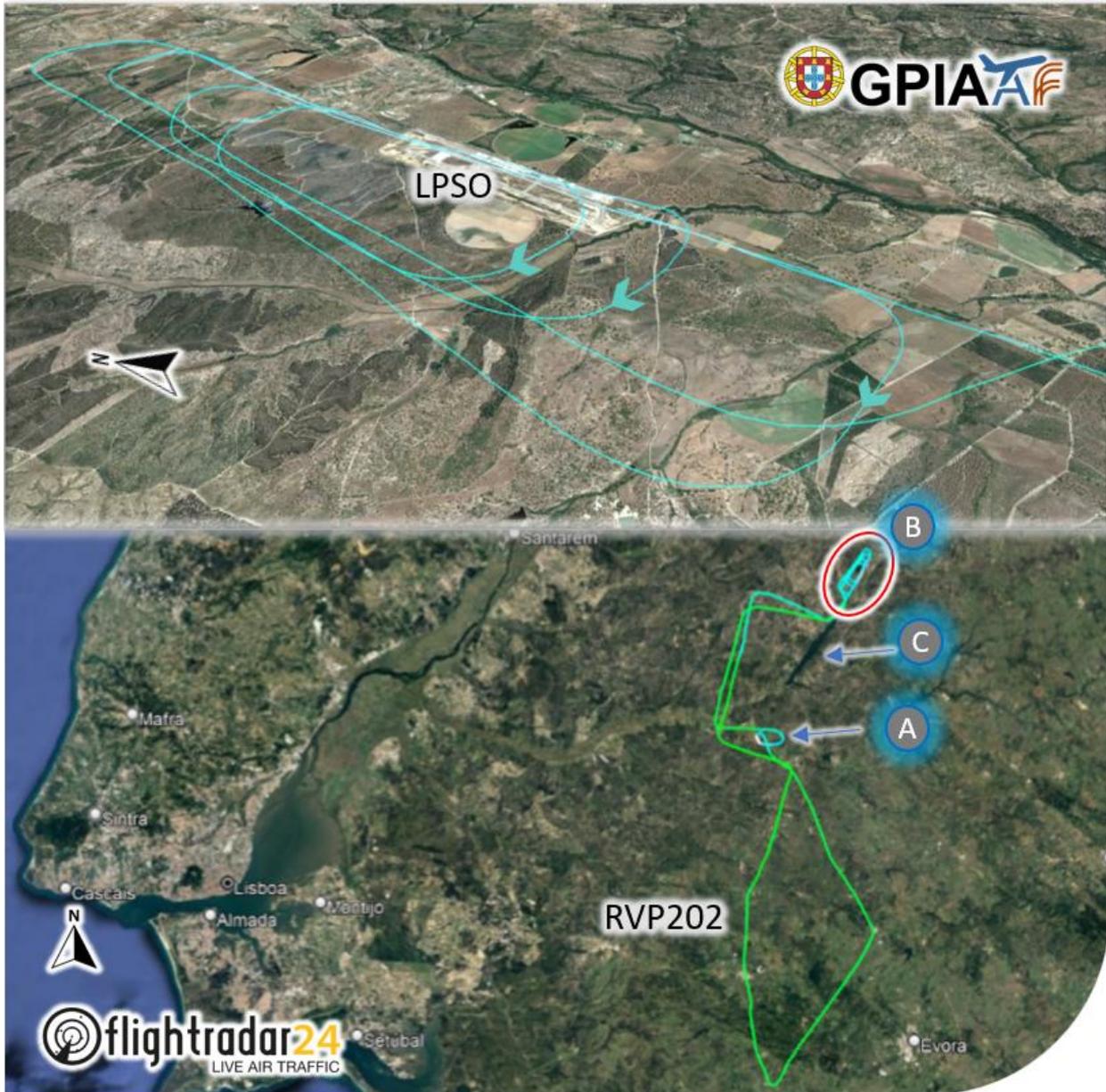


Figura 1 || **Figure 1**
Trajetória do voo RVP202 || RVP202 flight trajectory

Às 15:46 na linha de subida da pista 21, a cerca de 170 ft (52 m) de altura estimados, o motor da aeronave evidenciou problemas de funcionamento, recuperando logo de seguida para rotações de potência de descolagem e, em sequência, terá perdido a potência por completo.

At 15:46 on runway 21 upwind, at an estimated altitude of about 170 ft, the aircraft's engine exhibited malfunctions, recovering immediately to take-off power rotation and, subsequently, appears to have lost power altogether.

A aeronave, a sobrevoar a zona da soleira da pista 03, voltou à direita por alguns instantes num rumo Oeste seguindo-se uma volta de 180° também pela direita em descida não controlada.

The aircraft, while overflying the runway 03 threshold area, turned right for brief moments in a westerly direction before beginning a 180° turn in an uncontrolled descent.

Decorrente da perda de controlo, e sem recuperar de uma atitude de nariz em baixo pronunciada, a aeronave colidiu inicialmente com a ponta direita da asa no solo, imobilizando-se a poucos metros.

As a result of the loss of control, and without recovering from a pronounced nose-down attitude, the aircraft initially collided with the right-wing tip on the ground, coming to rest a few metres away.



Nota: Parte superior da cabine e lado esquerdo da asa movida pelos serviços de socorro ||
 Note: Cabin ceiling and left wing moved by the rescue team

Figura 2 || **Figure 2**

Posição e condição final da aeronave acidentada

Accident aircraft final position and condition

Ao local acorreram as corporações de bombeiros do aeródromo e locais, veículo de emergência médica e forças de segurança.

Aerodrome and local fire brigades, the emergency medical vehicle and security forces rushed to the scene.

O aluno piloto foi helitransportado para uma unidade central de saúde de Lisboa em estado grave, o piloto instrutor sofreu ferimentos fatais na colisão.

The student pilot was airlifted to a central health unit in Lisbon in serious condition, the instructor was fatally injured in the collision.

O GPIAAF foi notificado às 15:53, tendo deslocado uma equipa de investigação de aviação civil para o local, iniciando os trabalhos no terreno às 17:10, prosseguindo com as entrevistas a testemunhas e recolha de informação.

GPIAAF was notified at 15:53, and a civil aviation investigation team travelled to the accident site and began work on-site at 17:10, followed by interviews with witnesses and gathering of information.

1.2. Lesões || Injuries to persons

Lesões Injuries	Tripulantes Crew	Passageiros Passengers	Outros Others
Fatais Fatal	1	0	0
Graves Serious	1	0	0
Ligeiras Minor	0	0	0
Nenhumas None	0	0	0
TOTAL	2	0	0

1.3. Danos na aeronave || Damage to aircraft

A aeronave ficou destruída em resultado do impacto com o solo. Foram encontrados todos os seus componentes junto ao local do acidente e foi assegurada a continuidade dos comandos de voo.

O lado esquerdo da asa e parte superior do *cockpit* foram encontrados rodados e sobre a parte direita da aeronave, por ação de movimentação pelos serviços de socorro para a assistência aos ocupantes.

Com base no exame dos destroços, a aeronave ficou destruída na colisão com o solo com uma atitude acentuada de nariz e asa direita em baixo. As assinaturas dos danos nas pás da hélice indicam que o motor não estava a desenvolver potência no momento do impacto.

The aircraft was destroyed as a result of the impact with the ground. All its components were accounted for at the crash site and the continuity of flight controls was assured.

The left wing and upper part of the cockpit were found overturned and on the right part of the aircraft, as a result of the actions of rescue services to assist the occupants.

Based on the wreckage examination, the aircraft struck the ground in a pronounced nose and right wing down attitude. The witness marks on the propeller blades indicate that the engine was not delivering power at the time of impact.

1.4. Outros danos || Other damage

Nenhuns

None

1.5. Pessoas envolvidas || Personnel information

1.5.1. Piloto instrutor || Instructor pilot

O piloto instrutor, do sexo masculino, 36 anos de idade, de nacionalidade portuguesa, era titular de uma licença de piloto comercial (Avião), com qualificações de instrutor e de um certificado médico classe 1, ambos válidos à data do evento.

The pilot, male, 36 years old, Portuguese nationality, was the holder of a commercial pilot's license (Airplane), with flight instructor qualifications and a class 1 medical certificate, both valid at the time of the event.

	PILOTO INSTRUTOR INSTRUCTOR PILOT
DETALHES PESSOAIS PERSONAL DETAILS Nacionalidade Nationality: Idade Age:	Portuguesa Portuguese 36
LICENÇA DE TRIPULANTE TÉCNICO FLIGHT CREW LICENCE Tipo Type: Qualificações Ratings: Validade Validity: Entidade Emissora Issuing Authority:	CPL(A) SEP(land), FI(A) 2024-06-30 ANAC
EXPERIÊNCIA DE VOO FLIGHT EXPERIENCE	
Horas de voo totais Total flight hours: Horas de voo no tipo Flight hours on type:	1300h(PIC) 924h (FI) 1233h (SEP)

Reconhecido pelos pares como um instrutor de excelência com padrões de atuação em instrução e preparação para o voo com um foco na segurança operacional, foi nomeado pela administração da ATO como *safety manager*, papel que desempenhava em acumulação de funções.

Recognized by his peers as an instructor of excellence with standards of performance in instruction and flight preparation and a focus on operational safety, he was appointed by the ATO’s management to be safety manager, a role he held in addition to being instructor.

A análise à documentação revelou que o piloto instrutor tinha as licenças e qualificações necessárias para o voo de acordo com a regulamentação aplicável.

The review of documentation revealed that the instructor pilot had the necessary licenses and qualifications for the flight in accordance with the applicable regulations.

1.5.2. Aluno piloto || Student pilot

O aluno piloto, do sexo masculino, 25 anos de idade, de nacionalidade portuguesa, era titular de uma autorização de voo e de um certificado médico classe 1, ambos válidos à data do evento.

The student pilot, male, 25 years old, Portuguese nationality, was the holder of a student pilot authorization and a class 1 medical certificate, both valid at the time of the event.

O aluno realizava a missão n.º 31 do curso ATPL(A), com uma duração prevista de 2:15 em voo de viagem (*X-country*).

The student was carrying out mission no. 31 of the ATPL(A) course, with an expected duration of 2:15 on a navigation flight (*cross-country*).

	ALUNO PILOTO STUDENT PILOT
DETALHES PESSOAIS PERSONAL DETAILS Nacionalidade Nationality: Idade Age:	Portuguesa Portuguese 25
LICENÇA DE TRIPULANTE TÉCNICO FLIGHT CREW LICENCE Tipo Type: Habilitações Ratings: Validade Validity: Entidade Emissora Issuing Authority:	ATPL(A) Aluno Student N/A 2025-05-22 ANAC
EXPERIÊNCIA DE VOO FLIGHT EXPERIENCE	
Horas de voo totais Total flight hours:	38:20h - 15:55h (solo)

Dada a extensão das lesões e sobretudo aos aspetos traumáticos do evento ocorrido nas circunstâncias descritas, não foi possível obter do aluno piloto declarações coerentes com os factos apurados durante a investigação.

A análise à documentação revelou que o aluno piloto estava devidamente autorizado para realizar o voo de acordo com a regulamentação aplicável.

Given the extent of the injuries and especially the traumatic aspects of the event which occurred under the circumstances described, it was not possible to obtain from the student pilot sustained statements that supported the facts established during the investigation.

The documentation review revealed that the pilot had the necessary licenses and qualifications for the flight in accordance with the applicable regulations.

1.6. Informação sobre a aeronave || Aircraft information

1.6.1. Generalidades || General

O Cessna 150 de asa alta e seu sucessor, o Cessna 152, estão entre os projetos de aeronaves de dois lugares mais bem-sucedidos da história, com uma produção de quase 24.000 exemplares ao longo de 26 anos.

Embora os modelos Cessna 150 e 152 sejam normalmente operados como modelo único, incluindo o uso de *check-lists* comuns, como era o caso da ATO do evento, as aeronaves têm características de voo com diferenças, especificamente no comportamento de voo com flaps, potência disponível e não menos relevante, no *handling* dos comandos.

Equipado com um motor Continental O-200 de 100 hp às 2750 RPM, o C150 tem uma velocidade de perda sem flaps e sem potência aplicada nas 55mph.

O manual Cessna Spin Characteristics D5014-13, refere para o modelo 150J "A fase incipiente de rotação será rápida com o nariz em baixo a progredir em torno dos 60° a 70° durante cerca de duas voltas".

The high-wing Cessna 150 and its successor, the Cessna 152, rank among the most successful two-seater aircraft designs in history with a production run of nearly 24,000 airplanes that spanned 26 years.

Although the Cessna 150 and 152 models are normally operated as a single model, including the use of common checklists, as was the case at the event ATO, the aircraft have different flight characteristics, specifically in their behaviour with flaps extended during flight, available power and no less relevant, in the handling of the controls.

Equipped with a Continental O-200 engine rated 100 HP at 2750 RPM, the C150 has a stall speed of 55mph in flaps up, power off configuration.

The Cessna Spin Characteristics manual D5014-13, refers for the 150J model that, "The incipient phase rotation will be rapid, and the nose will progress to an average 60° to 70° nose down in the vicinity of two turns".

1.6.2. Certificação || Certification

Os registos da aeronave referem que esta foi fabricada em 1968 pela Reims Aviation Company em França, tendo sido importada da Alemanha (Koblenz) em março de 1991 ainda com o registo D-EABB. Em Portugal voou ao serviço de vários aeroclubes com as marcas de nacionalidade e matrícula CS-AYA até outubro de 2007, quando

The aircraft's records show that it was manufactured in 1968 by the Reims Aviation Company in France and was imported from Germany (Koblenz) in March 1991 still with the registration D-EABB. In Portugal, it flew at several aeroclubs with the nationality and registration marks CS-AYA until October 2007, when it was

foi adquirida por uma das empresas do grupo do operador, voltando a incorporar um registo alemão, D-ERIT.

A documentação evidenciava uma condição aeronavegável, devidamente mantida pelo operador seguindo os requisitos das Part ML e 145 dos regulamentos da EASA.

acquired by one of the companies in the operator's group, reincorporating a German registration, D-ERIT.

The documentation demonstrated an airworthy condition and the aircraft was duly maintained by the operator in accordance with the Part ML and 145 of the EASA requirements and regulations.

Referência Reference	Aeronave Airframe	Motor Engine	Hélice Propeller
Fabricante Manufacture	Reims Aviation Company	Teledyne Continental	McCauley
Tipo/Modelo Type/Model	F150J	O-200-A	1A100/MCM6950
N.º de Série Serial Nr	F15000401	21R250	ZCA1006
Ano de construção Year of construction	1968	1973	UNK
Tempo desde Novo T S N	13400:25	UNK – OVH 17/12/2019 1063h 06/03/2023 Repair	3427:05
Tempo desde última inspeção T S L I	21:40	50h Insp. 30:15h (TSO:1494:55)	30:15h (1494:55)
Data da última Inspeção Last Insp. Date	31/10/2023	13/10/2023	13/10/2023

1.6.3. Aeronavegabilidade e Manutenção || Airworthiness and Maintenance

A aeronave de registo alemão era controlada por uma entidade Espanhola (ES.MG.189) e foi sujeita à sua última avaliação de aeronavegabilidade com a respetiva emissão do seu ARC pela entidade portuguesa (PT.CAMO.024) do grupo comercial do operador a 06/09/2023.

A última intervenção de manutenção programada (50 h) foi registada em 13/10/2023.

O sistema de registos e contabilização de horas do operador baseado em tempo entre calços e tempo de voo conforme aplicável, não está de acordo com o estabelecido no manual do fabricante do motor. Na SIL98-9C da Continental Motors, é referido “substitua ou faça uma revisão geral ao motor a cada 12 anos ou quando acumular o número de horas de operação listadas para o modelo do motor (1800h para o O-200A)”. O conceito do fabricante relativamente a horas de operação é referente a tempo de funcionamento do motor e não tempo entre calços ou tempo de voo.

A verificação documental de manutenção da aeronave revelou ainda incongruências nos registos de equipamentos instalados (ex. hélice, *transponder*), não sendo, contudo, relevantes para a ocorrência ou fator que tenha afetado a operação da aeronave ou seus componentes.

The German-registered aircraft was controlled by a Spanish entity (ES. MG.189), received its last airworthiness review with the respective issuance of its ARC by the Portuguese entity (PT. CAMO.024) of the operator's commercial group on 06/09/2023.

The last scheduled maintenance check (50 h) was recorded on 13/10/2023.

The operator's flight time recording and accounting system, based on block time and flight time as applicable, is not in accordance with the engine manufacturer's manual. Continental Motors refers in SIL98-9C to "replace or overhaul the engine no later than twelve (12) years from date placed in service, or on accumulation of the operating hours listed in for the engine model. (1800h O-200A)". The manufacturer's concept of operating hours refers to engine run time and not block or flight time.

Examination of the aircraft’s maintenance documentation also revealed inconsistencies in the records of installed equipment (e.g. propeller, transponder), although they had no influence on the event or any detrimental effect on the aircraft or its components operation.

1.6.4. Sistema de combustível || Fuel system

O combustível é armazenado e fornecido ao motor a partir de dois tanques, um em cada lado da asa. Desses tanques, o combustível flui por gravidade através de uma válvula de corte e um filtro para o carburador. Dispõe de um volume total de 96 litros (26 USG), dos quais 85 litros (22,5 USG) são utilizáveis (ou seja, 12 litros (3,5USG) no total não são utilizáveis).

Segundo os registos, a aeronave terá iniciado a missão com 46 litros (12 US Gal), tendo a tripulação calculado um valor de 48 litros como necessários para cumprir os requisitos da missão, desvio para aeródromo alternante e 30 minutos de tempo de voo adicionais de reserva.

Fuel is supplied to the engine from two tanks, one in each wing. From these tanks, fuel flows by gravity through a fuel shutoff valve and fuel strainer to the carburettor. It has a total volume of 96 litres (26 USG), of which 85 litres (22.5 USG) are usable (or 12 litres (3.5USG) in total are not usable).

According to records, the aircraft started the mission with 46 litres (12 US Gal), with the crew calculating a figure of 48 litres as necessary to meet the mission requirements, diversion to alternate airfield and 30 minutes of additional reserve fuel.

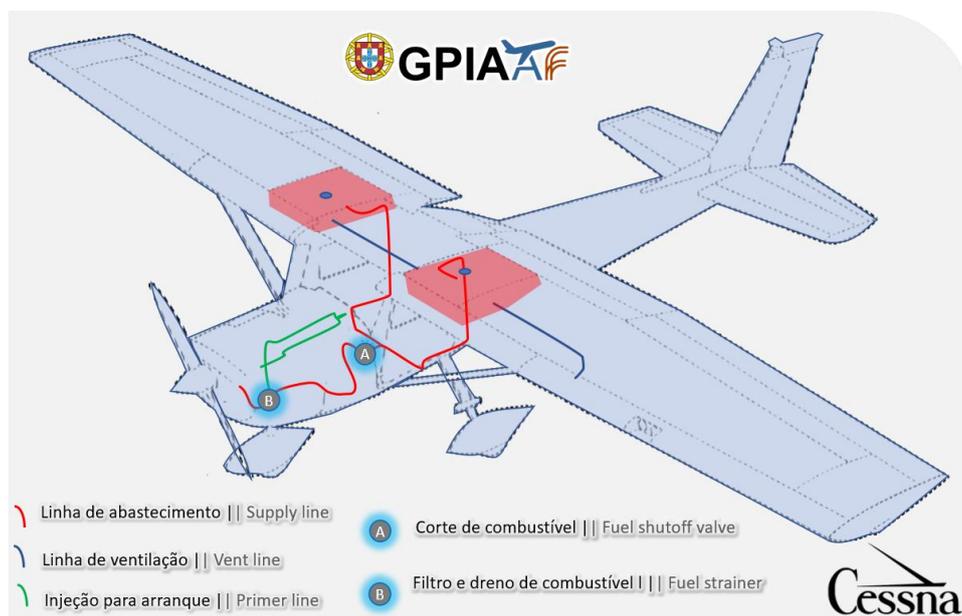


Figura 3 || Figure 3
Sistema de combustível C150 || C150 fuel system

O sistema de indicação da aeronave usa dois sensores tipo boia, um em cada tanque, fornecendo um valor resistivo a dois indicadores de quantidade de combustível operados eletricamente e localizados no painel de instrumentos. Um tanque vazio é indicado por uma linha vermelha e pela letra E. Quando um indicador mostra o tanque vazio, este contém cerca de 1,75 US Gal ou 6 litros (combustível não utilizável). O fabricante refere “os indicadores não podem ser usados para leituras precisas em voo não coordenado ou atitudes anormais”.

Os regulamentos aplicáveis à data do projeto da aeronave não requeriam um sistema de

Fuel quantity is measured by two float-type fuel quantity resistive transmitters (one in each tank) and indicated by two electrically operated fuel quantity indicators on the instrument panel. An empty tank is indicated by a red line and the letter E. When an indicator shows an empty tank, approximately 1.75 US Gal (or 6 litres) of unusable fuel remain in the tank. The manufacturer mentions that “the indicators cannot be relied upon for accurate readings during skids, slips, or unusual attitudes”.

The regulations applicable at the time when the aircraft was designed did not require a low-level

indicação de baixo nível independente do sistema de indicação.

O método de aferição de combustível presente nos tanques das aeronaves em prática na ATO consiste numa medição comparativa com escala graduada entre $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e *Full*. As escalas disponíveis na base do operador e utilizadas nos modelos C150 e C152 são mostradas na figura abaixo.

indication system independent of the indication system.

The method of measuring the fuel present in the aircraft tanks in practice at the ATO consisted of a comparative measurement using a scale which indicated $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ and Full. The scales available at the operator's base and used on the C150 and C152 models are shown in the figure below.



Figura 4 || Figure 4

Escalas de aferição da quantidade de combustível para os modelos C150 e C152

|| Scale used to check the fuel level on C150 and C152 models

A documentação do operador refere ainda a necessidade de registar no final de cada voo o valor estimado de combustível remanescente na aeronave. Não há registo de reabastecimento antes do voo do acidente.

The operator's documentation also mentions the need to record the estimated value of fuel remaining in the aircraft at the end of each flight. There is no record of refuelling before the accident flight.

Os fabricantes de aeronaves das décadas de 1950 a 1970, e mesmo em datas posteriores, recorreram a sensores de combustível desenhados para aplicações distintas da aviação, com o objetivo de cumprir com os regulamentos de aviação. A falta de confiança entre os operadores sustentada em inúmeros eventos de indicação errónea, levou à prática do "Não confie nos indicadores de combustível da aeronave". Desta forma, o sistema de indicação de combustível dos modelos Cessna, baseados em sensores por boia, são considerados pelos utilizadores como meras referências visuais sem confiabilidade relativamente à quantidade real presente nos tanques.

Aircraft manufacturers from the 1950s to the 1970s and even during subsequent years, resorted to fuel sensors designed for applications other than in aviation, in order to comply with aviation regulations. The lack of trust among operators supported by numerous erroneous indication events, led to the practice of "Do not trust the aircraft's fuel gauges". As such, the fuel indication system of Cessna models, based on float sensors, are considered by users as mere visual references with no reliability in regard to the actual amount of fuel present in the tanks.

Atendendo ao sistema de aferição descrito e procedimento em prática na ATO, não foi possível

Given the measurement system described and the procedure in place at the ATO, it was not

determinar como foi obtida a quantidade de combustível registada, 46 litros, e aceite como disponível no início da missão.

possible to determine how the recorded amount of fuel, 46 litres, and accepted as available at the beginning of the mission was obtained.

1.6.5. Massa e centragem || Mass and balance

Os registos de massa e centragem realizados pela tripulação antes do voo referem um valor de operação no limite máximo de carregamento da aeronave 725 kg (1600 lbs) com um valor para o combustível nos 75 lbs (34 kg), correspondente aos 48 litros detalhados no planeamento de combustível como sendo o necessário para a missão, ainda que tenham sido aferidos e registados apenas 46 litros.

The mass and balance calculations made by the crew before the flight indicate an operating value at the maximum loading limit of the aircraft 725 kg (1600 lbs) with a value for fuel of 75 lbs (34 kg), corresponding to the 48 litres detailed in the fuel planning as the necessary amount for the mission, even though only 46 litres available were measured and noted.

SAMPLE LOADING PROBLEM	SAMPLE AIRPLANE		YOUR AIRPLANE	
	Weight (lbs.)	Moment (lb.-ins./1000)	Weight (lbs.)	Moment (lb.-ins./1000)
1. Licensed Empty Weight (Sample Airplane) . . .	1084	35.9	1150	39,7
2. Oil (6 qts. - The weight of full oil may be used for all calculations)	11	-0.1	11	-0.1
3. Fuel (Standard - 22.5 Gal. at 6 Lbs./Gallon)	135	5.7	75	3,2
Fuel (Long Range - 35 Gal. at 6 Lbs./Gallon)				
4. Pilot and Passenger (Sta. 33 to 41)	340	13.3	370	14,4
5. Baggage - Area 1 (or Passenger on Child's Seat) (Sta. 50 to 76, 120 Lbs. Max.)	30	1.9	5	0,3
6. Baggage - Area 2 (Sta. 76 to 94, 40 Lbs. Max.)				
7. TOTAL WEIGHT AND MOMENT	1600	56.7	1600	57,6
8. Locate this point (1600 at 56.7) on the Center of Gravity Moment Envelope, and since this point falls within the envelope, the loading is acceptable.				

Pelos registos de planeamento para a massa à aterragem (*landing weight*) em LPSO, estes sustentam a necessidade de abastecimento da aeronave em LPEV com o valor a determinar após consumo no voo LPSO-LPEV.

From the landing weight planning calculations at LPSO, these support the need to refuel the aircraft at LPEV with the value to be determined after consumption on the LPSO-LPEV flight.

Os 45 minutos de voo planeados mais os tempos na placa, rolagem e considerando consumos da missão, o valor consumido rondaria os 28 litros ou aproximadamente os 20 kg referidos nos registos:

The planned 45 minutes of flight plus the times on the ramp, taxiing and considering mission consumption, the amount consumed would be around 28 litres or approximately the 20 kg referred to in the records:

Aircraft Registration		D-ERIT	
Departure AD	LPSO	Destination AD	LPSO
T/O weight (Kgs)	727	Landing weight (Kgs)	707

O facto de ter sido planeado apenas uma das pernas LPSO com destino em LPSO, poderá ser atribuído a um método de simplificação para os aspetos relevante do cálculo de *performance* ou, por hipótese, a tripulação já ter a intenção de

The fact that only one of the LPSO legs was planned with destination for LPSO, may be attributed to a method of simplification for the relevant aspects of the performance calculation or, hypothetically, the crew already intended to

divergir para o aeródromo de origem (LPSO). Os registos de cálculos demonstram uma preocupação de tripulação no controlo da massa máxima à decolagem (MTOM).

1.6.6. Sistema de flaps | | Flap system

Os flaps do C150 são do tipo *fowler* com extensão até aos 40°. O modelo 150J está equipado com um interruptor de seleção por mola (teimoso) para atuação durante a extensão, exigindo assim um comando do piloto até que a configuração desejada seja alcançada. Para a recolha de flaps, o interruptor mantém a sua posição, permitindo a recolha total dos flaps por comando único. Este sistema foi adotado até ao último ano de produção do C150 quando o 150M de 1977 foi equipado com interruptor de posições pré-selecionadas, sistema transferido para o C152 e que se tornou no padrão da Cessna.

O sistema de atuação foi recuperado dos destroços para uma análise detalhada, sendo possível determinar a extensão do atuador no momento da colisão e, em sequência, estimada a posição das superfícies aerodinâmicas em torno dos 12°, por comparação com uma aeronave operacional.

O POH refere que as decolagens normais e para livrar obstáculos são realizadas com flaps a 0°. Refere ainda que o uso de flaps nos 10° encurtará a corrida de decolagem em aproximadamente 10%, contudo esta vantagem é minimizada numa condição de subida para livrar um obstáculo com 50 pés (requisito regulamentar). Assim, o uso de flaps a 10° é apenas referido para quando é necessário minimizar a corrida de decolagem ou decolagens em terreno não preparado com obstáculos na linha de subida, o que não era o caso durante o voo de treino do evento.

O operador refere nos seus SOPs para as aeronaves Cessna 150 e 152 (Anexo 1 do SOP da ATO) a decolagem normal com flaps 0°. Por padronização de procedimentos de ensino entre aeronaves, e atendendo a que o manual permite uma operação de decolagem com 10° de flaps, é considerado pelo corpo de instrutores um procedimento aceitável a decolagem em tal configuração. É, no entanto, relevante considerar as penalizações de performance da aeronave conforme referido nos manuais do fabricante,

divert to the aerodrome of origin (LPSO). The calculation records demonstrate a concern of the crew in controlling the maximum take-off mass (MTOM).

The C150 flaps are of the *fowler* type that can be extended up to 40°. The 150J model is equipped with a spring-loaded selector switch requiring the pilot to command the switch down until the desired flap setting is achieved. Flap retraction is achieved with the switch in its neutral position and a single upward command which will result in full retraction of the flaps. This system was used until the last year of C150 production when the 1977 150M variant introduced a new switch with pre-selected flap deflection detents, which was then carried over to the C152 and become the Cessna standard across the product line.

The actuation system was recovered from the wreckage for a detailed analysis, allowing to determine the actuator extension at the time of impact and, subsequently, estimate the position of the aerodynamic surfaces to be around 12°, compared to an operational aircraft.

The POH mentions that normal and obstacle clearance take-offs are performed with flaps up. It also states that the use of 10° of flaps will shorten the ground run by approximately 10%, but this advantage is lost in the climb to a 50-foot obstacle (by regulation requirements). Thus, the use of flaps at 10° is only recommended when it is necessary to minimize the take-off run or take-offs on unprepared surfaces and the need to clear obstacles, which was not the case during the event's training flight.

The operator refers in its SOPs for the Cessna 150 and 152 aircraft (Annex 1 of the ATO SOP) that normal take-off is made with 0° flaps. Due to the standardization of teaching procedures between aircraft and given that the manual allows a take-off operation with 10° of flaps, it is considered by the instructors to be an acceptable procedure for take-off to be performed in such a configuration. It is, however, relevant to consider the aircraft's performance penalties as referred to in the manufacturer's manuals, as an example: "in

como exemplo: “em descolagens com altitudes e temperaturas elevadas, a subida [da aeronave] é considerada marginal com flaps 10”.

higher altitude take-off in hot weather, the climb [of the aircraft] is considered marginal with flaps 10”.

1.6.7. Motor O-200A || O-200A engine

A aeronave estava equipada com um motor O-200-A da Continental, refrigerado a ar, quatro cilindros opostos, sem caixa redutora. O motor é equipado com um carburador de fluxo vertical da Marvel Schebler (MSAC), modelo MA-3SPA.

The aircraft was equipped with a Continental O-200-A engine, air-cooled, horizontally opposed four-cylinders and direct-drive. The engine is fitted with an updraft Marvel Schebler (MSAC), MA-3SPA model carburettor.

A curva de consumo de combustível apresentada no manual do fabricante do motor, refere um valor aproximado de 7 US Gal (26 litros) para rotações de descolagem em torno das 2400 RPM.

The fuel consumption curve shown in the engine manufacturer's manual refers to an approximate value of 7 US Gal (26 litres) for take-off speeds around 2400 RPM.

Não foram encontradas deficiências no motor que pudessem justificar o seu comportamento observado na fase de descolagem com a perda parcial ou total de potência imediatamente antes da perda de controlo da aeronave.

No deficiencies were found with the engine that could explain the observed behaviour of the engine during the take-off phase with the partial or total loss of power immediately prior to the loss of control of the aircraft.

1.6.7.1. Carburador MA-3SPA || The MA-3SPA carburettor

O Carburador MA-3SPA da família de pequenos carburadores MA-3 da Marvel Schebler, tem como finalidade fornecer aos cilindros uma mistura de ar e combustível numa proporção ótima para cada regime de funcionamento do motor. A correta proporção ar-combustível é conseguida através de um sistema de cuba de nível constante por um mecanismo de boia de nível a comandar uma válvula¹.

The MA-3SPA Carburettor from Marvel Schebler's MA-3 family of small carburettors is intended to provide the cylinders with a mixture of air and fuel in an optimal ratio for every engine operating speed. The correct air-fuel ratio is achieved through a constant-level vessel system by a float level mechanism controlling a valve¹.

O carburador PN:10-4894-1 com n.º de série MS08MB20, sofreu revisão geral (*overhaul*) no fabricante, MSAC em agosto de 2019 e foi instalado durante o *overhaul* do motor ocorrido em dezembro de 2019.

The PN:10-4894-1 carburettor with serial number MS08MB20, underwent overhaul at the manufacturer, MSAC in August 2019 and was installed during the engine overhaul that occurred in December 2019.

1.7. Informação meteorológica || Meteorological information

A temperatura do ar estimada no local rondaria os 17°C, vento predominante de 230° com intensidade até 8 nós e céu parcialmente coberto com nuvens altas. As condições meteorológicas não foram consideradas um fator para o evento.

The estimated air temperature at the site was around 17°C, prevailing wind of 230° with intensity up to 8 knots and a partially covered sky with high clouds.

¹ Para mais detalhes do funcionamento do carburador MA-3, consultar Cap.4 do [relatório de investigação 2021/ACCID/04](#) || For additional details on MA-3 carburettor check the chapter 4 of [investigation report 2021/ACCID/04](#).

1.8. Ajudas à navegação || Aids to navigation

A tripulação submeteu dois planos de voo VFR: LPSO-LPEV e LPEV-LPSO. O primeiro plano de voo com o indicativo RVP202 foi ativado à saída da TMRZ de LPSO e foram mantidas as comunicações com o serviço de informação de voo LisMil.

Atendendo a que o voo divergiu para o aeródromo de origem, não houve ativação do segundo plano de voo.

The crew submitted two VFR flight plans: LPSO-LPEV and LPEV-LPSO. The first flight plan with the callsign RVP202 was activated upon leaving the TMRZ at LPSO and thereafter communications were maintained with the LisMil flight information service.

Given that the flight diverted to the aerodrome of origin, there was no activation of the second flight plan.

1.9. Comunicações || Communications

A tripulação manteve contacto rádio com os serviços de informação de voo de LPSO e LisMil nas respetivas fases de voo, tendo as comunicações do voo decorrido com normalidade.

As comunicações rádio entre a tripulação e os serviços de informação de voo foram gravadas, não revelando particular interesse para o contexto da investigação. O único ponto a assinalar refere-se à comunicação da tripulação com o AFIS quando a aeronave se encontrava no vento de cauda para no 3.º circuito, tendo o aluno piloto referido:

- *Sevenair 202 on right downwind for full stop or...*

O piloto instrutor intervém referindo:

- *Touch and go Sevenair 202.*

A tripulação não realizou qualquer chamada de emergência ou reporte de anomalias, falhas ou situações que pudessem condicionar ou ameaçar as condições de segurança do voo.

The crew maintained radio contact with the flight information services of LPSO and LisMil during the respective phases of flight, with the flight communications having taken place normally.

The radio communications between the crew and the flight information services were recorded and were not of particular interest to the context of the investigation. The only point to note refers to the crew's communication with the AFIS when the aircraft was in the tailwind to execute the 3rd circuit, with the student pilot referring:

- *Sevenair 202 on right downwind for full stop or...*

The instructor pilot intervenes by referring:

- *Touch and go Sevenair 202.*

The crew did not make any emergency call or report anomalies, failures or situations that could hamper or threaten flight safety conditions.

1.10. Informação do aeródromo || Aerodrome information

O aeródromo de Ponte de Sor (LPSO) (39°12'42"N 08°03'28"W - 119m/390ft elevação) possui uma pista de asfalto orientada 03/21. A pista tem 1800x30m e é rodeada de terrenos agrícolas e terreno arbóreo característico da região.

Ponte de Sor Airfield (LPSO) (39°12'42" N 08°03'28" W - 119m/390ft elevation), has an asphalt runway oriented 03/21. The runway is 1800x30m and is surrounded by farmland and woodland characteristic of the region.

A pista, em ambas as direções, está livre de edifícios ou obstáculos significativos (área assinalada a verde na figura abaixo), tendo a pista 03 uma zona plana de terreno não preparado, contudo, com condições para realizar aterragens forçadas sem provocar danos significativos nas aeronaves conforme mostram os registos de eventos passados. Na direção 21, o terreno tem zonas de maior densidade de vegetação com alguns obstáculos naturais e sulcos, contudo existem algumas áreas livres, dentro e fora do perímetro do aeródromo.

The runway, in both directions, is free of significant buildings or obstacles (area marked in green in the figure below), with runway 03 having a flat area of unprepared land, however, with conditions to perform forced landings without causing significant damage to aircraft, as demonstrated from past events. In the opposite direction (21), the terrain has areas of greater vegetation density with some natural obstacles and furrows, however there are some free areas, within and beyond the perimeter of the aerodrome.



Figura 5 || **Figure 5**

Caracterização da envolvente do aeródromo LPSO

Characteristics of the terrain nearby LPSO aerodrome

1.11. Gravadores de voo || Flight recorders

A aeronave não estava equipada com gravadores de dados voo (FDR) ou de voz (CVR).

Tais equipamentos não são um requisito da atual regulamentação para o tipo de aeronave ou atividade de treino e formação das ATOs.

A investigação recorreu aos dados de radar registados pela NAV Portugal em conjugação com os registos do FR24, dados estes que permitiram traçar a trajetória da missão da aeronave com o respetivo perfil vertical e linha de tempo.

As duas fases do voo (em rota A e circuitos B da figura abaixo) foram detalhadas na interpretação das condições de voo, com os dados recolhidos a fornecerem informação factual relevante. O detalhe assinalado a verde em A é referente ao treino de simulação de aterragem forçada em terreno não preparado.

A aeronave terá iniciado o táxi às 13:55 com a decolagem a ocorrer às 14:02 até ao último registo às 15:46 na fase final da aproximação para o tocar e andar para o que eventualmente seria o último circuito.

Considerando um tempo mínimo de 10 minutos para aquecimento e teste de motor, os dados mostram um tempo total de funcionamento do motor de 2:02.

The aircraft was not equipped with a flight data recorder (FDR) or cockpit voice recorder (CVR).

Such equipment is not a requirement under the current regulations for the aircraft type or ATO operation.

The investigation used radar data recorded by NAV Portugal together with FR24 records, data which allowed to trace the trajectory of the aircraft's mission with its vertical profile and timeline.

The two phases of the flight (enroute A and circuits B in the figure below) were described in the interpretation of the flight conditions, with the data collected providing relevant factual information. The detail marked in green in A refers to the training of a simulated forced landing on unprepared terrain.

The aircraft seems to have started the taxi at 13:55 with take-off taking place at 14:02 until the last trace at 15:46 in the final phase of the approach for the touch and go which would eventually be the last circuit.

Assuming a minimum time of 10 minutes for warm-up and engine testing, the data shows a total engine run time of 2:02.



Figura 6 || Figure 6

Perfil vertical e velocidades das duas fases do voo || Vertical profile and speeds for the two flight phases

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

Pela observação da área envolvente aos destroços, foi possível constatar uma colisão inicial com a ponta direita da asa, seguida de uma dinâmica de rotação sobre a mesma e colisão com desaceleração e dissipação de energia brusca da zona dianteira da aeronave no solo.

Os tanques de combustível foram encontrados com algumas deformações, sem perfurações e vazios. Foi relatada pelos serviços de emergência um pequeno derrame de combustível do lado direito da asa sobre a cabine de pilotagem, tendo sido determinada a sua origem nas tubagens de ligação da asa à fuselagem. Não foi possível estimar a quantidade de combustível derramada, tendo sido referida “uma pequena quantidade”, compatível com as quantidades preconizadas no manual da aeronave para o combustível não utilizável (12 litros ou 3,5USG).

Os exames realizados aos destroços no local e envolvente e marcas no solo indicaram que a aeronave colidiu com o solo numa atitude de nariz e asa direita em baixo. As principais observações permitiram constatar o seguinte:

- Foram identificadas todas as secções principais da estrutura da aeronave, não havendo evidência de separação em voo ou danos estruturais pré-impacto,
- Foram identificadas todas as superfícies e comandos de voo e foi estabelecida a sua continuidade,
- Não foram detetados problemas na aeronave no pré-evento,
- O *cockpit* foi significativamente alterado pelas operações de socorro aos tripulantes, com as deformações e marcas de impacto não afetadas por essas operações, são atribuídas à colisão primária com o solo e colisões secundárias provocadas pelos ocupantes no painel de instrumentos.

Os danos assimétricos encontrados nas pás da hélice sugerem um embate com o solo com rotação sem que o motor estivesse a desenvolver potência. O indicador de RPM indicava 1650 RPM.

A cuba do carburador foi encontrada sem danos exteriores e, após procedimento de drenagem no

By examining the area surrounding the wreckage, it was possible to verify an initial collision with the right-wing tip, which acted as a pivot for the rotation dynamic which followed and resulted in a sudden dissipation of energy from the impact of the forward area of the aircraft with the ground.

The fuel tanks were found with some deformations, without any perforations and empty. A small fuel spill from the right side of the wing was reported by the emergency services above the flight deck and was determined to have originated in the pipes connecting the wing to the fuselage. It was not possible to estimate the amount of fuel spilled, and "a small amount" was mentioned, consistent with the quantities referred to in the aircraft manual of unusable fuel (12 litres or 3.5USG).

On-site examination of the wreckage and ground markings, all indicated that the aircraft initially impacted the ground in a right wing and nose down attitude. Examination of the wreckage also determined that:

- All major sections of the aircraft's structure were accounted for and there was no evidence of any in-flight break-up or pre-impact structural damage,
- All flight control surfaces were identified and flight control continuity was assured,
- No pre-event problems were detected with the aircraft,
- The cockpit had been significantly disturbed by the rescue operations to the crew with deformations and impact marks not resulting from those operations, are attributed to the primary collision with the ground and secondary collisions caused by the occupants on the instrument panel.

The asymmetrical damage found on the propeller blades suggest that there was rotation without the engine developing power, when the aircraft struck the ground. The RPM indicator showed 1650 RPM.

local do acidente, revelou uma quantidade residual de combustível (1,5 ml).

Não há indícios sugerindo que a perda de controlo da aeronave tenha tido origem em falhas mecânicas no pré-impacto.

The carburettor bowl was found without any external damage and, upon draining onsite, produced only a residual fuel quantity (1,5ml).

There is no evidence that the loss of control of the aircraft was due to any mechanical failures prior to impact.

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

A aluno piloto recebeu cuidados médicos em duas unidades hospitalares, tendo sido sujeito a várias intervenções cirúrgicas na face e membros inferiores durante os seis meses de internamento seguido de um longo processo de recuperação.

Quanto ao piloto instrutor, de acordo com o relatório da autópsia, a morte resultou de “lesões traumáticas Toraco-Abdominais e dos Membros produzidas por violento traumatismo de natureza contundente ou atuando como tal, compatíveis com o acidente ocorrido”. Refere ainda: “Não é possível excluir a possibilidade de um evento cardíaco previamente ao acidente e que possa ter precipitado a ocorrência do mesmo, tendo em conta as alterações cardíacas encontradas após análise histopatológica do coração”.

Os exames toxicológicos excluem qualquer intoxicação por etanol, drogas de abuso ou medicamentos.

The student pilot received medical care at two hospital units, having undergone several surgical procedures to the face and lower limbs during six months of hospitalization which was then followed by a prolonged recovery process.

According to the autopsy report, the cause of death of the instructor pilot was "due to traumatic Thoracoabdominal and Limb injuries produced by violent blunt force trauma or acting as such, compatible with the accident that occurred". It also states: "It is not possible to exclude the possibility of a cardiac event prior to the accident and that may have precipitated its occurrence, taking into account the cardiac changes found upon histopathological analysis of the heart".

Toxicology tests excluded any intoxication by ethanol, drug abuse or medications.

1.14. Fogo || Fire

Não houve qualquer incêndio, pré ou pós impacto.

There was no fire, pre or post impact.

1.15. Aspetos de sobrevivência || Survival aspects

Os ocupantes ficaram encarcerados nos destroços da aeronave, com o aluno piloto a usar ambos os cintos de segurança (dorsal e subabdominal). As posições encontradas do cinto dorsal do piloto instrutor e do seu corpo sustentam a hipótese de que este estaria a usar apenas o cinto subabdominal.

The occupants were incarcerated in the wreckage of the aircraft, with the student pilot wearing both seat belts (shoulder and lap harnesses). The positions found of the instructor pilot's shoulder harness and his body, sustain the hypothesis that he was wearing only the lap harness.

A componente de velocidade vertical no impacto sujeitou a aeronave e os ocupantes a forças de desaceleração extremas para a capacidade de sobrevivência do corpo humano, resultando ainda na deformação significativa da estrutura primária da aeronave. Os ferimentos fatais sofridos pelo piloto instrutor ocorreram maioritariamente na sequência de colisão secundária (corpo contra a aeronave).

O espaço inferior da cabine ficou significativamente reduzido, mantendo ainda assim um espaço suficiente para os ocupantes. O aluno piloto ficou ferido com gravidade também em resultado de colisões secundárias no tronco e face, tendo os membros inferiores sido afetados pela colisão primária. Após um período de estabilização no local, cerca de duas horas, o aluno piloto foi helitransportado para um hospital de referência em Lisboa.

The vertical speed component on impact subjected the aircraft and its occupants to extreme deceleration forces for the survivability of the human body, resulting in significant deformation of the aircraft's primary structure. The fatal injuries sustained by the instructor pilot occurred mainly following secondary collision (body against the aircraft).

The lower cabin space had been significantly reduced, while still maintaining sufficient volume for the occupants. The student pilot was also seriously injured as a result of secondary collisions with the torso and face, with the lower limbs being affected by the primary collision. After a period of stabilization onsite, about two hours, the student pilot was airlifted to a major hospital in Lisbon.

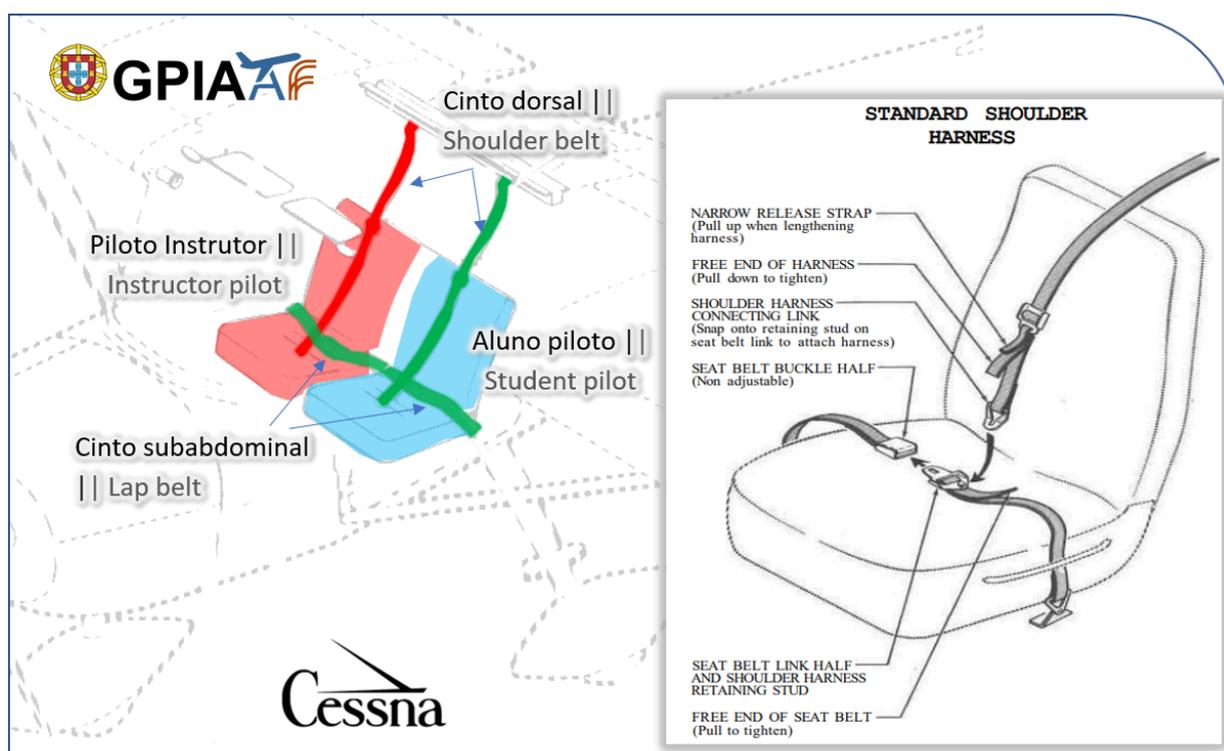


Figura 7 || Figure 7

Detalhes do sistema de cintos e retenção

Seat belt and restraint system details

Os serviços de socorro foram alertados imediatamente após o acidente pelos serviços de informação de voo do aeródromo, sendo prestado auxílio inicial de forma rápida.

Rescue services were alerted immediately after the accident by the aerodrome's flight information services, and initial assistance was provided quickly.

A ausência de uso do cinto de segurança dorsal contribuiu para a extensão das lesões do piloto instrutor, não sendo possível determinar se o uso do mesmo seria fator determinante para evitar

The omission to use the shoulder harness contributed to the extent of injuries sustained by the instructor pilot, although it was not possible to determine whether its use would have been a

lesões fatais ao limitar a deslocação do tronco para a frente no momento da colisão.

decisive factor in preventing fatal injuries from occurring, limiting forward the movement of the body during the collision.

1.16. Ensaios e Pesquisas || Tests and Research

A investigação do evento compreendeu:

- Estudo do enquadramento operacional e limitações da aeronave,
- Estudo e detalhe das trajetórias do voo da aeronave e a comunicações rádio durante o voo,
- Estudo de componentes críticos da aeronave, nomeadamente o carburador,
- Estudo da dinâmica da aeronave antes e ao atingir o solo recorrendo às evidências do local, depoimento de testemunhas e vídeos do evento,
- Estudo e análise das condições e aspetos de sobrevivência.

As pesquisas realizadas foram baseadas em inspeções visuais detalhadas e testes operacionais aos componentes principais da célula e motor.

The investigation of the event comprised:

- Analysis of the operational framework and limitations of the aircraft,
- Detailed assessment of the aircraft's flight path and the crew's radio communication during flight,
- Examination of critical aircraft components, in particular the carburettor,
- Analysis of the aircraft dynamics pre and upon striking the ground using evidence from the scene, witness testimony and videos of the event,
- Study and analysis of aspects and conditions related with survivability.

The investigation process was based on detailed visual inspections and operational testes to the main components of the airframe and engine.

1.16.1. Análise espectrográfica ao som do motor || Engine sound spectrographic analysis

A descolagem da aeronave foi registada em vários vídeos em momentos diferentes da trajetória. Um desses vídeos que a investigação teve acesso, capturou o momento da falha parcial de potência do motor e subsequente recuperação.

O áudio capturado foi analisado por forma a determinar as características e comportamento do motor no período registado.

Recorrendo às características de projeto do motor alternativo com ciclo Otto de quatro cilindros e um hélice bi-pá, foi possível isolar o som dos vários batimentos em normal funcionamento e comparar com os momentos de falha de funcionamento do conjunto.

Recorrendo a ferramentas de análise espectrográfica do som, foi possível determinar que o motor sofreu uma redução de potência para um valor médio em torno das 1850 RPMs

The aircraft's take-off was recorded in various videos at different times along the way. One of these videos that the investigation had access to, captured the moment of the partial failure of engine power and subsequent recovery.

The captured audio was analysed in order to determine the characteristics and behaviour of the engine during the recorded period.

Using the design characteristics of the reciprocating engine in a four-cylinder Otto cycle and a bi-blade propeller configuration, it was possible to isolate the sound beats of the assembly during the normal operation and compare it with the failure moments.

Using sound spectrographic analysis tools, it was possible to determine that the engine experienced a reduction in power to an average value of around 1850 RPMs during a period of 3.8

por um período de 3,8 segundos. Foram ainda detetadas falhas de funcionamento em vários momentos e em vários cilindros no seu ciclo motor durante cerca de 2 segundos.

A dinâmica observada de redução de frequência com oscilações e, em consequência, uma redução de RPMs ou potência disponibilizada pelo motor, é coerente com uma redução na alimentação de combustível (mistura pobre de ar-combustível).

O quadro destacado a vermelho na figura abaixo ilustra visualmente uma amostra dos batimentos com funcionamento irregular do ciclo motor.

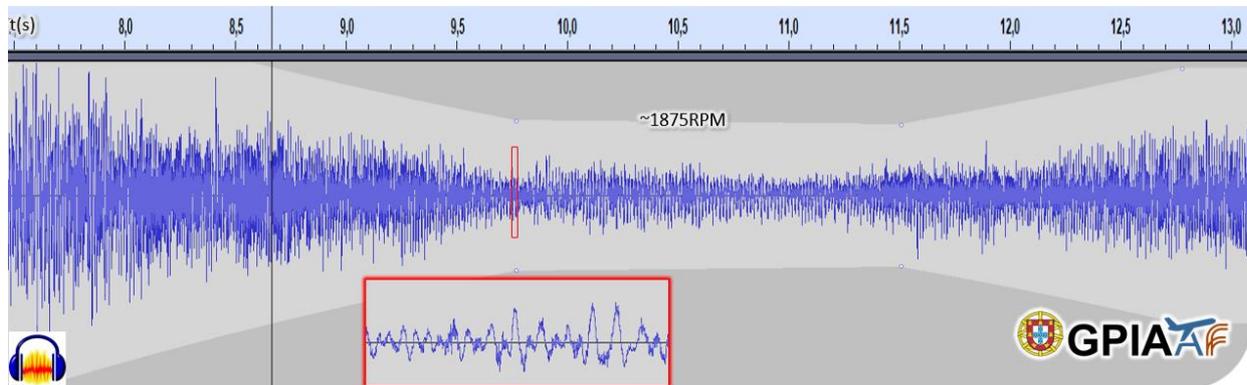


Figura 8 || **Figure 8**

Dados espetrométricos do som do motor na descolagem

Spectrometric data from engine sound during take-off

A análise do som mostra ainda a recuperação do motor para um regime normal de operação.

Sound analysis also shows the recovery of the engine to a normal operating regime.

1.16.2. Estudo dos destroços do grupo moto-propulsor || Powerplant wreckage study

Foram avaliados os componentes do grupo motopropulsor, com o objetivo de determinar a condição de funcionamento do conjunto nos momentos antecedentes à colisão com o solo.

The components of the powerplant were evaluated in order to determine the operating condition of the assembly in the moments prior to the collision with the ground.

O motor apresentava internamente um aspeto cuidado sem pontos de corrosão e erosão significativos, todos os seus elementos constituintes e acessórios revelaram uma operação normal com os danos observados atribuídos à colisão com o solo.

The engine internally appeared well maintained with no significant corrosion and erosion points, all its components and accessories displayed normal operating conditions, with the observed damage attributed to the collision with the ground.

Relativamente à condição exterior e aspeto dos elementos constituintes, a condição do motor é coerente com um motor em ambiente de elevada utilização, operação típica de aeronave em escola (ATO).

Regarding the external condition and appearance of its components, the condition of the engine was consistent with one operating in a high-utilization environment, that typical of a flight school (ATO).

Atendendo às evidências, foi dada uma especial atenção ao sistema de combustível, não tendo

Considering the evidence, particular attention was given to the fuel system, which did not reveal

sido detetadas anomalias no sistema de distribuição, ventilação e alimentação. O carburador foi enviado para o fabricante para uma análise detalhada.

A hélice apresenta uma condição normal de utilização das suas pás sem desgaste por erosão significativo. A condição assimétrica observada é coerente com uma paragem brusca na colisão com o solo, sem danos na segunda pá o que indica ausência de torque produzido pelo motor.

Foram avaliados pela investigação, em conjunto com o fabricante do carburador e o FAA (por delegação do NTSB) os componentes do carburador com o objetivo de determinar a sua condição de funcionamento do conjunto no momento da colisão com o solo.

Após desmontagem inicial, foram observados danos evidentes na parede interna da cuba do carburador, danos estes determinados como tendo causa no contacto do pino charneira da boia e respetiva grupilha com a parede interna da cuba do carburador.

any anomalies in the distribution, ventilation and supply system. The carburettor was sent to the manufacturer for a detailed analysis.

The propeller displayed a normal condition of its blades without significant erosion wear. The observed asymmetrical condition is consistent with a sudden stop during collision with the ground, no damage on the second blade, an effect indicative of the absence of torque produced by the engine.

The carburetor operating mechanism and internal components were evaluated together with technical experts from the manufacturer and the FAA (by delegation of the NTSB) in order to determine its operating condition at the time of collision with the ground.

After initial disassembly, obvious damage was detected on the inner wall of the carburettor bowl, damage determined to be caused by contact of the float hinge pin and its cotter pin with the inner wall of the carburettor bowl.



Figura 9 || Figure 9

Detalhe dos danos encontrados na cuba e sistema de eixo da boia

Float pin, cotter pin and bowl damage detail

Após análise detalhada aos danos e consultada as respetivas publicações técnicas, tais danos não

After detailed analysis of the damage and consultation of the respective technical

estão referenciados nem constam como sendo danos admissíveis.

Foi solicitada uma posição ao fabricante Marvel Schebler Aircraft Carburetors (MSAC) relativamente aos referidos danos, tendo este declarado que as marcas são comuns e não afetam a operação do conjunto da boia e válvula de nível constante.

publications, such damage is neither referred nor listed as being permissible.

Marvel Schebler Aircraft Carburetors (MSAC) was asked for a position on the said damage, having declared that the markings are common and do not affect the operation of the float assembly and the fuel level mechanism.

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

A ATO estabelecida em 1980, opera a partir das bases de Ponte de Sor e Cascais e contava na sua frota, à data do evento, com 5 aeronaves C150/152, 8 Tecnam P2008, 3 P2006, 7 Diamond DA40, 5 DA 42 e 11 Piper PA28.

Na sequência de duas aquisições de outras ATOs a operar em Portugal, o incremento da frota, corpo de instrutores e novas instalações, a ATO teve um crescimento significativo nos 3 anos antecedentes ao evento.

Segundo os registos da ATO, em novembro de 2023 estavam em formação na escola um total de 301 alunos e 25 instrutores, tendo esta organização formado nos últimos 3 anos um total de 169 pilotos, maioritariamente nos cursos ATP integrado.

O operador é certificado com base nos seus manuais de operação (OM), onde constam as políticas e procedimentos de ensino da ATO. Como exemplo, e no que releva para a investigação, a política de combustível genérica, não específica ao tipo de aeronave, estabelece os requisitos de mínimos de combustível a bordo, (OM Part A – 19.2 Fuel Plan e OM Part C – C2 Flight Planning) onde é referido para voos não locais, é necessário o combustível para o táxi, testes de motor no solo, tempo de viagem, 45 minutos adicionais de voo, ou 30 minutos se foi decidido desvio para o alternante e adicionalmente 5% do tempo da viagem como fator de segurança da escola.

A frota de aeronaves Cessna 150/152 não consegue cumprir, sem limitações de carregamento ou autonomia, simultaneamente os requisitos de algumas missões de treino de

The ATO, established in 1980, operates from the bases of Ponte de Sor and Cascais and had in its fleet, at the time of the event, 5 C150/152 aircraft, 8 Tecnam P2008, 3 P2006, 7 Diamond DA40, 5 DA 42 and 11 Piper PA28.

Following acquisitions of two other ATOs operating in Portugal, the increase in the fleet, staff of instructors and new facilities, the ATO experienced significant growth in the 3 years prior to the event.

According to ATO records, in November 2023 a total of 301 students and 25 instructors were involved in flight training at the school, having this organization trained a total of 169 pilots in the last 3 years, mostly in integrated ATP courses.

The operator is certified based on their operating manuals (OM), which contain the ATO's teaching policies and procedures. As an example, relevant to the investigation, the generic fuel policy, not specific to the type of aircraft, establishes the requirements for minimum fuel on board, (OM Part A – 19.2 Fuel Plan and OM Part C – C2 Flight Planning) where it is referred that for navigation flights, fuel is required for the taxi, engine ground runs, flight time, 45 additional minutes of flight, or 30 minutes if it was decided to divert to the alternate and additionally 5% of the travel time as a safety factor at the flight school.

The fleet of Cessna 150/152 aircraft cannot simultaneously meet, without load or endurance limitations, the requirements of some dual navigation training missions, the mass and

navegação em duplo comando, os requisitos de massa e centragem e a referida política de combustível genérica.

A ATO dispunha de um procedimento de falha de motor à descolagem (EFATO) com referências e instruções para que a tripulação execute uma aterragem em frente com 30° máximo para cada lado e com um pranchamento de até 10°. Este procedimento era discutido e treinado entre instrutores e com os alunos nas respetivas missões onde o procedimento é chamado.

O processo de uniformização de instrutores da ATO, com os requisitos regulamentares declarados como cumpridos, está descrito no OM Part D - Personnel Training com os novos instrutores a realizarem o denominado *Indoctrination Course*, é um processo de formação entre pares, com os voos e/ou sessões de simulador a serem realizados de acordo com as respetivas qualificações e necessidades.

A ATO tem definido no seu manual um procedimento de registo de desvios de tempo de voo em relação às missões previstas nos programas de estudos, usando para tal o *form RVP.HT.006b – ATP(a) Control missions flight deviations (ops)*. Dos registos do aluno piloto disponibilizados à investigação não consta qualquer desvio em relação às missões planeadas.

balance requirements and the aforementioned generic fuel policy.

The ATO had an engine failure after take-off procedure (EFATO) with references and instructions for the crew to land ahead with a maximum of 30° to each side and with a bank angle of up to 10°. This procedure was discussed and trained among instructors and with students in the respective missions where the procedure is invoked.

The ATO's instructor standardization process, declared as fulfilling with the regulatory requirements, is described in OM Part D - Personnel Training with new instructors taking the so-called *Indoctrination Course*, which is a peer training process, with flights and/or simulator sessions being carried out according to their qualifications and needs.

The ATO has defined in its manual a procedure for recording flight time deviations in regard to the mission durations provided for in the syllabus, using the form *RVP.HT.006b – ATP(a) Control missions flight deviations (ops)*. The records of the student pilot made available to the investigation do not show any flight time deviation from the planned missions.

1.18. Informação adicional || Additional information

Nada a referir.

Nothing to state.

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

Não foram utilizadas quaisquer técnicas especiais de investigação além das descritas em 1.16. Todos os estudos foram baseados na documentação da aeronave, ATO e outros documentos relevantes.

No noteworthy investigative techniques were used other than the ones described in section 1.16. All analyses were based on aircraft and ATO manuals and other relevant documents.

Página intencionalmente em branco || Page intentionally blank

2. ANÁLISE || ANALYSIS

2.1. A missão de treino || The training mission

A missão de treino prevista para o dia, a número 31 da fase 3 do programa de treino da ATO (detalhe no apêndice 1), compreendia um voo de navegação com duas pernas, no caso LPSO-LPEV e LPEV-LPSO, com um conjunto de subprocedimentos previstos.

Os registos de planeamento e preparação do voo evidenciam um estudo cuidadoso das limitações da aeronave, meteorologia, condicionantes em rota e nos aeródromos de destino.

O denominado *Navigation Plan and Inflight Log* detalha em pormenor para cada ponto em rota planeado, as altitudes, rumos, tempo de voo, distâncias e consumo de combustível estimado.

The training mission planned for the day, number 31 of phase 3 of the ATO syllabus (detail in appendix 1) consisted of a navigation flight with two legs, specifically LPSO-LPEV and LPEV-LPSO, with a set of sub-procedures foreseen.

The flight planning and preparation records show that a careful study was carried out of the aircraft's limitations, weather, enroute constraints and destination aerodromes.

The so-called Navigation Plan and Inflight Log contains details for each point along the planned route, the altitudes, headings, flight time, distances and estimated fuel consumption.

NAVIGATION PLAN AND INFLIGHT LOG

AIRCRAFT C150	REGISTRATION D-ERIT	CALLSIGN RVP202	ETD / ETA 1345/1600	STARTUP	TAKEOFF	LANDING	SHUTDWN
LESSON 31	INSTRUCTOR	STUDENT	FLT GRADING	LOGBOOK	INSTRUMENT	LANDINGS	FLT TIME
LEVEL F/F	CLIMB FUEL	QNH	CLEARANCES				
COMM FREQ PLAN			LPEV: RWN 01: RH circuit (prohibited turn left) RWN 19: LH circuit (prohibited turn right)				
DEPT 119.805	ENROUTE 123.755	ARRIVAL 119.805					

ENROUTE INFORMATION		FLIGHT LEVEL/ALTITUDE		WIND			MAG. VAR		TEMP / ISA DEV		
		035		255° / 10kt			1W		- 1°C		
FX	NAVAIDS	ALT	DIRECTION		VELOCITY		TIME		FUEL		
NAME/ LAT/LONG	IDENT	ALT FL	T CRS	M CRS	GS	LEG	ETE	ETO	ATO	Plan B/O	EFOB
			T HDG	M HDG	TAS	ACC	ACC	RETO	DIFF	Act B/O	AFOB
LPSO											48
ARGIL		020	215	216	62	10	10			4	44
			220	221	70	10	10				
TOC		035	177	178	67	3	3			1	43
			185	186	70	13	13				
MORA		035	177	178	97	5	3			1	42
			176	177	95	18	16				
MNOVO		035	189	190	90	18	12			4	38
			195	196	95	36	28				
CASAB		035	163	164	95	10	7			3	35
			169	170	95	46	35				
TOD		035	073	074	80	1	1			1	34
			133	134	80	47	36				
VALVE		023	073	074	90	6	4			2	32
			073	074	80	53	40				
LPEV		018	089	090	90	6	4			2	30
			276	277	80	59	44				

Figura 10

Planeamento da navegação e registos de voo

O planeamento inclui um reabastecimento previsto em LPEV para completar os 48 litros, valor que iria colocar novamente a aeronave no seu limite superior de massa e centragem.

ENROUTE INFORMATION		FLIGHT LEVEL/ALTITUDE		WIND			MAG. VAR		TEMP / ISA DEV		
		045		300° / 25kt			1W		+ 5°C		
FX	NAVAIDS	ALT	DIRECTION		VELOCITY		TIME		FUEL		
NAME/ LAT/LONG	IDENT	ALT FL	T CRS	M CRS	GS	LEG	ETE	ETO	ATO	Plan B/O	EFOB
			T HDG	M HDG	TAS	ACC	ACC	RETO	DIFF	Act B/O	AFOB
LPEV											48
BACEL		018	033	034	67	5	5			2	46
			012	013	70	5	5				
TOC		045	029	030	65	5	4			2	44
			008	009	70	10	9				
EVNTE		045	029	030	91	6	4			2	42
			014	015	95	16	13				
ESTOZ		045	055	056	103	8	5			2	40
			041	042	95	24	18				
SOUZL		045	328	329	72	8	7			3	37
			321	322	95	32	25				
AVIS		045	300	301	70	12	10			4	33
			300	301	95	44	35				
TOD		045	142	143	118	1	1			1	32
			148	149	95	45	36				
GALVE		025	142	143	103	7	4			2	30
			149	150	80	52	40				
LPSO		014	136	137	104	4	2			1	29
			141	142	80	56	42				
TOTAL											
ALTN											

Figure 10

Navigation Plan and Inflight Log

The planning included a refuelling stop at LPEV to upload 48 litres, which would place the aircraft back at its upper limit of mass and balance.

A segunda perna planeada LPEV-LPSO tinha previsto um tempo de voo semelhante de 42 minutos com uma rota mais para Este sobrevoando algumas localidades para efeitos de treino de navegação.

The second leg LPEV-LPSO had been planned with a similar flight time of 42 minutes, flying a more easterly route over some specific areas for navigation training purposes.

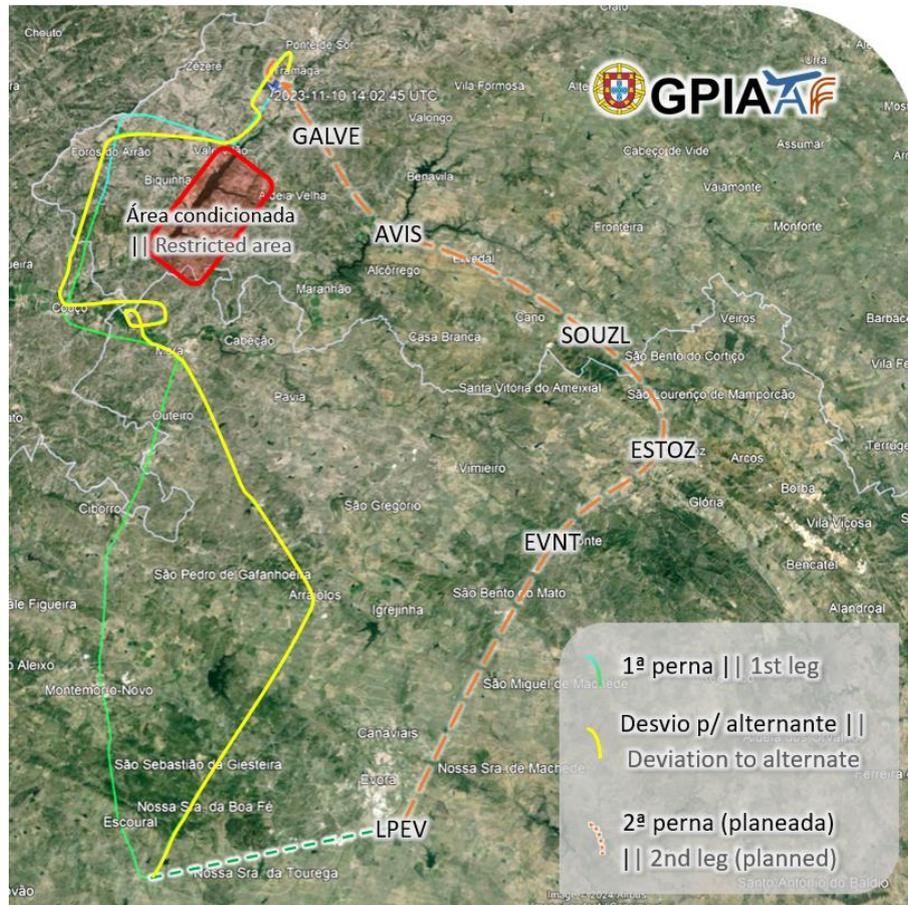


Figura 11 || Figure 11

Execução atual do voo versus o planeado || Planned vs. actual flight execution

Os dados de navegação mostram que a viagem de regresso a LPSO (aeródromo alternante para a 1.ª perna) não seguiu os pontos descritos para a segunda perna, o que demonstra um desvio para o alternante da primeira perna e não o cumprimento da segunda missão sem paragem e abastecimento em LPEV.

Navigation data show that the return trip to LPSO (alternate aerodrome for the 1st leg) did not follow the points planned for the second leg, which demonstrates a diversion to the alternate of the first mission and not the fulfilment of the second mission without the refuelling stop at LPEV.

É, portanto, possível que o aluno tenha sido desafiado pelo instrutor a uma diversão para o aeródromo alternante via Arraiolos, o que terá obrigado a um replaneamento em voo para contemplar o novo ponto a sobrevoar. O aluno declarou não se recordar do motivo de regresso a LPSO sem aterrar em Évora.

Therefore, it is possible that the student was challenged by the instructor to execute a diversion to the alternate aerodrome via Arraiolos, which would have required replanning in flight to consider the new overflight point. The student pilot declared not recall the reason for the diversion to LPSO without landing in Évora.

Esta é uma situação normal e que faz parte do programa de treino da formação onde os alunos são confrontados com situações hipotéticas de desvio por ex. mau tempo ou pelo aeródromo de

This is a normal situation which is part of the training syllabus where students are confronted with hypothetical situations of diversion, e.g. bad

destino estar encerrado ou ainda ambas as situações.

Os dados e os factos mostram que o desvio para o aeródromo alternante era possível com o combustível a bordo, incluindo o exercício adicional de falha de motor simulada, ainda que não cumprisse com os requisitos legais dos 30 minutos de combustível mais os 5% de contingência definidos pela ATO.

A sequência de comunicações referida em 1.9 revela uma ausência de coordenação prévia no encadeamento da missão, considerando que a missão 31 dos sílabos de instrução tinha prevista a realização de apenas um circuito de aeródromo em cada uma das pernas. Não se pode excluir a possibilidade de o piloto instrutor ter decidido prolongar a missão realizando circuitos de aeródromo adicionais com o objetivo de completar as 2:15 de voo previstas para o dia (missão 31).

weather or the destination aerodrome being closed or both.

The data and facts show that the diversion to the alternate aerodrome was possible with the fuel on board, including the additional exercise of a simulated engine failure, even if it did not comply with the legal requirements of 30 minutes of fuel plus the 5% contingency defined by the ATO.

The sequence of communications mentioned on 1.9 reveals a lack of prior coordination in the order of the mission, considering that mission 31 of the instruction syllabus had foreseen the execution of only one aerodrome circuit during each of the legs. It cannot be excluded that the instructor pilot decided to extend the mission by performing additional aerodrome circuits with the objective of achieving the 2:15 flight hours scheduled for the day (mission 31).

2.2. Planeamento das missões || Mission planning

O sucesso de uma missão de voo depende desde logo do planeamento e devida preparação, tendo em consideração aspetos essenciais como eventuais condicionantes e limitações de espaço aéreo, a massa e centragem da aeronave, meteorologia, quantidade de combustível, etc. Após o planeamento inicial do voo e iniciada a missão, é ainda necessário um acompanhamento dinâmico sobre as múltiplas decisões tomadas nas várias dimensões como é exemplo a gestão do combustível remanescente a bordo.

Nos próximos parágrafos são discutidas as dimensões com relevância para a ocorrência, autonomia da aeronave, massa e centragem e a falta de combustível como consequência.

The success of a flight mission depends on planning and proper preparation, taking into account essential aspects such as possible airspace constraints and limitations, the mass and balance of the aircraft, meteorology, quantity of fuel, etc. After the initial planning of the flight and the start of the mission, it is still necessary to dynamically monitor the multiple decisions made in the various dimensions, such as the management of the remaining fuel on board.

In the following paragraphs, the dimensions of relevance to the occurrence; aircraft autonomy, mass and balance and the lack of fuel as a consequence, are discussed.

2.2.1. Autonomia da aeronave || Aircraft endurance

A ATO com 6 tipos de aeronaves diferentes, utilizava, à data do evento, a frota Cessna 150/152 em todas as missões SEP previstas nos sílabos ATPL.

Ainda que ambos os modelos Cessna 150 e 152, mesmo nas suas versões com tanques padrão,

The ATO, with 6 different aircraft types, operated, at the time of the event, the Cessna 150/152 fleet in all SEP missions required in the ATPL syllabus.

Although both the Cessna 150 and 152 models, even in versions with standard tanks, have a

têm uma autonomia generosa declarada pelo fabricante entre 4 e 5 horas, dependendo das condições, na prática ficam limitadas pela massa máxima à decolagem, o que obriga a uma gestão da quantidade de combustível a bordo quando se pretendem realizar missões com dois ocupantes.

Os cálculos mostram uma autonomia real de até duas horas, em alguns casos inferior, quando operado por dois ocupantes e cumprindo com os requisitos legais de reserva de combustível.

O fabricante disponibilizou ao mercado versões com capacidade superior dos tanques de combustível e conseqüente autonomia, ainda assim sofrendo das mesmas limitações de carregamento das versões padrão, o que na prática, não traz qualquer vantagem às ATOs em instrução de duplo comando.

A investigação analisou o registo de todos os voos da aeronave acidentada realizados no ano de 2023 e verificou que para voos realizados segundo os requisitos regulamentares com duração superior a 2:15, estes foram voos a solo e numa configuração de tanques cheios à decolagem. Ainda assim, em alguns voos não seria possível cumprir com todos os requisitos e política de combustível da ATO.

Uma análise pela ATO dos dados históricos dos voos realizados nos modelos C150/152 seria suficiente para definir e impor limitações às missões planeadas nos referidos modelos.

generous autonomy declared by the manufacturer between 4 and 5 hours, depending on the conditions, in practice, they are limited by the maximum take-off mass, which requires management of the amount of fuel on board when carrying out missions with two occupants.

Calculations show an actual range of up to two hours, in some cases less, when operated by two occupants and complying with legal fuel reserve requirements.

The manufacturer made available to the market versions with higher fuel tank capacity and consequent autonomy, still suffering from the same loading limitations as the standard versions, which in practice, does not bring any advantage to ATOs in dual-command instruction.

The investigation analysed the record of all flights of the accident aircraft carried out in the year 2023 and found that for flights executed according to the regulatory requirements with a duration of more than 2:15, these were solo and with full tanks at take-off. Even so, on some flights it was not possible to comply with all of the ATO's fuel requirements and policy.

An analysis by the ATO of the historical data of the flights carried out on the C150/152 models would be sufficient to define and impose limitations on the missions planned on those models.

2.2.2. Massa e centragem || Mass and balance

Os dados mostram que a aeronave terá saído para a missão ligeiramente acima no seu limite teórico máximo de 725 kg (1600 lbs), considerando os 168 kg (370 lbs) para a tripulação e 34 kg (75 lbs) de combustível. O cálculo da tripulação, assinalado na figura seguinte com a linha azul, suportado nos registos detalhados em 1.6.5, teve em consideração 2 kg (5 lbs) de bagagem, valor confirmado como insuficiente para a bagagem encontrada no local do acidente.

The data show that the aircraft would have departed for the mission slightly above its maximum theoretical limit of 725 kg (1600 lbs), considering the 168 kg (370 lbs) for the crew and 34 kg (75 lbs) of fuel. The crew's calculation marked in the following figure with the blue line and based on the recorded data shown on 1.6.5, took into account 2 kg (5 lbs) of luggage, a value confirmed as insufficient for the luggage found at the scene of the accident.

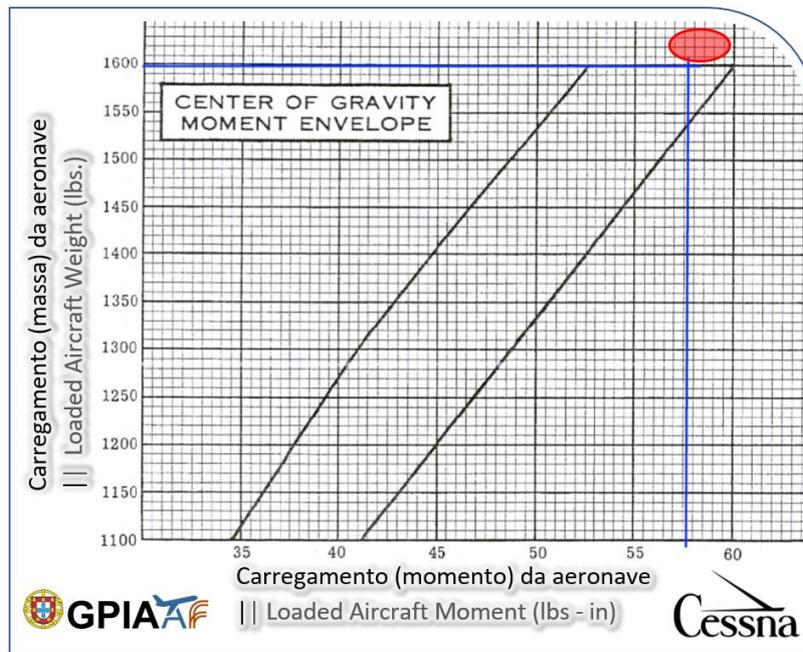


Figura 12 || Figure 12

Estimativa do C.G. da aeronave || Estimate of aircraft C.G.

Como elemento penalizador para o carregamento da aeronave acidentada, identifica-se a massa básica em vazio nos 522 kg (1150 lbs) em comparação com a referência do fabricante nos 492 kg (1084lbs), limitando assim a quantidade de combustível tendo em consideração o voo em duplo comando.

O carregamento da aeronave não tendo um contributo direto para o evento, constituiu-se como elemento fundamental para o processo de decisão da tripulação ao planear e preparar a missão com o combustível possível de ser carregado a bordo, tendo em conta as limitações de massa e centragem da aeronave.

2.2.3. Falta de combustível || Fuel exhaustion

A falta de combustível a bordo pode, à partida, parecer um aspeto de controlo óbvio e de atenção permanente das tripulações, sendo considerado pela indústria como uma causa de acidentes evitável.

Os dados históricos de eventos com as aeronaves a ficarem sem combustível em voo mostram que é um fenómeno transversal, incluindo operações de transporte aéreo comercial onde estão implementadas um conjunto de barreiras adicionais. O aspeto que mais influencia tais desfechos é, sem dúvida, o assumir pela

As a penalising element for the loading of the accident aircraft, was the basic empty weight of 522 kg (1150 lbs) compared to the manufacturer's reference of 492 kg (1084 lbs), thus limiting the amount of fuel which could be taken on-board for dual flight.

The loading of the aircraft, despite not having a direct contribution to the event, was a fundamental element for the crew's decision-making process when planning and preparing the mission with the possible fuel which could be taken on board, taking into account the mass and balance limitations of the aircraft.

The lack of fuel on board may at first appear to be an obvious aspect of control and constant attention of the crews, and is considered by the industry as an avoidable cause of accidents.

Historical data on events with aircraft running out of fuel in flight show that it is a widespread phenomenon, including commercial air transport operations where a set of additional barriers are implemented. The aspect that most influences such outcomes is, without a doubt, the assumption by the crew of false premises. Except

tripulação de falsas premissas. Exceção feita para os casos de fugas de combustível em voo, a origem das ocorrências registadas passa sempre pelo acreditar que se tem combustível a bordo suficiente para cumprir com a missão, independentemente se esta foi revista durante o voo. Constata-se também ser frequente uma assunção pelas tripulações de que não se irá cumprir com os requisitos legais de reserva de contingência de combustível a bordo após a aterragem no destino.

Uma referência de política de planeamento e gestão de combustível, aplicável a todo o tipo de operação aérea, pode ser encontrada no documento da ICAO Doc.9976 (Flight Planning and Fuel Management Manual, FPFMM), princípios que serviram de base aos requisitos legais atualmente em vigor nos diferentes enquadramentos regulamentares.

Estas políticas e práticas de gestão de combustível em voo referem que se deve proteger a reserva de combustível final, incluindo cenários e circunstâncias que podem levar a tripulação a declarar COMBUSTÍVEL MÍNIMO ou mesmo a uma emergência de combustível (MAYDAY FUEL). Tais declarações devem representar as últimas linhas de defesa de uma estratégia desenhada em multicamadas destinada a garantir a proteção do combustível final como reserva para a conclusão segura do voo.

for cases of fuel leaks in flight, the origin of the recorded occurrences are always the belief that there is enough fuel on board to fulfil the mission, regardless of whether it was reviewed during the flight.

It is also common for the crew to assume that they will not comply with the legal requirements for fuel reserve contingency on board after landing at the destination.

A reference policy for fuel planning and management applicable to all types of air operations can be found in ICAO document Doc.9976 (Flight Planning and Fuel Management Manual, FPFMM), principles that served as the basis for the legal requirements currently in force within the different regulatory frameworks.

Those in-flight fuel management policies and practices refer that the final reserve fuel must be protected, including scenarios and circumstances that may lead the crew to declare MINIMUM FUEL or even a MAYDAY FUEL. Such statements should represent the last lines of defence of a multi-tiered strategy designed to ensure the protection of the final reserve fuel for the safe completion of the flight.

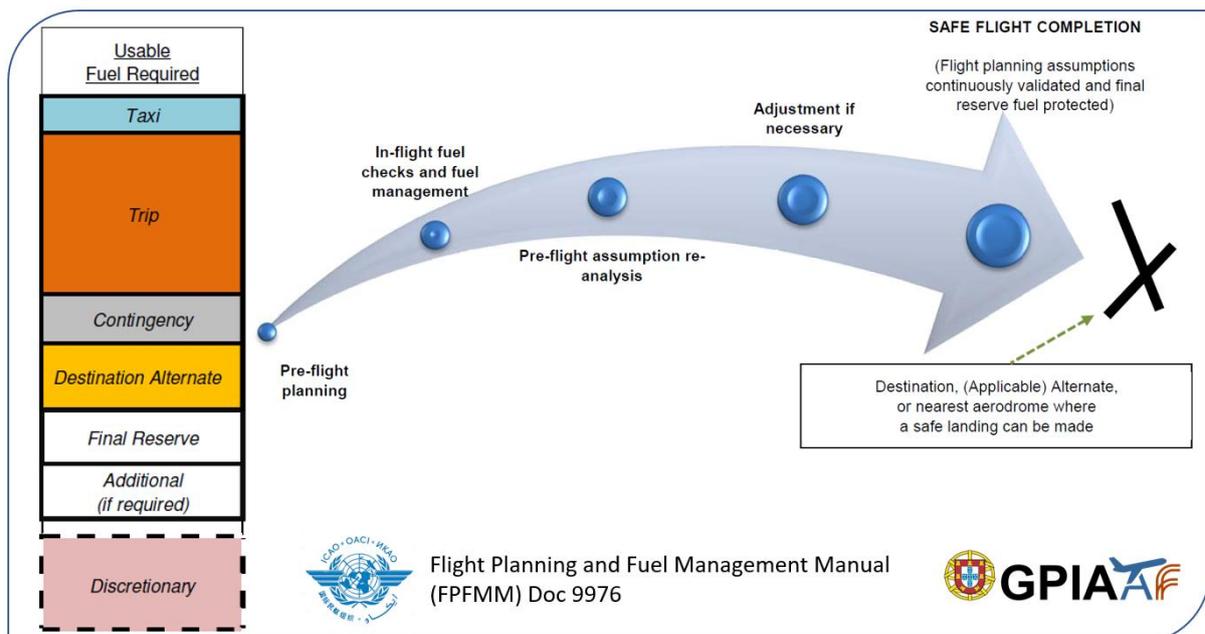


Figura 13 || Figure 13

Planeamento e monitorização de combustível a bordo

On-board fuel planning and management

A referida estratégia multicamadas não pode ser confundida com a gestão de uma das camadas previstas referente ao combustível à descrição da tripulação. Este é um combustível adicional sob decisão da tripulação e que, ainda que a opção seja zero, a quantidade calculada para as restantes componentes será sempre suficiente para realizar a missão e salvaguardar a reserva final para situações de emergência.

Para tal é necessário um conhecimento e consciência da tripulação, a todo o momento, da quantidade real de combustível a bordo. Essa informação de quantidade de combustível a bordo, ainda que dependente de inúmeros fatores, necessita sempre de um procedimento de verificação regular da quantidade, seja por indicação visual direta, indireta por indicadores ou por mera estimativa de combustível consumido por unidade de tempo de voo decorrido.

O prolongamento do voo após o regresso ao aeródromo alternante com a realização de circuitos de aeródromo com o objetivo de cumprir com o planeamento do tempo da missão não era compatível com o combustível remanescente a bordo.

This multi-tier strategy should not be mistaken with the management of one of the planned fuel layers which is that at the discretion of the crew. This is an additional fuel subject to the crew's decision and that, even if the option is zero, the amount calculated for the remaining components will always be sufficient to safely carry out the mission and safeguard the final reserve for emergency situations.

This requires the crew to know and be aware at all times of the actual amount of fuel on board. This information on the amount of fuel on board, although dependent on numerous factors, always requires a procedure for regular verification of the quantity, either directly by visual means, indirectly by indicators or by mere estimation of fuel consumed per unit of flight time elapsed.

The continuation of the flight after returning to the alternate aerodrome and perform aerodrome circuits to comply with the mission syllabus was not compatible with the remaining fuel on board.

2.3. Gestão da emergência || Emergency management

2.3.1. Falha de motor à decolagem (EFATO) || Engine failure @ T/O (EFATO)

Uma falha ou avaria do motor de uma aeronave monomotor pode implicar diferentes consequências para a segurança operacional, dependendo da extensão da falha, da fase do voo onde ocorre, da resposta da tripulação e da disponibilidade de zonas adequadas para uma aterragem de emergência.

As consequências de uma falha de motor a baixa altitude devem ser avaliadas relativamente ao tempo disponível para gerir essa falha e identificar um terreno para efetuar a aterragem forçada. A baixa altitude, as opções disponíveis são extremamente limitadas, assumindo o conhecimento e a formação da tripulação em procedimentos de emergência valores inestimáveis em tais circunstâncias.

A fase inicial da decolagem é particularmente crítica devido ao estado de baixa energia

An engine failure or malfunction in a single-engine aeroplane can have a variety of safety consequences depending on the extent of the failure or malfunction, phase of flight, pilot response, and availability of suitable landing areas for an emergency landing.

The consequences of an engine failure at low altitude must be assessed considering the time available to manage that failure and identify a suitable area for a forced landing. At low altitude, the options available to the pilot are extremely limited, making knowledge of and training in emergency procedures an invaluable resource under such circumstances.

The initial phase of take-off is particularly critical due to the aircraft's low mechanical energy state.

mecânica da aeronave. Até atingir uma energia potencial aceitável, dependendo naturalmente da sua massa e características do modelo, a aeronave está sujeita a uma condição insegura se considerarmos o risco de perda de motor, ou em termos físicos, da sua única fonte de energia cinética, admitindo que a tripulação não pode optar por trocar altitude por velocidade.

De uma forma genérica, até que a aeronave atinja a altitude de circuito ou, para alguns modelos, o início da volta para o vento cruzado, a aterragem em frente é entendida como a ação mais adequada e segura numa situação de falha de motor. De acordo com o *Nall Report* da AOPA Air Safety Foundation², a maioria dos acidentes em manobra com perda aerodinâmica, são fatais comparativamente aos cerca de 10% dos acidentes de aterragem forçada. Manter o controlo da aeronave até ao solo, mesmo em aterragem forçada em campo não preparado, aumenta a probabilidade de sobrevivência.

A manobra de falha de motor à descolagem é parte integrante dos cursos de formação básica de qualquer tipo de aeronave, incluindo a formação de pilotos de planador com a falha da corda da aeronave de reboque.

A manobra, para ser bem-sucedida, requer uma volta de cerca de 270° sendo que, para tal, a aeronave terá de iniciar a volta numa condição de energia suficiente para não entrar numa condição de perda aerodinâmica com *vrille* incipiente. Dados de eventos passados discutidos por Stowell³, mostram uma condição típica de perda quando a aeronave está a passar os 225° da volta.

Um dos vídeos do acidente detalha a trajetória e demonstra a dinâmica após a perda de controlo da aeronave, precisamente na zona teórica dos 225° do raio de volta.

O vídeo permitiu observar os vários movimentos das superfícies de comando de voo na tentativa de recuperação da manobra, a destacar movimentação do leme de direção nas duas direções, ailerons em comando de asa esquerda em baixo e leme de profundidade com comando de nariz em cima. As imagens confirmam a

Until an acceptable level of potential energy is achieved, depending naturally on its mass and model characteristics, the aircraft is subject to an unsafe condition if we consider the risk of losing the engine, or in physical terms, its only source for producing kinetic energy, assuming that the crew cannot choose to exchange altitude for speed.

In general, until the aircraft reaches circuit altitude or, for some models, the beginning of the turn to the crosswind leg, landing ahead is understood as the most appropriate and safest course of action in an engine failure situation. According to the AOPA Air Safety Foundation's *Nall Report*², the majority of manoeuvring accidents with stall are fatal compared to about 10% of forced landing accidents. Maintaining the aircraft control to the ground, even when forced to land in an unprepared field, increases the probability of survival.

The engine failure at take-off manoeuvre is an integral part of the basic training courses of any type of aircraft, including the training of glider pilots with rope failure of the tow aircraft.

The manoeuvre, to be successful, requires a turn of about 270° and for this the aircraft will have to start the turn in a condition of sufficient energy in order to avoid a condition of aerodynamic stall with incipient spin (*vrille*). Data from past events discussed by Stowell³, describe the typical onset of a stall condition when the aircraft is passing through 225° in the turn.

One of the videos of the accident details the trajectory and demonstrates the dynamics after loss of control of the aircraft, precisely in the theoretical zone of 225° of the turn radii.

The video allowed the investigation to observe the various movements of the flight control surfaces in an attempt to recover from the manoeuvre, particularly rudder movement in both directions, left wing down aileron command and nose-up elevator command. The images confirm the position of the flaps with a deflection

² <https://www.aopa.org/training-and-safety/air-safety-institute/accident-analysis/richard-g-mcspadden-report/mcspadden%20report%20figure%20view?category=all&year=2021&condition=all&report=true>

³ <https://www.richstowell.com/shop/books/book-emergency-maneuver-training/>

posição de flaps com uma deflexão coerente com uma configuração opcional de descolagem em torno dos $\sim 10^\circ$.

As condições meteorológicas não foram consideradas um fator para o evento, contudo, a componente de vento de cauda no momento da perda de controlo da aeronave poderá ter antecipado o fenómeno de perda aerodinâmica.

which is coherent with the optional take-off configuration of around $\sim 10^\circ$.

Weather conditions were not considered a factor for the event, however, the tailwind component at the time of the loss of control of the aircraft may have anticipated the phenomenon of aerodynamic loss.



Figura 14 || Figure 14

Sequência de imagens após perda de controlo da aeronave

Image sequence after the aircraft loss of control

2.3.2. Gestão de segurança operacional e procedimentos da ATO || ATO safety management system and procedures

Sistema de gestão de segurança operacional:

O crescimento da ATO nos últimos 3 anos e a necessária adaptação de toda a sua estrutura de pessoal e procedimentos obriga necessariamente a um esforço adicional de padronização pelo sistema de gestão de segurança e gestão da mudança, como aliás é requisito da EASA⁴.

O piloto instrutor assumia as funções de *safety manager* em acumulação de funções, sendo esta uma posição chave na definição e seguimento das melhores práticas e políticas de segurança operacional da ATO.

O ajuste e adaptação à realidade exigida pelo crescimento da ATO e as múltiplas tarefas em execução requeria, à data do evento, um esforço

Safety management system:

The ATO's growth in the last 3 years and the necessary adaptation of its entire personnel structure and procedures necessarily required an additional effort in standardization by the safety management system and management of change as per EASA requirements⁴.

The instructor pilot assumed functions as safety manager in addition to other functions, this being a key position in the definition and monitoring of best practices and operational safety policies at the ATO.

The adjustment and adaptation to reality required by the growth of the ATO and the multiple tasks in execution required, at the time

⁴ Gestão do risco relacionado com processos de mudança é um processo base na construção de um SGS conforme descrito na regulamentação de Operações da EASA ORO.GEN.200 Sistema de Gestão || Managing the safety risks related to a change is a standard component of SMS, as specified in the EASA Operations regulation, ORO.GEN.200 Management system.

adicional da equipa de Safety onde se incluía o gestor de segurança (SM), chefe de instrutores (CFI) e seu adjunto e o responsável pelo treino (HT).

A recolha de dados operacionais de segurança e ferramentas de análise desses dados são certamente elementos a considerar num sistema de gestão de segurança de uma ATO.

Exemplo de uma dessas frentes de trabalho seria o uso de sistemas automatizados de planeamento de voo com base em dados históricos e em tempo real específicos do operador, onde seria possível otimizar rotas e adicionar precisão e eficiência ao planeamento dos voos.

Conforme definido na regulamentação EASA, o desenho e implementação de inovações técnicas numa ATO tem sempre de passar pelo departamento de Safety. Embora seja difícil atribuir melhorias de segurança a uma tecnologia específica, é evidente que estes têm impacto positivo na segurança operacional das ATOs. São disso exemplo a implementação de soluções técnicas inovadoras como os indicadores de ângulo de ataque, proteção do envelope de voo, indicação de tráfego, mapas dinâmicos, EFBs, cintos dorsais, para-quedas de recuperação balística e airbags.

A título exemplificativo e numa realidade particular devido à extensão das missões, a autoridade de investigação australiana (ATSB) conseguiu relacionar a implementação e crescente utilização dos totalizadores de combustível a bordo em conjugação com sistemas de navegação por GPS com uma significativa tendência decrescente de acidentes por falta de combustível em voo.

A ATO não tinha implementado alguns destes sistemas como a aferição de fluxo de combustível consumido (*fuel flow*), permitindo assim, não só ter uma indicação mais precisa do combustível remanescente a bordo, como um alerta em tempo útil à tripulação para eventuais questões de autonomia.

A aeronave acidentada não só tinha um sistema de indicação de combustível sem fiabilidade como não dispunha de um sistema independente de alerta de baixo nível.

of the event, an additional effort from the Safety team, which included the Safety Manager, Chief Flight Instructor and deputy and the Head of Training.

The collection of operational safety data and tools for its analysis are certainly elements to consider in the safety management system of an ATO.

An example of one of these activities would be the use of automated flight planning systems based on operator-specific historical and real-time data, where it would be possible to optimize routes and add precision and efficiency to flight planning.

Es established on EASA regulations, the design and implementation of technical innovations in an ATO always has to go through the Safety department. While it is difficult to attribute safety improvements to a specific technology, it is clear that they have a positive impact on the operational safety of ATOs. Examples of this are the implementation of innovative technical solutions such as angle of attack indicators, flight envelope protection, traffic indication, dynamic maps, EFBs, shoulder harnesses, ballistic parachute systems and airbags.

As an example, and in a particular reality due to the length of the missions, the Australian Transport Safety Bureau (ATSB) was able to relate the implementation and increasing use of on-board fuel totalizers in conjunction with GPS navigation systems with a significant downward trend in accidents due to fuel exhaustion.

The ATO did not implemented some of these systems such as the measurement of fuel flow, which allow not only to have a more accurate indication of the fuel remaining on board but also a timely alert to the crew for possible endurance issues.

The accident aircraft not only had an unreliable fuel indication system, but it did not have an independent fuel low-level warning system.

Os procedimentos e políticas de combustível do operador em vigor à data da ocorrência, embora conceptualmente corretos do ponto de vista genérico, não tinham em consideração o tipo e as limitações dos múltiplos tipos de aeronave em uso na ATO, deixando os utilizadores sem orientações inequívocas, claras e uniformes quanto à adaptabilidade de cada aeronave às missões planeadas.

Procedimentos para falha de motor após descolagem:

Os procedimentos descritos nos manuais e SOPs da ATO cumpriam com os requisitos regulamentares e eram praticados de forma consistente nas diferentes fases dos sílabos. O piloto instrutor, não só conhecia os procedimentos (*RVP.CFI.56.01* pp.20 e *C152/150 Standard profiles V2 RVP.CFI.019.01*) como participou no processo de disseminação dos mesmos. Com relevância para o evento, os itens de memória para falha de motor após descolagem sem pista disponível:

- *Nose down*
- *Best glide speed 60 kts,*
- *Look for a field 30° left/right*
- *Max. 10° bank to each side*
- *Flaps A/R*
- *If time permits MAYDAY call*

Em treino, o instrutor cumpriu com o procedimento descrito em várias ocasiões nos voos de padronização realizados, tendo sido avaliado com nota (4/5) por outros instrutores (pares) a execução de falha simulada de motor após descolagem sem pista disponível.

Procedimentos e práticas de uniformização de instrutores:

O manual de operações da ATO na sua secção D4 detalhava, à data do evento, os padrões de verificação e uniformização de instrutores com uma calendarização anual de voos reais e em simulador.

Os registos mostram que os voos foram realizados tendo como avaliadores colegas instrutores (avaliação entre pares) ou o próprio CFI. A extensão e detalhe dos voos para cada instrutor evidencia uma customização à experiência de voo declarada de cada instrutor,

The operator's fuel procedures and policies in place at the time of the occurrence, while broadly and by conception correct, did not take into account the type and limitations of the multiple aircraft types in operation at the ATO, leaving users without unambiguous, clear and uniform guidance as to the adaptability of each aircraft to the planned missions.

Procedures for engine failure after take-off:

The procedures described in the ATO manuals and SOPs complied with regulatory requirements and were practiced consistently in the different phases of the syllabus. The instructor pilot not only knew the procedures (*RVP. CFI.56.01* pp.20 and *C152/150 Standard profiles V2 RVP. CFI.019.01*) but took part in the process of disseminating them. Of particular relevance to the event, are the following memory items for engine failure after take-off without any available runway:

During the training, the instructor had complied with the procedure described on several occasions during standardization flights, having been assessed with a score (4/5) by other instructors (peers) the execution of simulated engine failure after take-off without runway available.

Instructor's standardization practices and procedures:

The ATO operations manual in its section D4 detailed, at the time of the event, the standards of verification and standardization of instructors with an annual schedule of actual and simulator flights.

The records show that the flights were carried out with fellow instructors (peer review) or the CFI as evaluators. The length and detail of the flights for each instructor shows a customization to the declared flight experience of each instructor, although the technical criteria in focus

no entanto, os critérios técnicos a focar no treino e respetivo exame não estavam definidos.

Com relevância para o evento, sendo o piloto instrutor conhecedor em detalhe dos procedimentos e mnemónicas em vigor de falha de motor após descolagem sem pista disponível, será relevante detalhar, analisar e retirar as devidas conclusões sobre o processo formativo e de examinação e a sua relação com o processo de decisão do piloto instrutor ao tentar regressar à pista. Este ponto está descrito e discutido na secção 3.4. abaixo.

Procedimento para registo de desvio de tempos das missões:

O progresso e acompanhamento dos alunos da ATO é estabelecido no manual de treino Volume 1 Parte A. Possíveis desvios para o tempo de missão são registados no Formulário RVP.HT.006B.

O aluno estava a frequentar a fase 3 com 40 horas de voo previstas, 37 das quais em voos de navegação.

O aluno transitou de uma das escolas adquirida pela ATO onde realizou 14:40 de voo, tendo sido creditadas algumas horas e repetidas algumas missões nos novos sílabos. À data do acidente o aluno totalizava em torno de 40 horas de voo sem registo de desvios de tempo entre as missões planeadas e missões realizadas.

Este facto demonstra um cumprimento de registo dos tempos de voo planeados em cada missão.

during training and respective exam were not defined.

Of relevance to the event, as the instructor pilot knew in detail the procedures and mnemonics in force for an engine failure after take-off without any available runway, it is relevant to detail, analyse and draw the appropriate conclusions about the training and examination process and its relationship with the instructor pilot's decision process when trying to return to the runway. This point is described and discussed in section 3.4. below.

Procedure for mission's flight deviations:

The ATO student's progress and follow-up is established in the training manual Volume 1 Part A. Possible deviations to the mission time are recorded in Form RVP.HT.006B.

The student was attending phase 3 with 40 hours of flights planned, 37 of which in navigation flights (cross-country).

The student transferred over from one of the schools acquired by the ATO where he had completed 14:40 of flight, having been credited a few hours and repeated some missions in the new syllabi. At the time of the accident, the student had accumulated around 40 hours of flight with no record of length of time deviations between the planned and performed missions. This demonstrates a precise record of the planned flight times for each mission.

2.4. Sistema de alimentação por carburador || Carburettor induction system

O sistema do carburador é baseado em arranjos mecânicos com várias peças móveis com reduzidas tolerâncias de funcionamento, requerendo por esse motivo uma atenção e cuidado extremos, tanto no processo de fabrico como nas necessárias ações de manutenção. Com o seu princípio físico de funcionamento a recorrer ao conceito de mistura ar-combustível por efeito de *venturi* e boia de nível constante, são observados problemas e limitações de interferências entre peças móveis do conjunto. Estas podem ser responsáveis por falhas

The carburettor system is based on mechanical arrangements with several moving parts with reduced operating tolerances, therefore requiring extreme attention and care, both in the manufacturing process and in the necessary maintenance actions. With its physical operating principle using the concept of air-fuel mixture by venturi effect and constant level float system, problems and interference limitations between moving parts of the assembly are observed. These may be responsible for occasional failures in the constant operation of the system which

ocasionais no regular funcionamento do sistema de manutenção de nível da cuba e, por consequência, por falhas de funcionamento de motores.

Os danos encontrados na cuba do carburador do evento são semelhantes a outros registados pelo fabricante em carburadores do mesmo tipo e são considerados e declarados pela MSAC como irrelevantes para o correto funcionamento do motor, sem, contudo, fazer essa referência nas respetivas publicações técnicas.

Os componentes com danos ou deformações registadas em eventos passados investigados pelo GPIAAF estão identificados na figura abaixo:

maintains the necessary level of fuel in the chamber which, consequently, leads to engine malfunctions.

The damage found in the event carburettor bowl is similar to that observed by the manufacturer in carburettors of the same type and is considered and declared by MSAC as irrelevant for the correct operation of the engine, without, however, making reference to this in the respective technical publications.

The components where damage or deformations have been observed in past events investigated by GPIAAF are identified in the figure below:

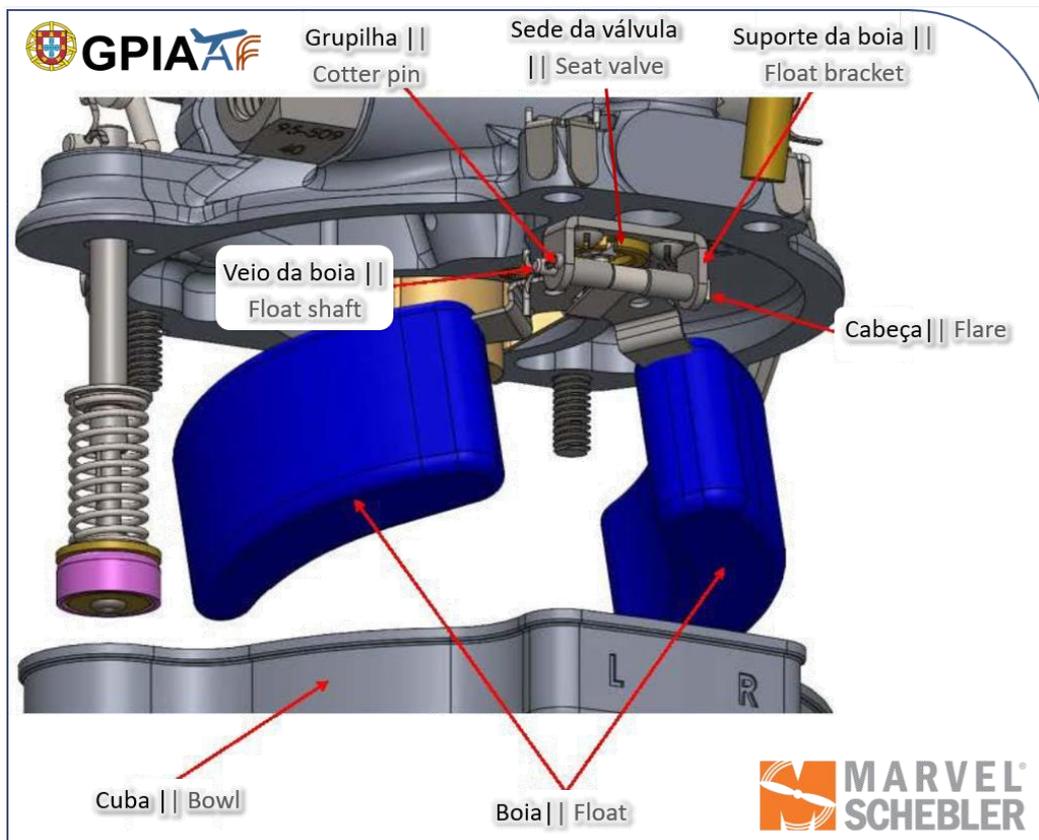


Figura 15 || **Figure 15**

Detalhe da construção e peças relevantes do carburador

Construction detail and relevant carburettor parts

Esta e outras discrepâncias já tinham sido detetadas em outros processos de investigação (2021-ACCID-04) cumulativamente a outras anomalias como o problema de alinhamento da boia na cuba ou danos na sede da válvula (04-ACCID-2017).

This and other discrepancies had already been detected in other investigation processes (2021-ACCID-04) cumulatively with other anomalies such as the problem of alignment of the float in the chamber or damage to the float valve seat (04-ACCID-2017).

Consultando a base de dados do NTSB⁵, com expressão significativa no número de

Consulting the NTSB database⁵, with significant representation in the number of occurrences, a

⁵ <https://www.nts.gov/Pages/AviationQueryv2.aspx>

ocorrências, fazendo uma pesquisa relativamente a eventos envolvendo sistema de combustível com alimentação por carburador, a base de dados (2008 a 2024) contém 510 entradas onde o referido sistema esteve direta ou indiretamente envolvido.

Não sendo um fator para este evento, os achados sublinham a importância e a relevância para o voo de um sistema dependente de um componente único crítico a bordo como é caso de um carburador, dependente de uma válvula comandada por uma boia.

search for events involving carburettor-fed fuel systems, resulted in 510 entries between 2008 to 2024 where the said system was directly or indirectly involved.

Although not being a factor in the event flight, the findings underline the importance and relevance of a system which is dependent on a single component (single point of failure), critical for safe flight, such as that of a single carburettor which is dependent on a needle valve controlled by a float system.

2.4.1. Enquadramento regulatório dos serviços de manutenção aeronáutica EASA - FAA || Aviation maintenance regulatory framework EASA - FAA

Apesar de não ser um fator no acidente, foi observado durante a investigação que o processo de revisão geral (*overhaul*) do carburador pela MSAC, enquanto entidade certificada pela EASA (EASA.145.6280), com a respetiva documentação técnica de suporte a tais atividades, contém discrepâncias relativamente aos requisitos dos normativos europeus sobre atividades de manutenção em componentes críticos, nomeadamente relativo ao Regulamento (UE) 1321/2014 no seu ponto 145.A.48(c) (2) que obriga à implementação de um sistema de captura de erro em tarefas críticas de manutenção.

A este propósito e na sequência dos achados da investigação GPIAAF 2021-ACCID-04, foi emitida em 2022, uma recomendação de segurança à MSAC no sentido de proceder a uma revisão do seu processo de qualidade na verificação durante a instalação destes componentes críticos, processo essencialmente assente em apenas uma inspeção e sem cumprir com os requisitos de tarefa crítica estabelecidos do referido regulamento EASA e respetivos AMCs, de onde se extraem os aspetos relevantes:

“critical maintenance task” means a maintenance task that involves the assembly or any disturbance of a system or any part on an aircraft, engine or propeller that, if an error occurred during its performance, could directly endanger the flight safety;

AMC4 145.A.48(b) Performance of maintenance: Independent inspection is one possible error-capturing method.

Although it was not a factor in the accident, it was observed during the investigation that the overhaul process of the carburettor by MSAC, as an EASA certified entity (EASA.145.6280), with the respective technical documentation supporting such activities, discrepancies were found with respect to the requirements of European regulations for maintenance activities of critical components, namely Regulation (EU) 1321/2014 in its point 145.A.48(c) (2) which requires the implementation of an error capture system in the maintenance of critical tasks.

In this regard, and following the findings of GPIAAF investigation process 2021-ACCID-04, a safety recommendation was issued in 2022 to MSAC in order to review its quality process for checking during the installation of these critical components, a process essentially consisting of only one inspection and without complying with the critical task requirements established in the aforementioned EASA regulation and respective AMCs, from which the following key points are extracted:

AMC2 145.A.48(c)2 Critical Maintenance Tasks (a) The procedure should ensure that the following maintenance tasks are reviewed to assess their impact on flight safety: (1)4. the overhaul, calibration or rigging of engines, propellers, transmissions and gearboxes.

AMC1 M.A.402(h) Independent Inspection.

O fabricante certificado pela EASA, sublinha-se, sem adotar os referidos requisitos do regulamento (UE) 1321/2014, entende que cumpre com os requisitos estabelecidos pela FAA, por sua vez, a FAA declarou que o procedimento em prática no OEM é o adequado segundo 14 CFR 145.201(a)1.

Relativamente à EASA, o procedimento, não estando de acordo com os requisitos europeus, é também declarado como aceite atendendo ao acordo bilateral EASA-FAA, Maintenance Annex Guidance (MAG) Rev.8 de março de 2021.

A EASA declarou à investigação que as assimetrias de requisitos sobre as práticas de manutenção serão consideradas em futuras revisões do acordo MAG.

The EASA-certified manufacturer, it should be noted, without adopting the aforementioned requirements of regulation (EU) 1321/2014, understands that it complies with the requirements established by the FAA, which in turn, has declared that the procedure in practice at the OEM is the appropriate one in accordance with 14 CFR 145.201(a)1.

Regarding EASA, and while the procedure in force at MSAC is not compliant with European regulations, it too has declared it as acceptable as it is in accordance with the bilateral EASA-FAA agreement, Maintenance Annex Guidance (MAG) Rev.8 of March 2021.

EASA has declared to the investigation that asymmetries of requirements on maintenance practices will be considered in future revisions of the MAG agreement.

2.5. Gestão de tempos de serviço de componentes || Components service time management

A exposição ao risco na operação de uma aeronave está naturalmente dependente da complexidade e exigência das missões onde os equipamentos são empregues.

Recolhidos os dados de operação da aeronave acidentada desde 19 de janeiro de 2023, o tempo total de voo (*flight time*) registado nesse período foi de 376:50 horas e o tempo de calços (block time) de 457:45 horas o que representa um acréscimo de 21% ao tempo de operação do motor. Admitindo o mesmo perfil de operação do motor para o período desde o seu overhaul (1494:55h), ainda que não considerando o tempo de aquecimento e testes no solo, este já teria ultrapassado as horas recomendadas entre inspeções (TBO). Não foi possível determinar o tempo de motor em funcionamento (*operating time*) pelo facto de o operador não fazer tal registo.

Especificamente no caso da aeronave do evento, o fabricante do motor refere no seu manual de

The exposure to risk in the operation of an aircraft is naturally dependent on the complexity and demand of the missions where the equipment is employed.

Upon collecting the operating data of the accident aircraft since January 19, 2023, the total flight time recorded in that period was 376:50 hours and the block time was 457:45 hours, which represents a 21% increase in the engine operating time. Assuming the same engine operating profile for the period since its overhaul (1494:55h), even without considering the warm-up time and ground tests, the engine would have already exceeded the recommended hours between inspections (TBO). It was not possible to determine the operating time because the operator did not keep such records.

Specifically in the case of the event aircraft, the engine manufacturer states in its operating

operação X30012, secção VII: "procedimentos e calendarização das tarefas recomendadas para motores em operação normal" (12 anos ou 1800 horas de trabalho para o O-200).

O mesmo manual refere: "se a aeronave estiver exposta a condições severas, como treino, condições climáticas extremas ou operações pouco frequentes, as inspeções devem ser mais abrangentes e os intervalos entre inspeções reduzidos."

Atendendo ao tipo de operação comercial de uma ATO nas condições severas de utilização em ambiente de treino, como fator de mitigação de possíveis falhas de motor ou de componentes por desgaste não previsto pelos fabricantes, o controlo preciso das horas de trabalho torna-se num requisito essencial. O registo de horas de operação por dispositivo independente, seja por fonte em tacómetro do motor ou contador elétrico (*hobbs meter*) por exemplo, ativado por sensor de pressão de óleo, é sempre um método preferível a um registo manual do operador, não só sujeito a erros como, no caso, a uma política de registo de tempos diferenciado do indicado pelo OEM do motor.

manual X30012, section VII: "procedures and scheduling of recommended tasks for engines in normal operation" (12 years or 1800 operating hours for the O-200).

The same manual states: "if the aircraft is exposed to severe conditions, such as training, extreme weather conditions or infrequent operations, inspections should be more comprehensive and the intervals between inspections decreased."

Given the type of commercial operation of an ATO under severe operating conditions in a training environment, the precise control of operating hours becomes an essential requirement as a factor to mitigate potential engine or component failures due to wear and tear not foreseen by the manufacturers. The recording of operating hours sourced from an independent device, either the engine's tachometer or electric meter (*hobbs meter*) for example, activated by an oil pressure sensor, is always preferable to a manual method made by the operator, not only subject to errors but, in this case, different to the time recording policy which is indicated by the engine OEM.

Página intencionalmente em branco || Page intentionally blank

3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

3.1. Constatações da investigação || Findings

3.1.1. A aeronave || The aircraft

- a) Os registos mostram que a aeronave estava certificada e equipada de acordo com os regulamentos existentes e procedimentos aprovados;
- b) A aeronave estava aeronavegável quando despachada para o voo;
- c) As discrepâncias encontradas no sistema do carburador não tiveram influência na ocorrência;
- d) As discrepâncias encontradas nos registos de manutenção não tiveram influência na ocorrência;
- e) Não havia evidência de falhas na estrutura da aeronave ou mau funcionamento dos sistemas antes da colisão com o solo;
- f) A massa e o centro de gravidade da aeronave estavam dentro dos limites prescritos instantes antes da perda de controlo,
- g) A aeronave foi destruída pelas forças geradas no impacto com o solo;
- h) O motor parou de funcionar na sequência da falta de alimentação de combustível ao carburador;
- i) A aeronave não estava equipada com sistema de gravação de dados de voo (FDR) ou de voz do cockpit (CVR), nem tal é requerido pela regulamentação;
- j) Não era possível recuperar da perda de controlo da aeronave após a tentativa de regresso à pista, atendendo à altura ao solo disponível.

- a) The records show that the aircraft was certified, equipped and maintained in accordance with existing regulations and approved procedures;
- b) The aircraft was airworthy when dispatched for the flight;
- c) The discrepancies found in the carburettor system had no influence on the occurrence;
- d) The discrepancies found in the maintenance records had no influence on the occurrence;
- e) There was no evidence of airframe failure or system malfunction prior to the collision with the ground;
- f) The mass and the centre of gravity of the aircraft were within the prescribed limits just prior the aircraft loss of control;
- g) The aircraft was destroyed by the forces generated on impact with the ground;
- h) The engine stopped running as a result of the lack of fuel supply to the carburettor;
- i) The aircraft was not equipped with a flight data recorder (FDR) or a cockpit voice recorder (CVR), neither were these required by regulation;
- j) It was not possible to recover from the loss of control of the aircraft after attempting to return to the runway, given the available ground clearance.

3.1.2. Tripulação || Crew

- a) O piloto instrutor estava licenciado e qualificado para o voo de acordo com os regulamentos existentes;
- b) O piloto instrutor estava declarado como clinicamente apto para conduzir o voo e não há indícios que as suas ações tenham decorrido de qualquer possível episódio súbito com influência

- a) The instructor pilot was licensed and qualified for the flight in accordance with existing regulations;
- b) The instructor pilot was declared medically fit to conduct the flight and there is no evidence that his actions resulted of any possible sudden

na sua capacidade de decisão para controlar a aeronave;

c) O aluno piloto estava autorizado a realizar o voo.

d) Os exames médicos e patológicos realizados ao piloto instrutor não identificaram presença de álcool ou drogas.

episode influencing his decision-making ability to control the aircraft;

c) The student pilot was authorized to perform the flight.

d) The medical and pathological examinations carried out on the instructor pilot did not detect the presence of alcohol or drugs.

3.1.3. Operações de voo || Flight operations

a) O voo foi realizado de acordo com os procedimentos do Manual de Operações da ATO;

b) O procedimento de registo de tempos das anteriores missões do aluno piloto não refere qualquer desvio;

c) A ATO tinha definida uma política de combustível de acordo com os regulamentos;

d) A aeronave não conseguia cumprir cumulativamente com os requisitos de massa e centragem definidos pelo fabricante e a política de combustível do operador, nas missões realizadas em duplo comando;

e) O voo foi iniciado com combustível suficiente para a missão planeada, contudo não respeitando as quantidades de reserva definidas na legislação e nas políticas de combustível do operador;

f) Não foi possível aferir a quantidade de combustível remanescente na colisão, sendo provável que o combustível derramado observado pelos serviços de socorro correspondesse ao combustível não utilizável descrito nos manuais da aeronave;

g) A ATO tinha definido um procedimento de falha de motor à descolagem e esta era do conhecimento do piloto instrutor;

h) As condições meteorológicas eram propícias à realização da missão e não tiveram influência na ocorrência. O vento com componente de cauda no momento da perda de controlo poderá ter antecipado o fenómeno de perda aerodinâmica.

a) The flight was carried out in accordance with the procedures of the ATO's Operations Manual;

b) The procedure for recording the mission times of the student pilot does not refer to any deviation on previous flights;

c) The ATO had defined a fuel policy in accordance with the regulations;

d) The aircraft was unable to cumulatively comply with the mass and balance requirements defined by the manufacturer and the operator's fuel policy, in missions carried out in dual command;

e) The flight was started with sufficient fuel for the planned mission, but not respecting the reserve quantities defined in the legislation and in the operator's fuel policies;

f) It was not possible to determine the amount of fuel remaining on-board when the collision occurred, although it is likely that the spilled fuel observed by the rescue services corresponded to the unusable fuel described in the aircraft manuals;

g) The ATO had defined an engine failure procedure at take-off and this was known to the instructor pilot;

h) The weather conditions were conducive to the accomplishment of the mission and had no bearing on the occurrence. The tailwind at the time of the loss of control may have anticipated the phenomenon of aerodynamic stall.

3.1.4. Sobrevivência || Survivability

a) O aluno piloto usava os cintos de segurança de três pontos;

b) O piloto instrutor usava apenas o cinto de segurança subabdominal;

a) A three-point harness seat belt was available and being worn by the student pilot;

b) The instructor pilot only wore his lap seat belt;

c) Damage to the primary cockpit structure from the ground collision and energy dissipation are

c) Os danos na estrutura primária do cockpit, decorrentes da colisão e dissipação de energia no solo são consistentes com a manutenção de espaço útil de sobrevivência;

d) As colisões secundárias foram responsáveis pelos principais ferimentos causados à tripulação;

e) O acidente foi caracterizado como de sobrevivência pouco provável;

f) Não é possível concluir que o eventual uso do cinto dorsal pelo piloto instrutor fosse fator de sobrevivência;

É frequente o registo de ferimentos graves ou fatais em ocupantes envolvidos em acidentes com aeronaves quando o sistema de cintos de retenção falha ou não é utilizado. O NTSB realizou vários estudos que demonstraram uma melhor capacidade de sobrevivência e uma diminuição das lesões quando os cintos dorsais estão instalados nas aeronaves e são utilizados pelos seus ocupantes.

consistent with maintaining a usable survival volume;

d) Secondary collisions were responsible for the main injuries sustained by the crew;

e) The accident was considered as unlikely to survive;

f) It is not possible to conclude that the hypothetical use of the shoulder harness by the instructor pilot would have been a survival factor;

Serious or fatal injuries to occupants involved in aircraft accidents are often reported when the restraint belt system fails or is not used. The NTSB has conducted several studies that have shown improved survivability and decreased injuries when seat belts are installed on aircraft and used by their occupants.

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

3.2.1. Causas prováveis || Probable causes

A causa determinada para o acidente foi a perda de controlo da aeronave ao tentar regressar à pista, após perda de potência do motor por falta de combustível a bordo.

The determined cause for the accident was loss of control of the aircraft while attempting to return to the runway, following loss of engine power due to fuel exhaustion.

3.2.2. Fatores contributivos || Contributing factors

Contribuíram para o acidente os seguintes fatores:

- A decisão de regressar à pista após falha de motor numa condição de energia mecânica que não permitia uma aterragem segura;

- A decisão de realizar circuitos de aeródromo após divergirem para o aeródromo alternante;

- As conhecidas limitações da aeronave, nomeadamente a falta de fiabilidade na indicação da quantidade de combustível a bordo sem uma indicação visual de baixo nível independente e eficaz, levando as tripulações a desconsiderarem os indicadores no planeamento e acompanhamento durante o voo;

The following factors contributed to the accident:

- The decision to return to the runway following engine failure in a condition of mechanical energy that did not allow a safe landing;

- The decision to perform aerodrome circuits after diverting to the alternate aerodrome;

- The well-known limitations of the aircraft, namely the lack of reliability in indicating the amount of fuel on board without an independent and effective low-level visual indication, leading crews to disregard indicators in planning and monitoring during flight;

- A condição de vento predominante com componente cauda significativa nos momentos precedentes à perda de controlo, não sendo um fator contributivo direto, pode ter agravado a condição de perda de sustentação da aeronave;

Para a decisão de realização dos circuitos à chegada ao aeródromo alternante, poderá ter contribuído o planeamento inicial da missão com as 2:15 de voo da missão 31, tendo o voo em curso uma duração de 1:44 no momento em que o piloto instrutor decidiu realizar mais um circuito.

- The prevailing wind condition with a significant tail component in the moments preceding the loss of control, not being a direct contributing factor, may have aggravated the aircraft stall condition;

For the decision of executing circuits upon arrival at the alternate aerodrome, may have contributed the initial planning of the mission with 2:15 flight time of mission 31, with the flight in progress having a duration of 1:44 when the instructor pilot decided to perform another circuit.

3.3. Comentários || Comments

Falta de combustível

As falhas de motor por falta de combustível e má gestão do combustível a bordo são eventos perfeitamente evitáveis.

Conforme evidenciado num alerta de segurança do NTSB⁶, de investigações a acidentes relacionados com a gestão de combustível, 95% são eventos onde a gestão, conhecimento dos sistemas de combustível e planeamento do voo têm causas ou contributo direto para a falta de combustível ou inadequada gestão do combustível a bordo. Ações adequadas das tripulações e das organizações sob as quais operam, quando tal é o caso, podem eliminar tais eventos, com os restantes 5% com causas atribuídas a falhas ou mau funcionamento do sistema de combustível.

Não verificar o nível, tipo, contaminação de combustível no(s) tanque(s) e subestimar o planeamento do voo podem contribuir para a estatística dos referidos 95% de eventos evitáveis.

A probabilidade de falta de combustível pode ser minimizada ao:

- Existir e ser utilizada mais do que uma fonte de informação para obter resultados coerentes sobre o combustível a bordo antes do voo;
- Executar um procedimento consistente de verificação regular dos consumos de combustível (*fuel flow*);

Fuel exhaustion

Engine failures due to lack of fuel and poor fuel management on board are perfectly avoidable events.

As shown in the NTSB safety alert⁶, investigations into fuel management-related accidents, 95% are events where management, knowledge of fuel systems, and flight planning have causes or direct contribution to fuel exhaustion or inadequate onboard fuel management. Proper actions by crews and the organisations under which they operate, where appropriate, can eliminate such events, with the remaining 5% being caused by fuel system failures or malfunctions.

Not checking the level, type, contamination of fuel in the tank(s) and underestimating the planning of the flight can contribute to the statistics of the aforementioned 95% of avoidable events.

The likelihood of fuel shortages can be minimized by:

- Made available and use more than one source of information to obtain consistent results of fuel on board before the flight;
- Perform a consistent procedure for checking fuel consumption regularly (*fuel flow*);

⁶ <https://www.nts.gov/Advocacy/safety-alerts/Documents/SA-067.pdf>

- Monitorizar o voo, se possível, suportado em fontes independentes, para garantir que se chega ao destino com combustível suficiente a bordo, mesmo em casos imprevistos.

As ATOs, enquanto entidade formativa em ambiente e operação comercial regulada como tal, têm um papel adicional na prevenção de condições latentes, normalmente em conjugação de fatores, por forma a eliminar riscos e, tanto quanto possível, antever eventuais decisões menos assertivas de tripulações em formação, implementando as medidas preventivas adequadas.

Nomeadamente,

- Definição de políticas de combustível exequíveis à frota que operam;

- Eliminar ou limitar a utilização de modelos de aeronaves que não cumpram cumulativamente com os requisitos das políticas de combustível definidas e as limitações operacionais definidas nos respetivos manuais;

- Investir na implementação de ferramentas e tecnologia que assegurem às tripulações informação útil para um processo de decisão robusto;

- Adotar sistemas de recolha e análise de dados de operação onde uma análise de risco antevaja potenciais problemas que possam condicionar a segurança operacional.

Falha de motor à decolagem (EFATO)

A falha de motor após a decolagem é um tema recorrente e amplamente discutido no seio da aviação geral e em específico nas escolas de formação inicial de pilotos. Estar preparado para a possibilidade de uma falha do motor e estabelecer diferentes estratégias antes de cada voo dará ao piloto uma vantagem para lidar com a emergência. Ao prever e planear a resposta com antecedência, a tripulação não só reduz a carga de trabalho mental como mitiga alguns dos aspetos da tomada de decisão realizada sob *stress*, dando confiança para efetuar ações decididas e adequadas na emergência.

Com base em ocorrências passadas de eventos reportados e investigados envolvendo falhas de motor em aeronaves monomotor após a decolagem, podem ser traçados vários cenários

- Monitoring the flight, if possible, supported by independent sources, to ensure that you arrive at your destination with sufficient fuel on board, even in unforeseen circumstances.

ATOs, as a training entity in a commercial environment and operation regulated as such, have an additional role in preventing latent conditions, usually in combination of factors, in order to eliminate risks and, as far as possible, anticipate possible unassertive decisions of crews in training, implementing proper mitigation actions.

Specifically,

- Definition of fuel policies that are feasible to the fleet they operate;

- Eliminate or limit the use of aircraft models that do not cumulatively comply with the requirements of the defined fuel policies and the operational limitations defined in the respective manuals;

- Invest in the implementation of tools and technology that ensure crews have useful information for a robust decision-making process;

- Adopt systems for collecting and analysing operational data where a risk analysis may anticipate potential problems that may affect safety.

Engine failure at take-off (EFATO)

Engine failure after take-off is a recurring and widely discussed topic within general aviation and specifically in initial pilot training schools. Being prepared for the possibility of an engine failure and establishing different strategies before each flight will give the pilot an edge in dealing with the emergency. By anticipating and planning the response in advance, the crew not only reduces the mental workload but also mitigates some of the aspects of decision-making carried out under stress, giving confidence to take the already decided and appropriate actions in the emergency.

Based on past occurrences of reported and investigated events involving engine failures in single-engine aircraft after take-off, several possible scenarios can be outlined with the aim

possíveis com o objetivo de minimizar a exposição ao risco de colisão com o solo sem controle da aeronave.

Opção de regresso à pista:

O primeiro aspeto a ter em consideração é que os vários trabalhos de investigação e análise das ocorrências de falha de motor após descolagem e subsequentes decisões, quaisquer que elas sejam, estão limitados aos eventos reportados ou conhecidos, o que reduz a amostra essencialmente para os eventos com consequências, ou seja, algo correu mal pois caso contrário os eventos ou não são reportados ou a informação fica dispersa e não há dados suficientes para retirar conclusões das decisões tomadas pelas tripulações.

Será também importante sublinhar que o sucesso de uma manobra de aterragem bem-sucedida, depende de múltiplos fatores, tendo uma relação direta com o estado de energia mecânica da aeronave no momento da falha do motor. Quanto maior for o nível de energia mecânica (cinética + potencial), maior a probabilidade de a aeronave efetuar uma aterragem bem-sucedida na pista contrária à de descolagem. Num baixo estado de energia, as leis da física analisadas nos próximos parágrafos, demonstram que outras opções, que não o regresso à pista, aumentam a probabilidade de sobrevivência.

Começando por explorar os contributos da energia potencial (altura ao solo) e cinética (velocidade) para uma mesma aeronave, Rogers descreve e analisa no seu artigo *The Possible 'Impossible' Turn*⁷ os parâmetros e condições de um regresso à pista após falha de motor à descolagem, demonstrando teoricamente a relação altura ao solo, raio e ângulo de pranchamento da volta.

O modelo teórico, entre outros, tem como premissas uma volta em forma de gota com velocidade de subida em V_y (melhor razão de subida) e velocidade em volta 5% acima da velocidade de perda. O gráfico abaixo mostra as linhas de altitude necessária para a falha de motor (em pés) relacionando o ângulo de pranchamento (eixo das abcissas) com a volta em graus (eixo das ordenadas).

of minimizing exposure to the risk of collision with the ground without control of the aircraft.

Option to return to the runway:

The first aspect to take into consideration is that the various research and analysis of the occurrences of engine failure after take-off and subsequent decisions, whatever they may be, are limited to reported or known events, which reduces the sample essentially to events with consequences, that is, something went wrong because otherwise the events are either not reported or the information is dispersed and there is not enough data to draw conclusions of decisions made by crews.

It is also important to underline that the success of a successful landing manoeuvre depends on multiple factors, having a direct relationship with the mechanical energy state of the aircraft at the moment an engine failure occurs. The higher the level of mechanical energy (kinetic + potential), the more likely it is that the aircraft will make a successful landing on the runway opposite to the take-off runway. In a low energy state, the laws of physics analysed in the following paragraphs demonstrate that options other than returning to the runway increase the probability of survival.

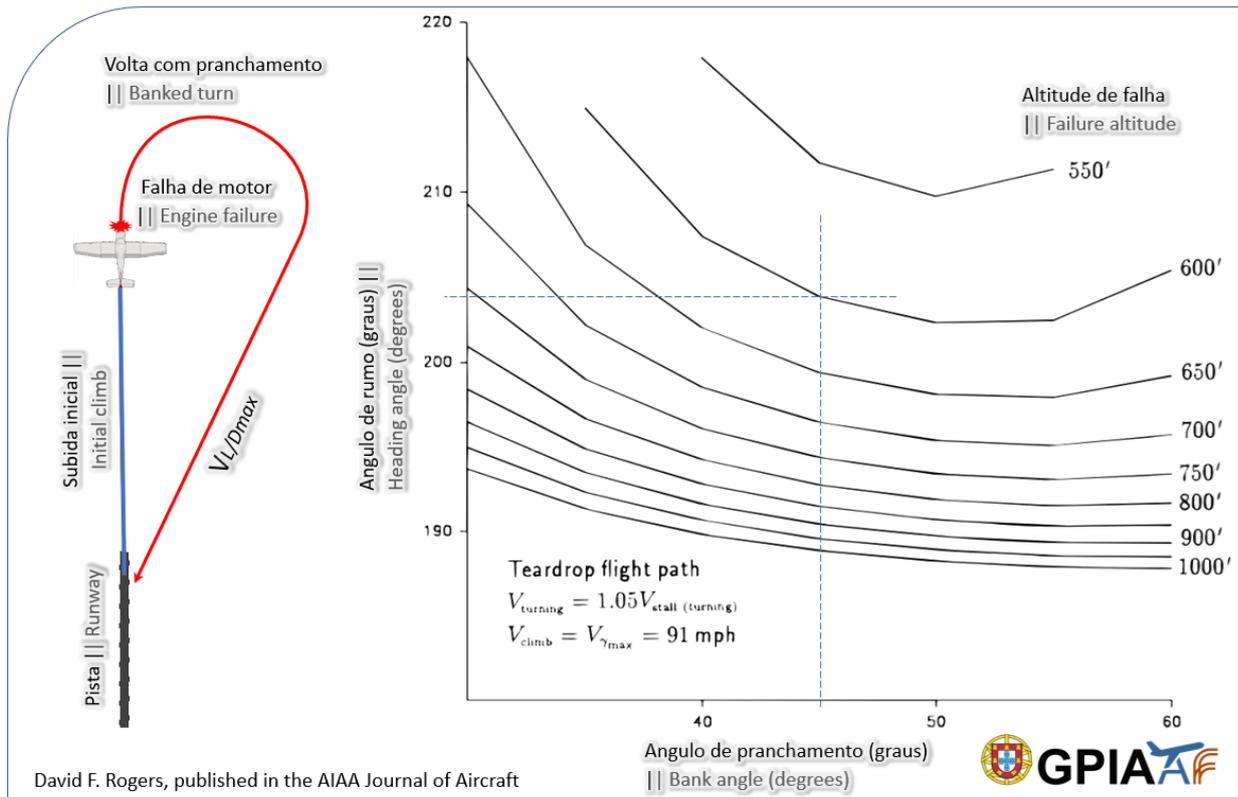
Beginning by exploring the contributions of potential energy (ground clearance) and kinetics (velocity) to the same aircraft, Rogers describes and analyses in his article *The Possible 'Impossible' Turn*⁷ the parameters and conditions of a return to the runway after engine failure at take-off, demonstrating theoretically the relationship between ground clearance, radius and bank angle in the turn.

The theoretical model, among others, assumes a teardrop-shaped flight path at a climb speed of V_y (best rate of climb) and a turn speed 5% above the stall speed. The graph below shows the lines of altitude required for engine failure (in feet) as a function of the bank angle (X-axis) versus the heading in degrees (Y-axis).

⁷ The Possible 'Impossible' Turn David F. Rogers <https://jeremy.zawodny.com/flying/turnback.pdf>

Como exemplo demonstrativo assinalado a azul na figura abaixo, uma falha de motor a 600 pés consegue regressar à pista numa volta de ~205° usando 45° de pranchamento.

As a demonstrative example marked in blue, in the figure below, an engine failure at 600 feet can return to the runway in a ~205° turn using 45° of bank.



David F. Rogers, published in the AIAA Journal of Aircraft

Figura 16 || Figure 16

Modelo teórico para o regresso à pista após falha de motor na descolagem

Theoretical model for returning to the runway following an engine failure on take-off

A demonstração teórica comprova o que todos os pilotos já sabem: existe uma altitude para a qual é possível o regresso seguro à pista. O problema é que essa altitude não é a mesma para todos os pilotos, em todas as aeronaves e todos os dias. Desta forma, a denominada "volta impossível" é, na realidade, um conceito demasiado vago, podendo levar a que se tente o regresso à pista sem a energia necessária.

The theoretical demonstration proves what all pilots already know: that there is an altitude at which it is possible to safely return to the runway. The problem is that this altitude is not the same for all pilots, on all aircraft and every day. As such, the so-called "impossible turn" is, in fact, a concept that is too vague that can lead to an attempt to return to the runway without the necessary energy.

O cenário clássico envolve uma perda de potência repentina abaixo, por vezes bem abaixo, de 1000 pés AGL, onde o piloto se sente compelido a pranchar e tentar o regresso à pista por ser um local considerado "porto seguro".

The classic scenario involves a sudden loss of power below, sometimes well below 1000 feet AGL, where the pilot feels an overwhelming urge to bank and to attempt to return to the runway as it is a place considered a "safe haven".

A abordagem clássica e comum dos vários intervenientes com responsabilidades na defesa da segurança operacional, sejam pilotos, instrutores, examinadores, gestores de segurança, é a aprendida na sua formação inicial e contínua, e defende: *se o motor parar na*

The classic and common approach of the various actors with responsibilities in the defence of operational safety, whether pilots, instructors, examiners, safety managers, all learn in their initial and continuous training and defend is that: if the engine stops on take-off, land straight

descolagem, aterre em frente e resista ao impulso de regressar à pista.

No entanto, os dados mostram que é um conceito frágil e não produz resultados, como aliás, o evento demonstrou. O piloto instrutor realizou e ensinou este exercício inúmeras vezes e quando confrontado com a realidade, a decisão foi outra.

Admite-se que possa ser um conselho válido que até resulte na formação inicial de pilotos, contudo, a experiência de voo e formação de cada piloto têm o poder de precisamente formar em cada um opiniões e visões de cenários de emergência diferentes, logo formas de ação dispares.

Opção de aterragem “em frente”:

Embora o regresso à pista seja possível em determinadas situações quando todos os elementos necessários estiverem perfeitamente alinhados para uma aterragem bem-sucedida, a maioria dos pilotos, especialmente na sua fase de formação, não têm o treino e experiência necessária para resistir a alguns impulsos naturais, agindo então sobre os comandos da aeronave para uma condição insegura.

Tentar o regresso à pista antes de atingir a altitude de circuito (ou uma altitude segura para cada modelo de aeronave), é um exercício arriscado e pode ter consequências fatais. Ao aumentar o pranchamento para realizar os 180° de volta, na realidade mais perto dos 270° dependendo do pranchamento, o decréscimo da velocidade com o aumento do ângulo de ataque, configura-se numa dinâmica clássica de perda aerodinâmica e *vrille* irrecuperável.

Um estudo do Transport Canada⁸ com análise de acidentes envolvendo perda aerodinâmica/*vrille*, mostrou que o piloto que tenta o regresso à pista tem oito vezes mais probabilidade de morrer ou ficar gravemente ferido em comparação com a aterragem em frente. Para os pilotos experientes que sabem a altitude que é necessária para o regresso à pista, essa pode ser uma opção, contudo, mesmo estes devem procurar áreas de aterragem alternativas que exijam menos manobras e menos risco.

ahead and resist the urge to return to the runway. However, the data show that it is a fragile concept and one which does not produce results, as demonstrated by the event. The instructor pilot performed and taught this exercise numerous times but when faced with reality, the decision was different.

It may admittedly be a valid advice that even shows results in the initial training of pilots, however, the flight experience and training of each pilot has the power to precisely form in each one opinions and visions of different emergency scenarios, therefore disparate forms of action.

Option to land “straight ahead”:

Although returning to the runway is possible under certain situations when all the necessary elements are perfectly aligned for a successful landing, most pilots, especially in their training phase, do not have the necessary training and experience to resist some natural impulses, acting on the controls of the aircraft for an unsafe condition.

Attempting to return to the runway before reaching circuit altitude (or a safe altitude for each aircraft model) is a risky exercise and can have fatal consequences. By increasing the bank to perform the 180° turn, in reality closer to 270° depending on the bank angle adopted, the airspeed bleeds off as the angle of attack increases, resulting in a classic setup for aerodynamic stall and irrecoverable *vrille*.

A study by Transport Canada⁸ with analysis of accidents involving aerodynamic stall/*vrille* showed that the pilot who attempts to return to the runway is eight times more likely to die or be seriously injured compared to landing straight ahead. For experienced pilots who know the altitude that is required to return to the runway, this may be an option, however, even they should look for alternative landing areas that require fewer manoeuvres and less risk.

⁸ <https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/tp13747e.pdf>

A falha de motor em voo pode ser uma experiência assustadora e aflitiva sem uma preparação adequada. A vigilância e a preparação melhorarão substancialmente as hipóteses de um resultado positivo. As tripulações devem aproveitar todas as oportunidades para a preparação de tal cenário. Por exemplo, planejar as ações para a eventualidade de perda de motor desde a fase de descolagem até à aterragem e ensaiar a lista de verificações e itens de memória para que se tornem em ações instintivas e metódicas.

Contar só com o fator sorte não é uma opção. Privilegiar o treino e preparação para minimizar o risco e consequências são essenciais em qualquer atividade de voo.

Ainda sobre a escolha do local de aterragem após falha de motor à descolagem, pode até existir uma zona para uma aterragem em terreno não preparado em frente à pista, ainda assim, sem a devida preparação e disciplina, muitas vezes prevalece o instinto natural de regresso à pista.

Por outro lado, se imaginarmos um cenário de aeroportos totalmente inseridos na malha urbana rodeados de habitações, a densidade de obstáculos torna a decisão de regresso à pista mais numa consequência de ações de desvios do que uma decisão ponderada.

O treino e a preparação para o cenário de falha de motor após descolagem assumem uma importância ainda mais relevante quando se densificam os cenários e complexidade dos aeródromos e suas envolventes. A FAA refere no seu artigo de opinião Faasteam [FAA-P-8740-44](#), que *“devem ser treinados e executados exercícios a pelo menos cada seis meses, de preferência na companhia de um bom instrutor”*.

Os fatores mínimos a considerar e que efetivamente estão envolvidos nas consequências das decisões são:

- A experiência do piloto;
- As características de carregamento do dia e o conhecimento da tripulação sobre a aeronave específica;
- O aeródromo, características e limitações da sua envolvente;
- Meteorologia e condições locais.

In-flight engine failure can be a frightening and distressing experience without proper preparation. Vigilance and preparedness will substantially improve the chances of a positive outcome. Crews should take every opportunity to prepare for such a scenario. For example, plan actions for the eventuality of engine failure from the take-off phase to landing and rehearse the list of checks and memory items so that they become instinctive and methodical actions.

Relying only on the luck factor is not an option. Favouring training and preparation to minimize risk and consequences are essential in any flight activity.

Still on the choice of landing site after engine failure at take-off, there may even be an area for landing on unprepared terrain ahead of the runway, even so, without proper preparation and discipline, many times the instinct will prevail to return to the runway.

On the other hand, if we imagine a scenario of airports fully inserted in the urban fabric surrounded by housing, the density of obstacles makes the decision to return to the runway more a consequence of avoiding actions rather than a considered decision.

Training and preparation for the engine failure scenario after take-off take on an even more relevant importance when the scenarios and complexity of aerodromes and their surroundings are densified. The FAA states in its Faasteam opinion article [FAA-P-8740-44](#), that "exercises should be trained and performed at least every six months, preferably in the company of a good instructor".

The minimum factors to consider and that are effectively involved in the consequences of decisions are:

- The experience of the pilot;
- The day's loading characteristics and the crew's knowledge of the specific aircraft;
- The aerodrome, characteristics and limitations of its surroundings;
- Weather and local conditions.

Quando acontecer, o piloto deve voar a aeronave e confiar no treino e procedimentos que se demonstraram eficazes. Usar os itens de memória treinados e mecanizados que proporcionam uma priorização eficiente como a escolha da melhor velocidade de planeio, eger o local para a aterragem e declarar emergência (*aviate, navigate, communicate*).

A física demonstra que, abaixo de uma determinada condição de energia, a volta simplesmente não é possível. A questão essencial será o estabelecer esse ponto entre o fisicamente impossível para as condições particulares daquele dia e, ainda que sendo possível, ter-se-á necessariamente de acrescentar as variáveis de treino e competências do piloto para realizar tal manobra de elevada complexidade.

O ambiente de treino inicial, considerando todas as limitações e condicionantes, não será certamente a fase correta para se treinar e demonstrar tal possibilidade de volta à pista.

As ATOs devem, dentro das suas responsabilidades de execução das análises de risco requeridas pela legislação, desenhar procedimentos para todas as fases críticas de voo, incluindo o EFATO, onde a padronização da execução de uma manobra de aterragem forçada após falha de motor à descolagem deverá ser uma realidade. Tal padronização com a determinação da melhor opção para o local de uma aterragem forçada em aeródromos conhecidos e sujeitos a uma exposição ao risco que justifique tal estudo, será uma importante barreira ao processo de decisão de cada tripulante que, como referido, está sujeito a diferentes ações e consequências.

As opções para uma determinada pista de operação regular da ATO, já devem estar previstas, naturalmente sujeitas a considerações de vento, altura, velocidade do ar e a massa e centragem da aeronave. A escolha dos locais de aterragem forçada será limitada pela altura e, portanto, pelo tempo disponível à tripulação. A consideração mais importante ao selecionar um local de aterragem adequado é o evitar grandes obstáculos por forma a garantir uma dissipação de energia lenta, minimizando a deformação da aeronave e consequências para o espaço de sobrevivência da cabine.

When it happens, the pilot must fly the aircraft and rely on the training and procedures that have proven effective. Using trained and mechanized memory items provides efficient prioritization such as choosing the best glide speed, choosing the landing site and declaring an emergency (*aviate, navigate, communicate*).

Physics shows that below a certain condition of energy the turn is simply not possible. The essential issue will be to establish this point between the physically impossible for the particular conditions of that day and, even if possible, it will inevitably be necessary to add the training variables and skills of the pilot to perform such a highly complex manoeuvre.

The initial training environment, considering all the limitations and constraints, will certainly not be the right phase to train and demonstrate such a possibility of returning to the runway.

ATOs must, within their responsibilities to carry out the risk analyses required by legislation, design procedures for all critical phases of flight, including EFATO, where standardization of the execution of a forced landing manoeuvre after engine failure at take-off should be a reality. Such standardization with the determination of the best option for the location of a forced landing at known aerodromes and subject to a risk exposure that justifies such a study, will be an important barrier to the decision-making process of each crew member who, as mentioned, is subject to different actions and consequences.

The options for a given runway of regular operation of the ATO must already be foreseen, naturally subject to considerations of wind, height, airspeed, mass and balance of the aircraft. The choice of emergency landing sites will be limited by height and therefore by the time available to the crew. The most important consideration when selecting a suitable landing site is the avoidance of large obstacles in order to ensure slow energy dissipation, minimizing aircraft deformation and consequences for the cabin survivable volume.

O regresso bem-sucedido à pista está para além das capacidades da maioria dos pilotos, considerando o número de variáveis envolvidas, conhecimentos e habilidades necessárias.

A FAA na AC 61-83J no item A.11.4 do apêndice A refere mesmo: (...) Os instrutores devem treinar os pilotos de aeronaves monomotor a não regressarem à pista com voltas de 180° após uma falha de motor, a menos que a altitude, os requisitos de melhor planeio e a habilidade do piloto permitam um regresso seguro (...)

É assim relevante que as organizações de formação (ATOs) estabeleçam procedimentos claros que contemplem decisões padronizadas e otimizadas para garantir a sobrevivência.

Entre inúmeros artigos e estudos EFATO, salienta-se um processo de decisão defendido numa publicação da AOPA⁹ levando a inclusivamente redefinir a trajetória de descolagem por forma a prever uma eventual falha de motor à descolagem, colocando a aeronave numa posição privilegiada para o regresso à pista. Sujeito a limitações locais e de tráfego, a técnica denominada “A better return policy”, com origem no lançamento de planadores, prevê um desvio lateral colocando a aeronave praticamente num vento de cauda no momento mais crítico em termos de energia mecânica, facilitando as escolhas da tripulação.

A successful return to the runway is beyond the capabilities of most pilots considering the number of variables involved, required knowledge and skills.

FAA AC 61-83J item A.11.4 of appendix A, states: (...) Instructors should also train pilots of single-engine airplanes not to make an emergency 180-degree turnback to the field after a failure unless altitude, best glide requirements, and pilot skill allow for a safe return (...)

It is therefore important that training organizations (ATOs) establish clear procedures that include standardized and optimized decisions to ensure survival.

Among numerous articles and EFATO studies, a decision process defended in an AOPA publication⁹ stands out, even leading to redefining the take-off trajectory in order to predict a possible engine failure at take-off, placing the aircraft in a privileged position for a return to the runway. Subject to local and traffic limitations, the technique called “A better return policy”, originating from the launch of gliders, provides for a lateral deviation placing the aircraft practically in a tailwind at the most critical moment in terms of mechanical energy, simplifying the crew's choices.

⁹ <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2018/april/pilot/technique-return-policy>

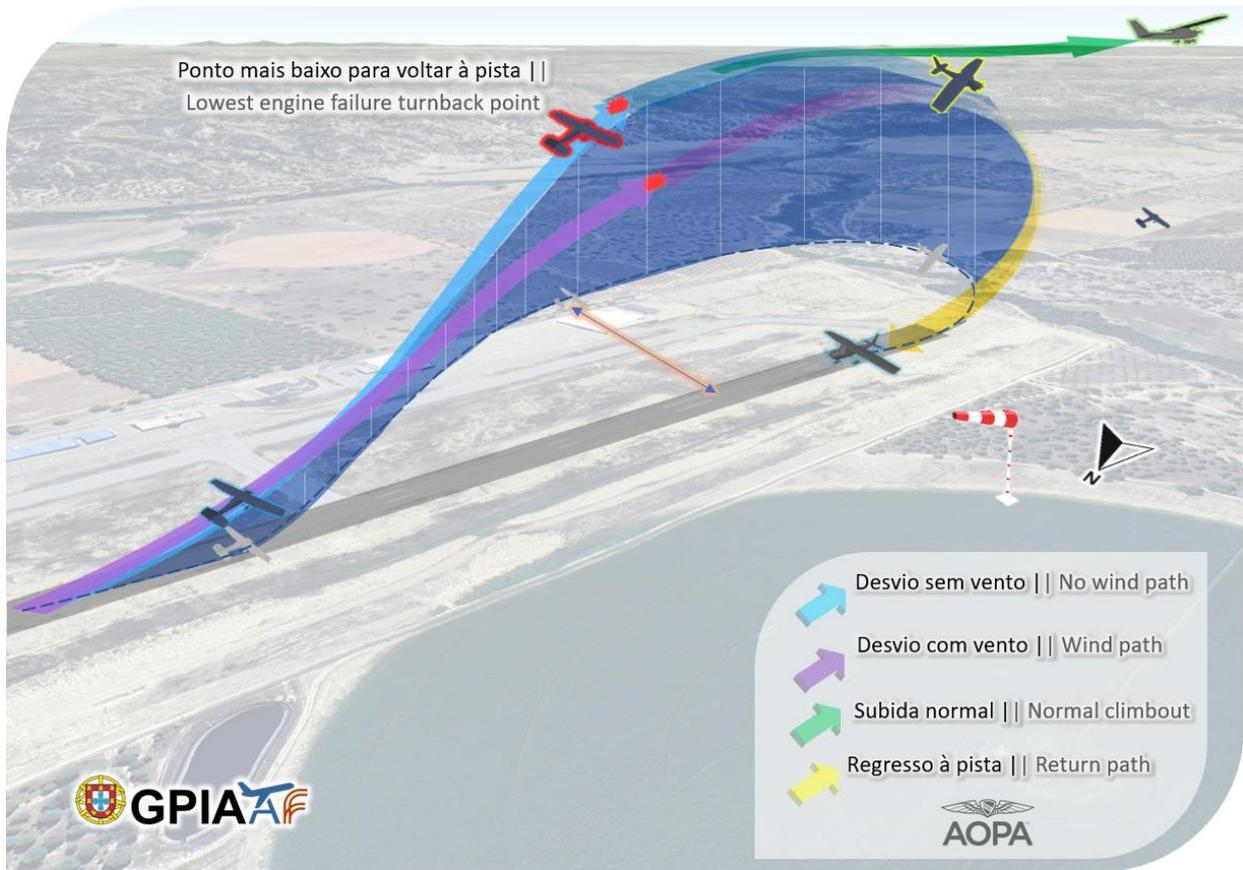


Figura 17 || **Figure 17**
 Modelo de descolagem AOPA adaptado a LPSO || AOPA take-off model adapted to LPSO

Este, entre muitos outros exemplos com conhecimento acumulado ao longo de décadas relativamente à problemática EFATO, demonstra que é possível planear e mitigar as consequências de falhas de motor após ou durante a fase de descolagem.

This, among many other examples with accumulated knowledge over decades regarding the EFATO problem, demonstrates that it is possible to plan and mitigate the consequences of engine failures after or during the take-off phase.

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 também descritas as ações de segurança entretanto tomadas pelas partes relevantes assim como as recomendações que o GPIAAF entende emitir para mitigar as questões de segurança operacional identificadas na investigação que subsistam.

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 also describes the safety actions taken by the relevant parties after the event, as well as the recommendations that GPIAAF still considers necessary to issue in order as to address the remaining safety issues identified in the investigation.

4.1. Ações de segurança implementadas ou em implementação || Safety actions implemented or under implementation

4.1.1. Pela ATO || By the ATO

O operador, seguindo os seus procedimentos de investigação interna e processo de melhoria contínua, informou a investigação sobre as ações de segurança entretanto implementadas ou em implementação:

Frota:

A frota Cessna 150/152 foi removida dos voos de instrução de navegação em duplo comando, tendo a ATO optado pelo uso de aeronaves mais modernas, com sistemas de indicação de quantidade e baixo nível de combustível mais fiáveis para as referidas missões;

Política de combustível:

O operador reviu a sua política de combustível detalhada no OM Edição 03 – Revisão 00 (19.2

The operator, following its internal investigation procedures and continuous improvement process, informed the investigation about the following safety actions which have been or are in the process of being implemented:

Fleet:

The Cessna 150/152 fleet was excluded from performing dual cross-country training flights, with the ATO using modern aircraft for those cross-country or navigation missions that can provide a more accurate indication of the fuel onboard, including low-fuel alerts;

Fuel policy:

The operator revised the fuel policy in the OM Edition 03 – Revision 00 (19.2 Fuel and Oil Policy),

Política de Combustível e Óleo), detalhando e introduzindo alertas para condições de voo que levam a declarar: Baixo nível de Combustível, Combustível Mínimo e Mayday de Combustível.

A ATO declarou que o sistema de controlo e gestão das Operações (*Flightlogger*), lançou recentemente uma revisão que permite avisos sobre a autonomia (*Fuel State*) das aeronaves em cada missão.

A ATO declarou também a introdução do programa "FlySto"¹⁰ desde junho de 2024, controlando cerca de 90% da frota. É um sistema FDM (Flight Data Monitoring) que possibilita uma visão abrangente da operação com ferramentas de controlo da qualidade dos registos, dados e discrepâncias. Entre outros parâmetros, é possível controlar ao detalhe a condição do combustível, seja o *fuel flow* ou quantidade remanescente.

Uniformização de instrutores de voo:

Sobre as ações desencadeadas pela ATO relativamente à padronização de instrutores de voo, foi declarada a contratação de um instrutor para a função de *Head of Standards* que em conjunto com outros dois instrutores iniciaram um plano de padronização de métodos de ensino denominado "*Standardization Plan 2024*". A ATO definiu ainda:

- Perfis de frota, considerando a diversidade de frotas, foram estabelecidos perfis padrão,
- Voos de padronização com um perfil dedicado,
- Exames escritos obrigatórios por frota para o corpo de instrutores de voo antes de autorizados a voar

Controlo de tempo de voo das missões/lições:

Foi declarado que o não cumprimento do tempo programado promove a necessidade de aulas extras para cumprir os mínimos regulamentares e minimizar interrupções no planeamento. Um novo procedimento (RVP. PR.02.03 – Programa Controle de Tempo) foi criado para controlar o tempo e conteúdo dos sílabos dos alunos.

detailing and introducing alerts for flight conditions where the following should be declared: Low Fuel State, Minimum Fuel and Mayday Fuel.

The ATO stated that the Operations control and management system (*Flightlogger*) has recently launched a revision that allows warnings about the endurance (*Fuel State*) of aircraft on each mission.

The ATO has also declared the introduction of the "FlySto"¹⁰ program since June 2024, monitoring about 90% of the fleet. It is an FDM (Flight Data Monitoring) system that enables a comprehensive view of the operation with tools which control the quality of records, data and discrepancies. Among other parameters, it is possible to control the condition of the fuel in detail, whether it is fuel flow or remaining quantity.

Flight instructors' standardization:

Concerning the actions taken regarding standardization of flight instructors, the ATO has declared that an instructor was hired for the role of *Head of Standards* who, together with two other instructors, initiated a plan for the standardization of teaching methods called "*Standardization Plan 2024*". The ATO also defined:

- Fleet profiles, considering the diversity of the fleet, standard profiles were established,
- Standardization flights with a dedicated profile,
- Compulsory fleet-specific written exams for flight instructors before they are allowed to fly.

Mission/lesson flight time control:

It was declared that failure to comply with the scheduled time can result in extra lessons to comply with regulatory minimums and minimize interruptions in planning. A new procedure (RVP. PR.02.03 – Time Control Program) was devised to control the time and content of students' syllabi.

¹⁰ <https://www.flysto.net/home>

EFATO para aeronaves monomotor:

O operador declarou ter constituído um grupo de trabalho para estudo e implementação de procedimentos padrão para os aeródromos base do operador e aeródromos cuja exposição ao risco assim o justifique, por forma a mitigar as consequências de uma falha de motor à decolagem em aeronaves monomotor.

O documento em desenvolvimento pela ATO com a designação “SPECIAL AERODROME BRIEFING”, pretende padronizar as ações dos pilotos instrutores e alunos piloto, entre outros, para a eventualidade de uma falha de motor num determinado aeródromo.

O operador detalhou as áreas estudadas no seu aeródromo base, LPSO (Apêndice 5.2), que servirão de base para a definição dos procedimentos padronizados e customizados a cada aeródromo.

Atendendo às medidas declaradas, a Autoridade Nacional de Aviação Civil, no exercício das suas competências e responsabilidades, terá necessariamente de dedicar uma especial atenção à monitorização e supervisão da ATO, relativamente às lacunas identificadas neste relatório.

4.1.2. Pela EASA || By EASA

Tendo em consideração os achados do evento, a EASA, no decurso de várias reuniões, manifestou a intenção de rever o acordo bilateral UE-EUA pronunciando uma necessidade óbvia de uniformizar os critérios de supervisão para as organizações EASA aprovadas, independentemente da sua localização, nomeadamente os critérios de inspeção independente de componentes/sistemas críticos e os requisitos do sistema de gestão de segurança (SMS) previstos na Parte 145.

EFATO for Single-Engine Aircraft

The operator declared that it has set up a working group to study and implement standard procedures for the operator's base aerodromes and aerodromes where exposure to risk so justifies, in order to mitigate the consequences of an engine failure at take-off in single-engine aircraft.

The document under development by the ATO, called “SPECIAL AERODROME BRIEFING”, aims to standardize the actions of instructor pilots and student pilots in, among others, to the event of an engine failure at a given aerodrome.

The operator laid-out the areas studied at its base aerodrome, LPSO (Appendix 5.2) that will be the basis for definition of standardized and customized procedures for each aerodrome.

In view of the facts and conclusions, the National Civil Aviation Authority (ANAC), in the exercise of its competences and responsibilities, must dedicate special attention to the oversight and monitoring of the ATO, especially regarding the gaps identified in the investigation.

Taking into account the findings of the event, EASA, in the course of several meetings, expressed its intention to revise the EU-US bilateral agreement by stating an obvious need to standardise the oversight criteria for approved EASA organisations, regardless of their location, namely the criteria for independent inspection of critical components/systems and the safety management system (SMS) requirements set out in Part-145.

4.2. Recomendações de segurança | | Safety recommendations

Após uma análise criteriosa de todos os dados e factos do evento, assim como das ações de segurança entretanto tomadas pelas partes, a autoridade de investigação de segurança determinou como útil e necessária a emissão das seguintes recomendações de segurança com o objetivo de mitigar os aspetos de segurança identificados no processo de investigação:

Following a detailed analysis of all the data and facts of the event, as well as the safety actions taken in the meantime by the parties involved, the safety investigation authority determined that the following safety recommendations would be deemed useful and necessary in order to mitigate the safety aspects identified during the investigation:

Atendendo à ausência de critérios e procedimentos claros relativamente à contabilização de tempos de operação dos motores da frota do operador conforme requerido pelos respetivos fabricantes, recomenda-se ao operador:

Given the absence of criteria and clear procedures regarding recording of engine operating times on the operator's fleet, as required by the respective OEMs, the following is recommended to the operator:

À SEVENAIR ACADEMY:

Recomendação de Segurança PT.SIA 2024/01

Recomenda-se que o operador, em conjunto com os serviços de gestão de aeronavegabilidade contratados, implemente um método de controlo preciso das horas de trabalho dos motores, enquanto requisito essencial para dar cumprimento às diretrizes dos fabricantes dos motores.

To SEVENAIR ACADEMY:

Safety Recommendation PT.SIA 2024/01

It is recommended that the operator, together with its contracted airworthiness management services, implement a method of precise control of engine working hours as an essential requirement to comply with the engine manufacturers' guidelines.

4.3. Outras aprendizagens relevantes para a segurança | | Other relevant safety lessons

É também obrigação da investigação sublinhar ao sector e organizações de manutenção para que considerem as preocupações de segurança identificadas no sistema de carburador e tomem as medidas que considerem adequadas.

It is also the obligation of the investigation to emphasize, to the sector and maintenance organizations, to consider the safety concerns identified in the carburettor system and take the actions they deem most appropriate.

Desta forma deixa-se um alerta à comunidade para uma atenção ao sistema de carburador, exigindo dos prestadores de serviços (manutenção e OEM) respostas efetivas e conclusivas das causas na origem de falhas reportadas no referido sistema.

Thus, an alert is left to the community to pay attention to the carburettor system, demanding from service providers (maintenance and OEM) an effective and conclusive response to the causes at the origin of reported failures in said system.

O número de eventos de falha de potência registados com origem no sistema de carburador é por si um elemento de alerta aos proprietários, operadores, autoridades de certificação e de investigação para uma atenção especial no

The number of recorded engine power failure events originating in the carburettor system is in itself a warning sign to owners, operators, certification and investigation authorities to pay special attention when assessing and

momento de avaliar e determinar a/as causas de eventuais defeitos de funcionamento do motor. Naturalmente que há e certamente que se vão repetir no futuro eventos de origens várias como a formação de gelo no carburador ou outras, contudo há razões suficientes para que a indústria esteja atenta a futuras ocorrências e determine as causas das falhas de uma forma inequívoca, explorando a fundo o funcionamento e eventuais anormalidades verificadas nos componentes.

determining the causes of any engine malfunction. Of course, there are and certainly will be repeated in the future events of various origins such as the formation of ice in the carburettor or others, however there are enough reasons for the industry to be attentive of future occurrences and determine the causes of failures in an unequivocal manner, thoroughly exploring the operation and any abnormalities found in the components.

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 approved 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.

5. APÊNDICES || APPENDICES

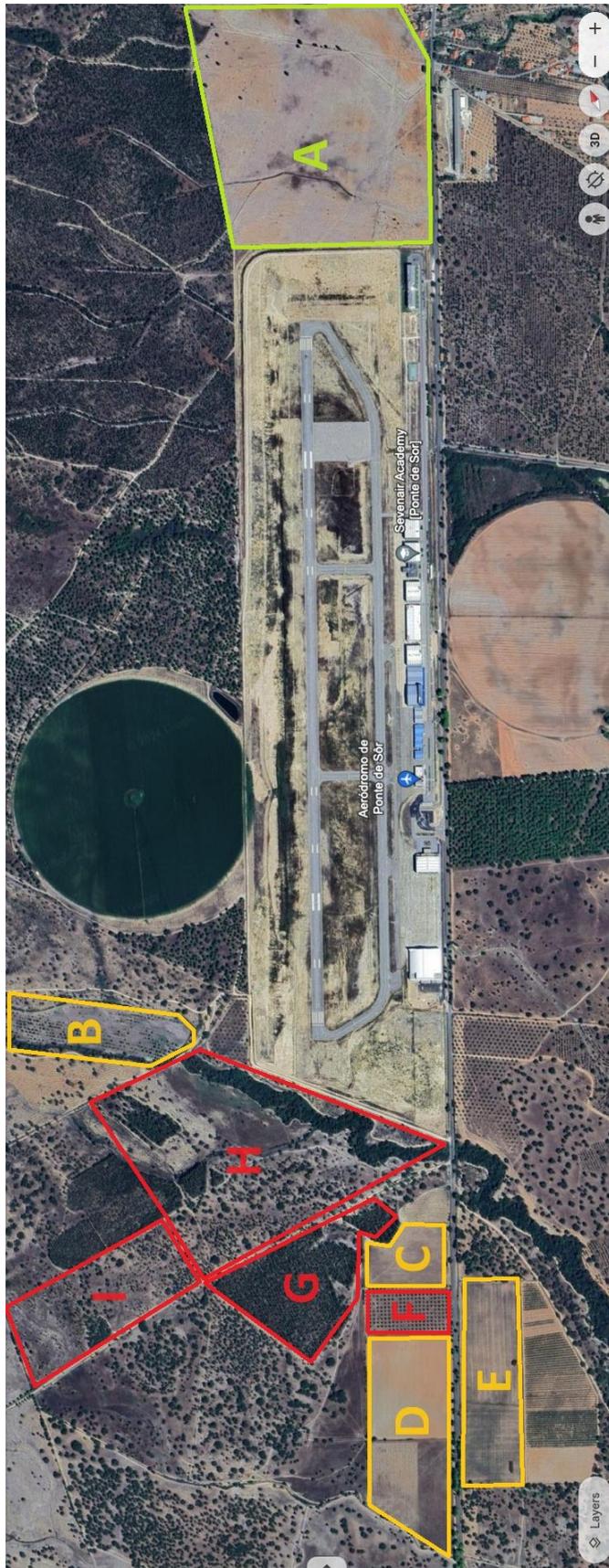
5.1. Lição 31 dos sílabos ATP (A) || Lesson 31 from ATP (A) syllabus

VOLUME 1 – PART B	TRAINING MANUAL	Edition:	02
		Revision:	02
		Effective:	27-03-23
		Page:	1-B-33

ATP (A) - Syllabus, Briefings and Air Exercises

Course: _____		Student: _____	
Instructor	Lesson: 31	Hours Scheduled	02:15
Phase	3	Date ____/____/____	Hours Performed ____ : ____ H
Tot. Flight Hours	42:15	Landings	DN/Serv. N^o
			Tec. Log. n^o
Briefing Objectives:			
1. Time: 1:00 H (Briefing) Progress Check	6. Radio navigation;		
2. Aircraft documentation to be carried (OM - Operations Manual, §10.2);	7. Obtaining fix from different nav aids;		
3. Aircraft acceptance for flight;	8. Use of checklist;		
4. Flight planning and practice of chart reading;	9.		
5. X-country - LPCS / LPSO / LPCS or LPSO / LPCS / LPSO	10.		
EXERCISE 20A and 20C			
20A	Navigation (see OM, Part C)	Reg.	Grade
	A. Flight Planning		
	★ Weather forecast and actuals	5	4 3 2 1
	★ Map selection and preparation	5	4 3 2 1
	★ Calculations	5	4 3 2 1
	★ Flight information	5	4 3 2 1
	★ Airplane documentation	5	4 3 2 1
	★ Notification of the flight	5	4 3 2 1
	B. X-Country (LPCS/LPSO-LPPM)		
	★ Departure procedures (LPCS/LPSO)	5	4 3 2 1
	★ ATC liaison in controlled or regulated airspace	5	4 3 2 1
	★ Maintain altitude and headings	5	4 3 2 1
	★ Identify waypoints	5	4 3 2 1
	★ Noting ETA's	5	4 3 2 1
	★ Revisions of ETA and heading	5	4 3 2 1
	★ Minimum weather conditions for continuation of the flight	5	4 3 2 1
	★ Lost procedure	5	4 3 2 1
	★ Arrival procedures (100% 1 traffic pattern)	5	4 3 2 1
	★ Stabilized approach	5	4 3 2 1
	★ Mixed approach and go-around procedures, if applicable	5	4 3 2 1
	C. X-Country (LPPM-LPCS/LPSO)		
	★ Departure procedures (LPPM)	5	4 3 2 1
	★ ATC liaison in controlled or regulated airspace	5	4 3 2 1
	★ Maintain altitude and headings	5	4 3 2 1
	★ Identify waypoints	5	4 3 2 1
	★ Noting ETA's	5	4 3 2 1
	★ Revisions of ETA and heading	5	4 3 2 1
	★ Minimum weather conditions for continuation of the flight	5	4 3 2 1
	★ Lost procedure	5	4 3 2 1
	★ Arrival procedures (LPCS/LPSO - 1 traffic pattern)	5	4 3 2 1
20B	Radio Navigation		
	A. Use of GNSS	5	4 3 2 1
	B. Use of ADF: RDS's	5	4 3 2 1
	C. Use of VOR	5	4 3 2 1
	D. Use of DME	5	4 3 2 1
	Use of checklist	5	4 3 2 1
		Final Grade:	5 4 3 2 1
AREA 100 KSA ASSESSMENT GRADING			
		5	4 3 2 1
		4	Poor
		3	Acceptable
		2	Good
		1	Very Good
Completion Standards			
1. After this flight the student shall be able to:			
<input type="checkbox"/> Consolidate the understanding of x-country planning concept;			
<input type="checkbox"/> Be able to continue solo w-country flights;			
<input type="checkbox"/> This flight should be registered as SPIC, if it is the instructor decision;			
<input type="checkbox"/> This lesson should be repeated if it was not considered SPIC;			
Decision:	<input type="checkbox"/> Satisfactory	<input type="checkbox"/> Unsatisfactory	
Proceed to next lesson:	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	

5.2. Extrato do Pilot reference guide - EFATO || Extract from pilot reference guide for EFATO





Praça Duque de Saldanha, 31, 4.º - 1050-094 Lisboa
www.gpiaaf.gov.pt – geral@gpiaaf.gov.pt

2024