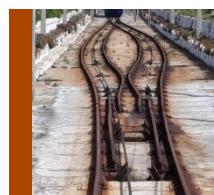




Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes
com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
Office for the Prevention and Investigation of Accidents
in Civil Aviation and Rail (SIA/NIB PT)



AVIAÇÃO CIVIL

Cambres - Lamego - Portugal

30 de agosto de 2024, 11:32 UTC

Operação a baixa altitude - LALT

CIVIL AVIATION

Cambres - Lamego - Portugal

30th of August 2024, 11:32 UTC

Low altitude operations - LALT

AIRBUS HELICOPTERS, AS350 B3+

HTA HELICÓPTEROS / EC-LBV



RELATÓRIO FINAL DE INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA DE ACIDENTE

ACCIDENT
SAFETY INVESTIGATION
FINAL REPORT

[2024/ACCID/04]



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 · 2025

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 de 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	Colisão com a água numa operação a baixa altitude Water impact in a low altitude operation
Tipo de Documento Document title	Relatório de investigação de segurança Safety Investigation Report
N.º do Documento Document ID	AC_2024/ACCID/04_RF
Data de publicação Publication date	2025-08-28

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), CIAIAC (Spain), EASA (EU), Operador (HTA), GNR, ANEPC, BEA (France), FAP.

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 ANEPC, BEA (France), Operador, EASA, ANAC, GNR e FAP 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 ANEPC, BEA (France), Operator, EASA, ANAC, GNR and FAP, 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 according to the International System of Units (SI), to the criteria in the ISO/EIC 80000 series standards and to Portuguese norm NP 9:1960. In special cases where a different unit is commonly used in the aeronautical sector, this will be preferably indicated, with the corresponding equivalence to SI.

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

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

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

ÍNDICE || INDEX

Glossário Glossary	08
Sinopse Synopsis	09
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	17
1.5. Pessoas envolvidas Personnel information	17
1.5.1. Piloto Pilot.....	17
1.5.2. UEPS (Unidade de Emergência de Proteção e Socorro) UEPS	19
1.6. Informação sobre a aeronave Aircraft information	20
1.6.1. Generalidades General	20
1.6.2. Certificação Certification.....	21
1.6.3. Aeronavegabilidade e Manutenção Airworthiness and Maintenance	22
1.6.4. VEMD VEMD	23
1.6.5. Massa e centragem Mass and balance	24
1.6.6. Sistema de comandos de voo Flight control system.....	26
1.6.7. Motor Engine	30
1.6.7.1. Unidade de controlo do motor - DECU Engine control unit - DECU	31
1.7. Informação meteorológica Meteorological information	31
1.8. Ajudas à navegação Aids to navigation	32
1.9. Comunicações Communications	32
1.10. Informação do aeródromo Aerodrome information.....	33
1.11. Gravadores de voo Flight recorders	34
1.12. Destroços e informação sobre impactos Wreckage and impact information....	35
1.13. Informação médica e patológica Medical and pathological information	37
1.14. Fogo Fire	37
1.15. Aspetos de sobrevivência Survival aspects	37
1.16. Ensaios e Pesquisas Tests and Research	40
1.16.1. Trajetória do voo Flight path	40
1.16.2. Ações sobre os comandos de voo Actions over the flight controls	46

1.16.3.	Limitações da aeronave (comandos de voo e potência) Aircraft limitations (flight controls and power)	48
1.17.	Informação sobre organização e gestão Organizational and management information	51
1.17.1.	Operador Operator	51
1.17.2.	DECIR 2024	53
1.18.	Informação adicional Additional information	56
1.18.1.	Caracterização das missões e desvios registados Mission characteristics and recorded deviations.....	56
1.19.	Técnicas de investigação úteis ou eficazes Useful or effective investigation techniques.....	58
2.	ANÁLISE ANALYSIS.....	60
2.1.	A contratação e execução da missão Mission contracting and execution.....	60
2.2.	Planeamento, execução e supervisão das missões Mission planning, execution and oversight	65
2.2.1.	Força Aérea Portuguesa e o DECIR Portuguese Air Force and DECIR.....	65
2.2.2.	Pelo operador By the operator	66
2.2.3.	Pelo regulador Nacional By the national regulator.....	68
2.2.4.	Pelo piloto By the pilot.....	70
2.2.5.	Equipa Helitransportada de Ataque Inicial (UEPS) UEPS - EHATI.....	72
2.3.	Discussão dos fatores materiais Material factors discussion.....	73
2.3.1.	Cenário de falha de motor Engine failure scenario	73
2.3.2.	Comandos de voo e a transparência dos servos Flight controls and servo transparency	74
2.3.3.	Configuração dos servo-atuadores Servo actuators configuration	76
2.4.	Condições ambientais Environmental conditions	77
2.4.1.	Cenário da presença de aves e manobra de evasão Bird presence and avoidance manoeuvre scenario	77
2.4.2.	Espelho de água Glassy water.....	78
2.5.	Condições de sobrevivência Survivability conditions.....	79
2.5.1.	Cintos de segurança Seat belts	80
2.5.2.	Uso de capacete pelo piloto Helmet usage by the pilot.....	81
2.5.3.	O uso de colete pelas tripulações Life vest usage by crew	85
3.	CONCLUSÕES CONCLUSIONS.....	86
3.1.	Constatações da investigação Investigation findings	86
3.1.1.	A aeronave The helicopter	86

3.1.2.	Tripulação Crew	86
3.1.3.	Operações de voo Flight operations	87
3.1.4.	Sobrevivência Survivability	88
3.2.	Fatores que podem ser excluídos Factors that can be ruled out.....	88
3.3.	Causas/fatores contributivos Causes/contributing factors.....	89
3.3.1.	Causas prováveis Probable causes.....	89
3.3.2.	Fatores contributivos Contributing factors.....	89
3.4.	Comentários Comments.....	90
4.	Recomendações Recommendations	93
4.1.	Ações de segurança implementadas ou em implementação Safety actions implemented or under implementation	93
4.1.1.	Pela FAP By Portuguese Air Force – FAP	93
4.2.	Recomendações de segurança Safety recommendations.....	95
4.2.1.	Ao operador To the operator.....	95
4.2.2.	À GNR (UEPS) To UEPS	97
4.2.3.	À ANAC To ANAC.....	98
5.	APÊNDICES APPENDICES.....	101
5.1.	AH AS350 performance - complementary analysis	101

GLOSSÁRIO | | GLOSSARY

ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil National Civil Aviation Authority
ANEPC	Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil National Civil Protection and Emergency Authority
ARC	Certificado de revisão da aeronavegabilidade Airworthiness review certificate
AH	Airbus Helicopters
CG	Centro de Gravidade Centre of Gravity
CPL(H)	Licença de Piloto comercial de helicópteros Commercial Pilot Licence (helicopters)
CRM	Gestão de Recursos pela Tripulação Crew Resource Management
CWP	Caution warning panel
BEA	Bureau d'Enquêtes et Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile
CAO	Organização Combinada de Aeronavegabilidade Combined Airworthiness Organisation
EASA	Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação European Union Aviation Safety Agency
FH	Horas de voo Flight hours
ft	Pé ou Pés (unidade de medida) Feet (dimensional unit)
GNR	Guarda Nacional Republicana Republican National Guard
GPIAAF	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
ICAO	Organização da aviação civil internacional International Civil Aviation Organization
LALT	Operação a baixa altitude Low altitude operations
LH	Lado esquerdo Left hand
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)
OEM	Fabricante Original do Equipamento Original Equipment Manufacturer
PIC	Piloto Comandante Pilot in command
RH	Lado direito Right hand
TSN	Tempo desde fabrico Time Since New
TSO	Período de tempo desde grande inspeção Time Since Overhaul
UEPS	Unidade de Emergência de Proteção e Socorro Emergency Protection and Rescue Unit
UTC	Tempo Universal Coordenado Universal Time Coordinated
VEMD	Vehicle and Engine Multifunction Display

SINOPSE || SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 2024/ACCID/04		<i>Classificação Classification</i> Acidente Accident		
		<i>Tipo de evento Type of event</i> LALT – Low altitude operations		
OCORRÊNCIA OCCURRENCE				
Data Date 30-Ago-2024	Hora Time 11:32 UTC	Local Location Cambres – Lamego - Portugal	Coordenadas Coordinates 41°09'03.7"N 7°48'25.0"W	
AERONAVE AIRCRAFT				
<i>Tipo Type</i> Airbus Helicopters AS350 B3+ (Arriel 2B1 engine)		<i>N.º de série Serial No.</i> 4781	<i>Matrícula Registration</i> EC-LBV	
<i>Categoria Category</i> Helicóptero Helicopter		<i>Operador Operator</i> HTA Helicópteros		
VOO FLIGHT				
<i>Origem Origin</i> Armamar, Lamego		<i>Destino Destination</i> Armamar, Lamego		
<i>Tipo de voo Type of flight</i> Trabalho Aéreo (Combate aos incêndios) Aerial Work (Firefighting)		<i>Tripulação Crew</i> 01	<i>Passageiros Passengers</i> 05	
<i>Fase do voo Phase of flight</i> Em rota Enroute		<i>Condições de luminosidade Lighting conditions</i> Diurno Daylight		
CONSEQUÊNCIAS CONSEQUENCES				
<i>Lesões Injuries</i>	<i>Tripulação Crew</i>	<i>Passageiros Passengers</i>	<i>Outros Other</i>	<i>Total</i>
Fatais Fatal	0	5	0	5
Graves Serious	1	0	0	1
Ligeiras Minor	0	0	0	0
Nenhuma None	0	0	0	0
Total	1	5	0	
<i>Danos na aeronave Aircraft damage</i> Destruída Destroyed		<i>Outros danos Other damage</i> Contaminação da água Water contamination		

No dia 30 de agosto de 2024, às 11:14, o centro de meios aéreos de Armamar recebeu ordem de missão para combate a um incêndio na localidade de Gestacô, concelho de Baião, distrito do Porto. Às 11:19, o piloto e uma equipa de cinco elementos da Unidade de Emergência de Proteção e Socorro (UEPS) da GNR, descolaram a bordo de um helicóptero AS350B3+ com registo EC-LBV (H16).

Ao sobrevoarem a localidade de Fojo, Baião, após avaliação do cenário pelo chefe de equipa da UEPS a bordo, às 11:28 foi decidido o regresso da aeronave à sua base por não se justificar o emprego dos meios num incêndio com o perímetro já circunscrito.

No voo de regresso à base de Armamar a aeronave iniciou uma descida constante, onde sobrevoou a margem esquerda (sul) do Rio Douro em direção à

On the 30th of August, 2024, at 11:14, the Armamar aerial means centre received a mission order to fight a fire in the town of Gestacô, municipality of Baião, district of Porto. At 11:19, the pilot and a team of five members of the Emergency Protection and Rescue Unit (UEPS) of the GNR, took off aboard an AS350B3+ helicopter with registration EC-LBV (H16).

While flying over the Fojo - Baião area, the UEPS team leader on board, after evaluating the scenario, decided at 11:28 to return the helicopter to its base because the use of aerial assets at a fire with the perimeter already contained was not warranted.

On the return flight to Armamar base, the helicopter began a steady descent, where it flew over the left bank (south) of the Douro River

cidade de Peso da Régua seguindo o contorno do Rio Douro.

Em sequência, pelas 11:32, mantendo a descida em direção ao rio em volta à esquerda, a aeronave colidiu com a superfície da água.

No processo de dissipação de energia ocorrido durante a colisão, o piloto, sentado à direita, e o ocupante da cadeira esquerda do cockpit foram projetados para fora do helicóptero juntos com os respetivos bancos. Dos quatro ocupantes do banco traseiro, dois foram projetados para fora do helicóptero e os restantes ficaram no interior com os cintos abdominais apertados.

Da violenta colisão com a água, o helicóptero sofreu uma deformação da cabine tendo como consequência um cenário de sobrevivência improvável para os ocupantes, atendendo à magnitude das forças e desacelerações envolvidas.

Da colisão resultaram ferimentos fatais para os cinco elementos da UEPS e ferimentos graves do piloto, que conseguiu emergir à superfície e ser resgatado por locais, inicialmente para a margem sul do rio e mais tarde para um barco.

Ao local acorreram as corporações de bombeiros locais, forças de segurança e várias equipas de mergulhadores para as atividades de busca e salvamento.

Tipo de ocorrência || Occurrence type

LALT: Operação a baixa altitude

towards the city of Peso da Régua following the Douro River.

Thereafter, at 11:32 while descending towards the river in a left-hand turn, the helicopter impacted with the surface of the water.

During the energy dissipation process, which occurred from the impact, the pilot, seated on the right, and the occupant, seated on the left in the cockpit, were ejected from the helicopter together with their seats. Of the four occupants of the rear seat, two were ejected out of the helicopter while the rest remained inside with their lap belts fastened.

From the violent impact with the water, the helicopter sustained a deformation of the cabin resulting in an unlikely scenario of survival for the occupants, given the magnitude of the forces and decelerations involved.

The collision resulted in fatal injuries to the five members of the UEPS and serious injuries to the pilot, who managed to surface and was rescued by bystanders, initially to the south bank of the river and later to a boat.

Local fire brigades, security forces and several teams of divers rushed to the scene to conduct search and rescue activities.

Principais conclusões da Investigação || Investigation main conclusions

A causa determinada para o acidente foi o contacto do helicóptero com a superfície da água do rio, num voo a baixa altitude, durante o regresso à base após o cancelamento de uma missão de combate aéreo a um incêndio rural.

Contribuíram para o acidente:

- a decisão do piloto na escolha da trajetória de regresso à base, com o sobrevoo do rio a elevada velocidade e baixa altitude, aumentando consideravelmente o risco do voo;
- possível perda de consciência situacional do piloto pelas condições visuais (espelho de água)

The cause determined for the accident was the helicopter's contact with the surface of the river water, on a low-altitude flight, during the return to base after cancellation of an aerial firefighting mission to a rural fire.

The following contributed to the accident:

- the pilot's decision to choose the trajectory to return to base, with overflight of the river at high speed and low altitude, considerably increasing the risk of the flight;
- possible pilot loss of situational awareness due to the visual conditions (glassy/mirrored water)

presentes na área da colisão, criando condições para uma deficiente avaliação da distância do helicóptero em relação ao plano de água;

- a elevada massa da aeronave com uma posição dianteira do CG fora do envelope de cargas contribuiu para um atraso na redução da razão de descida nos instantes precedentes à colisão com a água;

- o não cumprimento da regulamentação e procedimentos operacionais relativos às altitudes mínimas de voo;

- a normalização de desvios e aceitação generalizada entre os envolvidos na atividade de combate aéreo aos incêndios das práticas de sobrevoo de determinadas áreas a baixa altitude, sem motivo operacional, pelas aeronaves afetas aos DECIR;

- ausência de supervisão dos voos pelo operador, contratante do serviço e autoridade de certificação da operação.

O relaxar dos procedimentos ou simplesmente a aceitação de desvios como os voos a baixa altitude sem motivo de missão, coincidentemente sobre zonas de interesse paisagístico, são práticas observadas com alguma frequência e que se evitadas, poderiam ter impedido a ocorrência.

Sendo a operação de combate aéreo aos incêndios uma atividade que, de longe, representa um risco operacional superior a qualquer outra atividade aérea, cabe aos reguladores da atividade implementarem barreiras e defesas ativas para não só diminuir a exposição ao risco mas, não menos importante, minimizarem as consequências de um eventual acidente adotando medidas passivas.

Na vertente da minimização das consequências, é primordial que a atividade seja regulada no que diz respeito às proteções passivas, desde logo na escolha dos modelos das aeronaves e seus sistemas incorporados que evitem ferimentos decorrentes de acidentes e, num nível absolutamente básico, a proteção individual dos operacionais.

present in the impact area, creating conditions for an inadequate assessment of the helicopter distance to the water surface;

- the high mass of the helicopter with a forward CG position out of loading envelope contributed to a delay in reducing the rate of descent in the moments preceding the impact with water;

- the non-compliance with the regulations and operating procedures relating to minimum flight altitudes;

- the normalization of deviations and widespread acceptance among those involved in the aerial firefighting activity of the practices of overflight of certain areas at low altitude, without any operational justification, by aircraft assigned to DECIR;

- absence of flight supervision by the operator, service contractee and certifying authority of the operation.

The relaxation of procedures or simply the acceptance of deviations such as low-altitude flights without any operational reason and coincidentally over sightseeing areas or points of landscape interest, are frequently observable practices that, if avoided, could have prevented the occurrence.

As aerial firefighting operation is an activity that, by far, represents an operational risk greater than any other aerial activity, it is up to the regulators of the activity to implement barriers and active defences to not only decrease the risk exposure but, not least, minimize the consequences of a possible accident by adopting passive measures.

In terms of minimizing the consequences, it is essential that the activity is regulated with regard to passive protection, starting with the choice of aircraft models and their incorporated systems that avoid injuries resulting from accidents and, at an absolutely basic level, the individual protection of personnel.

Recomendações e seus destinatários || Recommendations and their addressees

Ao operador foram emitidas três recomendações:

- para que reavalie o seu Sistema de Gestão de Segurança por forma a implementar um sistema de recolha e tratamento de dados de voo;
- faça uma análise de risco da sua operação e determine os equipamentos de segurança mínimos a bordo, e;
- estabeleça um programa de formação detalhado nos aspetos de fatores humanos e CRM para os seus operacionais.

À GNR (UEPS) para que trabalhe em conjunto com os operadores aéreos que prestam o serviço de combate aéreo aos incêndios florestais no âmbito do DECIR, e com a ANAC, por forma a estabelecer um sílabos de formação em fatores humanos, cultura justa e CRM.

À ANAC reitera-se a recomendação de segurança PT.SIA 2023/01 para que ajuste e detalhe os requisitos de formação de pilotos envolvidos em atividades de combate a incêndios, em específico nos princípios gerais e transversais de fatores humanos.

Foi ainda emitida uma segunda recomendação à ANAC para que reveja os requisitos operacionais da atividade de combate aos incêndios por meio aéreo, por forma a acompanhar e contemplar, no mínimo, o estabelecido na Part-SPO para operações especiais, tornando obrigatório o uso de capacete.

Three Safety Recommendations were issued to the Operator: - to re-evaluate its Safety Management System in order to implement a process to collect and process flight data;

- to carry out a risk analysis of its operation and determine the minimum necessary safety equipment on board, and;
- to establish a detailed training program in aspects of human factors and CRM for its personnel.

To the GNR UEPS such that they work together with the air operators that provide the aerial firefighting service to forest fires within the scope of DECIR and, with ANAC, in order to establish a training syllabus in human factors, just culture and CRM

The PT.SIA 2023/01 safety recommendation was reiterated to ANAC to adjust and detail the training requirements for pilots involved in firefighting activities, particularly in the general and overarching principles of human factors. ANAC was also recommended to review the operational requirements of aerial firefighting activity, an activity authorized under national regulations, in order to monitor and examine, at least, what is established in Part-SPO for special operations, making the use of a helmet mandatory.

1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

1.1. História do voo || History of the flight

No dia 30 de agosto de 2024, às 11:14, o centro de meios aéreos de Armamar recebeu ordem de missão para combate a um incêndio na localidade de Gestacô, concelho de Baião, distrito do Porto. Às 11:19, o piloto e uma equipa de cinco elementos da Unidade de Emergência de Proteção e Socorro (UEPS) da GNR, descolaram a bordo de um helicóptero AS350B3+ com registo EC-LBV (H16).

Às 11:28, ao sobrevoarem a localidade de Fojo, Baião, após avaliação do cenário pelo chefe de equipa da UEPS a bordo, foi decidido o regresso do helicóptero à sua base por não se justificar o emprego dos meios num incêndio com o perímetro já circunscrito.

On the 30th of August, 2024, at 11:14, the Armamar aerial asset centre received a mission order to fight a fire in the town of Gestacô, municipality of Baião, district of Porto. At 11:19, the pilot and a team of five members of the Emergency Protection and Rescue Unit (UEPS) of the GNR, took off aboard an AS350B3+ helicopter with registration EC-LBV (H16).

At 11:28, when flying over the town of Fojo, Baião, the UEPS team leader on board after evaluating the scenario decided to return the helicopter to its base because the use of aerial assets at a fire with the perimeter already contained was not warranted.



Figura 1 || **Figure 1**
Trajetória do helicóptero || Helicopter flight path

O perfil da missão foi registado nos vários sistemas de seguimento da missão e pôde ser reconstituído conforme ilustrado na Figura 1 acima.

Por razões que o piloto não explicou nas suas declarações à investigação, após saída do teatro de operações e com o objetivo de retornar à base, foi iniciada uma descida intencional e controlada da altitude inicial de 2500 pés MSL sobre a zona do incêndio.

Segundo numerosos depoimentos recolhidos pela investigação e, na sequência da análise de dados históricos de navegação, era habitual o sobrevoo da zona numa trajetória semelhante à da ocorrência nos trajetos de regresso à base após intervenção ou ativação para missões em áreas a Oeste da cidade de Peso da Régua.

No decurso da descida, segundo as declarações do piloto, em local que não consegue precisar, este terá observado uma ave de médio porte à mesma altitude e na trajetória do helicóptero, que o obrigou a executar uma manobra evasiva com desvio à direita, retomando a rota logo de seguida.

O piloto declarou que, em sequência da manobra, "sentiu uma força no controlo do cíclico¹ da aeronave no sentido para a frente e para a esquerda", força esta que o piloto afirmou não ter conseguido contrariar.

Pelas 11:32, a sobrevoar a margem sul do rio em volta pela esquerda, a trajetória em descida foi mantida seguindo o contorno do vale até sobrevoar o leito do rio, continuando numa trajetória praticamente linear até à colisão com a superfície da água.

A investigação teve acesso a imagens de várias fontes distintas com registo relevante dos últimos 41 segundos do voo que permitem evidenciar o trajeto descendente linear que a aeronave seguiu sobre a margem sul do rio. Na sequência da volta pela esquerda (ver Figura 2) o helicóptero voou com um pranchamento praticamente nulo e manteve a descida até à colisão com a superfície da água. É visível um

The mission profile was recorded in the various mission tracking systems and could be reconstructed as shown in Figure 1 above.

For reasons that the pilot could not explain in his statements to the investigation, after leaving the theatre of operations and with the aim of returning to base, was initiated an intentional and controlled descent from the initial altitude of 2500 feet MSL over the fire zone.

According to many statements collected by the investigation, and upon review of historical Navigation data, it was usual to fly over the area on a trajectory similar to that of the occurrence on the routes returning to base after intervention or activation for missions in areas west of the city of Peso da Régua.

During the descent, according to the pilot's statements, in a position that he cannot specify, he saw a medium-sized bird at the same altitude and on the helicopter's trajectory, which forced him to execute an evasive manoeuvre with a deviation to the right, resuming the route soon thereafter.

The pilot stated that, following the manoeuvre, "he felt a force in the control of the helicopter's cyclic¹ in the forward and left direction", a force that the pilot claimed he was unable to counteract.

At 11:32, flying over the south bank of the river in a left-hand turn, the descending trajectory was maintained following the contour of the valley until overflying the riverbed, continuing on a practically linear trajectory until impacting with the surface of the water.

The investigation had access to images from several different sources with relevant recordings of the last 41 seconds of the flight that clearly show the linear descending path that the helicopter followed over the south bank of the river. Following the left turn (see Figure 2), the helicopter flew level (close to zero bank angle) and maintained the descent until the impact with the surface of the water. A slight flare could be

¹ Controlo do cíclico é usado para controlo do rotor principal por forma a dar direção ao helicóptero em arfagem e rolamento || The cyclic is used to control the main rotor in order to change the helicopter's direction acting in pitch and roll.

ligeiro arredondamento (*flare*) uns segundos antes da colisão com a água.

seen a few seconds before the impact with the water.

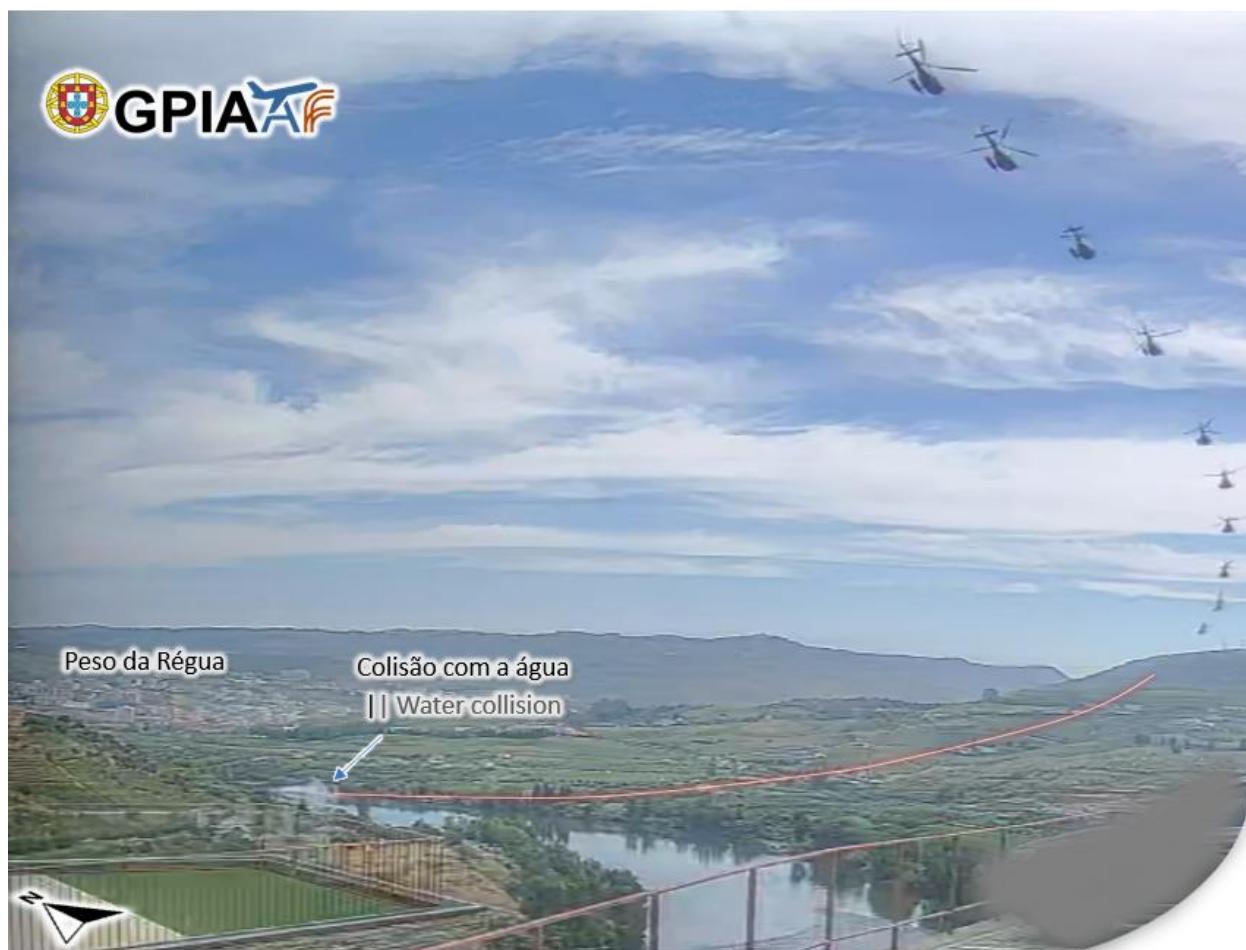


Figura 2 || Figure 2

Trajetória e colisão do helicóptero com a água recolhida de câmaras nas proximidades
Nota: Linha vermelha evidenciada para relevar a trajetória do vídeo na imagem do fotograma em suporte de impressão.

O piloto afirmou à investigação que não se apercebeu de qualquer alarme emitido pelos sistemas de aviso sonoro e visual do helicóptero.

No processo de dissipação de energia ocorrido durante a colisão, o piloto, sentado à direita, e o ocupante da cadeira esquerda do cockpit foram projetados para fora do helicóptero juntos com os respetivos bancos com os cintos de segurança de quatro pontos apertados. Dos quatro ocupantes do banco traseiro, dois foram projetados para fora do helicóptero e os restantes dois ficaram no interior com os cintos abdominais apertados.

A integridade da estrutura primária do helicóptero ficou comprometida com cedência total do estrado da cabina, quebra e separação do habitáculo, painel de instrumentos e

Trajectory and impact of the helicopter with water collected from nearby cameras
Note: Red line highlighted to emphasize the trajectory of the video in the image of the frame in print media.

The pilot told the investigation that he did not notice any alarm indication from the helicopter's aural and visual warning systems.

In the energy dissipation process that occurred during the impact, the pilot, seated on the right, and the occupant of the left cockpit seat were ejected from the helicopter along with their respective seats with their four-point seat belts fastened. Of the four occupants of the rear seat, two were ejected from the helicopter and the remaining two stayed inside with their lap belts fastened.

The integrity of the helicopter's primary structure was compromised with the complete failure of floor beams, separation of the cabin, instrument panel and release of some cabin composite panel

libertando parte dos elementos de revestimento em material compósito. Estes últimos componentes de baixa densidade ficaram à superfície enquanto os restantes destroços assentaram no fundo do rio entre 4 e 6 metros de profundidade numa área de aproximadamente 17200 metros quadrados.

Da colisão resultaram ferimentos fatais para os cinco elementos da UEPS e ferimentos graves ao piloto, que conseguiu emergir à superfície e ser inicialmente resgatado por locais para a margem sul do rio e mais tarde para um barco turístico.

Ao local acorreram as corporações de bombeiros locais, forças de segurança e várias equipas de mergulhadores para as atividades de busca e salvamento.

O resgate dos ocupantes terminou no dia 31 de agosto pelas 15:30 após localização do último ocupante do helicóptero. As atividades de mergulho realizadas por várias entidades terminaram no dia 7 de setembro com a localização e recolha dos elementos essenciais à investigação.

linings. The low-density components remained on the water surface while the remaining wreckage settled on the riverbed at a depth of between 4 and 6 meters, in an area of approximately 17200 square meters.

The impact resulted in fatal injuries to the five members of the UEPS and serious injuries to the pilot, who managed to surface and was rescued by bystanders, initially to the south bank of the river and later to a sightseeing boat.

Local fire brigades, security forces and several teams of divers rushed to the scene to conduct search and rescue activities.

Rescue operations ended on 31 of August at 15:30 after locating the last occupant of the helicopter. The diving activities carried out by various entities ended on 7 of September with the discovery and collection of essential items of wreckage for the investigation.

1.2. Lesões || Injuries to persons

Lesões Injuries	Tripulantes Crew	Passageiros Passengers	Outros Others
Fatais Fatal	0	5	0
Graves Serious	1	0	0
Ligeiras Minor	0	0	0
Nenhuma None	0	0	0
TOTAL	1	5	0

1.3. Danos na aeronave || Damage to aircraft

A aeronave ficou destruída em resultado do impacto com a superfície da água. Foram encontrados todos os seus componentes principais junto ao local do acidente.

Durante a colisão com a superfície da água, a estrutura primária da cabine cedeu por completo, libertando toda a zona frontal do painel de instrumentos com o chão da cabina a fazer charneira na zona dos assentos traseiros (ver Figura 3).

The helicopter was destroyed as a result of impact with the water surface. All its main components were accounted for at the crash site.

During the impact with the surface of the water, the primary structure of the cabin gave way completely, causing separation of the entire front area of the instrument panel with the cabin floor pivoting upwards in the rear seat area (See Figure 3).

O cone de cauda foi separado e projetado na direção da trajetória, imobilizando-se a cerca de 70 metros dos destroços principais.

Foi assegurada a continuidade dos comandos de voo da aeronave após recolha de todas as suas partes constituintes do fundo do rio.

The tail cone was separated and projected in the direction of travel, coming to rest on the riverbed about 70 meters from the main wreckage.

Continuity of the helicopter's flight controls was confirmed after collecting all its component parts from the riverbed.

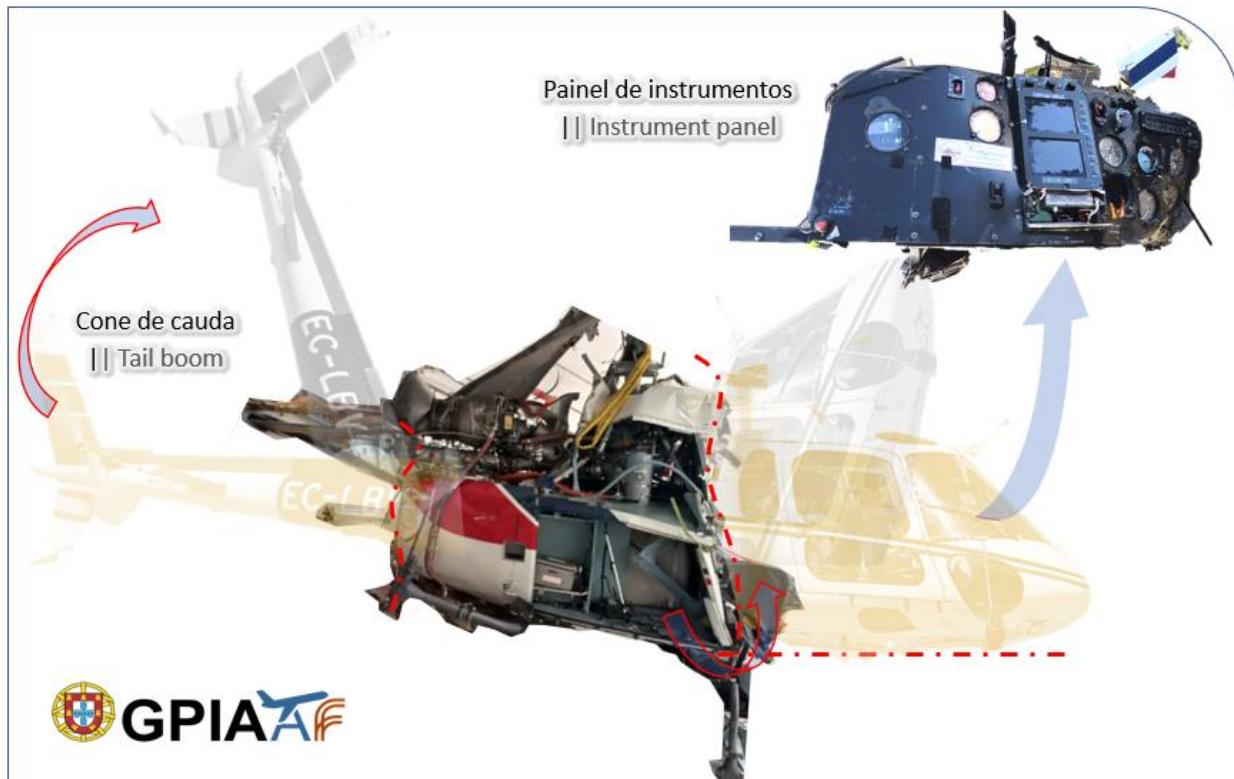


Figura 3 || Figure 3

Ilustração da dinâmica de separação das principais secções || Illustration of the separation dynamics of the main sections

1.4. Outros danos || Other damage

Contaminação das águas do Rio Douro com fluidos da aeronave.

Contamination of the water in the Douro River with airframe fluids.

1.5. Pessoas envolvidas || Personnel information

1.5.1. Piloto || Pilot

O piloto, de 45 anos de idade e nacionalidade portuguesa, é titular de uma licença CPL(H) restrita a helicópteros mono-piloto com o tipo AS350/EC130 averbado e de um certificado médico classe 1, ambos válidos à data do evento.

A voar desde 2008, acumulou cerca de 2300 horas, 1500 das quais enquanto piloto comandante e realizadas, na sua grande maioria,

The pilot, 45 years of age and of Portuguese nationality, held a CPL(H) license limited to single-pilot helicopters with type-rating for the AS350/EC130 and a class 1 medical certificate, both valid at the date of the event.

Flying since 2008, he had accumulated around 2300 hours, 1500 of which accrued as pilot in command and gained, for the most part, in the

na preparação e operação de combate aos incêndios florestais ao longo dos anos, doze dos quais a operar o modelo AS350.

preparation and operation of fighting forest fires over the years, twelve of which operating the AS350 model.

		PILOTO PILOT
DETALHES PESSOAIS PERSONAL DETAILS		
Nacionalidade Nationality:		Portuguesa Portuguese
Idade Age:		45
LICENÇA DE TRIPULANTE TÉCNICO FLIGHT CREW LICENCE		
Tipo Type:		CPL(H)
Qualificações Ratings:		AS350/EC130
Validade Validity:		2025-05-31
Entidade Emissora Issuing Authority:		ANAC
EXPERIÊNCIA DE VOO FLIGHT EXPERIENCE		
Horas de voo totais Total flight hours:		2301:43h
Horas de voo Piloto comandante Flight hours Pilot in command:		1535h (PIC)

Ao longo da carreira frequentou vários cursos de formação e especialização no combate a incêndios e uma formação de sobrevivência em ambiente aquático (*underwater escape training*).

A 11 de abril de 2024, o piloto realizou um voo de treino com um instrutor com a duração de 54 minutos (voo de montanha com descargas acima de 1000 metros). No mesmo dia foi realizado, com sucesso, um voo de 1:25 de avaliação proficiência de voo com examinador (*proficiency check*) no modelo AS350 de acordo com a Parte FCL.740.H(a)(4) para revalidação da qualificação no modelo.

A 8 de maio de 2024 o piloto foi autorizado a realizar voos de combate a incêndios, atestado em declaração da ANAC em cumprimento com o regulamento ANAC n.º 641 de 14 de junho de 2022.

A 26 de junho de 2024 realizou no CMA de Armamar um voo de 12 minutos com um examinador do operador, com o objetivo de treinar as diferenças do AS350B3+ (Motor Arriel 2B), especificamente focado nos procedimentos de governador (*Gov. red light*).

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

Throughout his career, he attended several training and specialization courses in firefighting as well as Helicopter Underwater Escape Training (HUET).

On 11th of April, 2024, the pilot performed a training flight with an instructor lasting 54 minutes (mountain flight with water drop above 1000 meters). On the same day, a 1:25 proficiency check flight was successfully performed on the AS350 model in accordance with Part FCL.740.H(a)(4) for revalidation of his type rating.

On 8th of May, 2024, the pilot was authorized to carry out firefighting flights, certified by a declaration from ANAC in compliance with ANAC regulation No. 641 of 14th June, 2022.

On 26th of June, 2024, the pilot carried out a 12-minute flight at CMA Armamar with an examiner from the operator, with the aim of training the differences of the AS350B3+ (Arriel 2B Engine), specifically focused on governor procedures (Gov. red light).

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

1.5.2. UEPS (Unidade de Emergência de Proteção e Socorro) || UEPS

No Posto de Intervenção de Proteção e Socorro (PIPS) de Armamar estavam ao serviço, para além do piloto, cinco elementos da Unidade de Emergência de Proteção e Socorro (UEPS) da GNR a prestar serviço na Equipa Helitransportada de Ataque Inicial (EHATI). Os cinco elementos foram, ao longo dos anos, frequentando cursos internos da GNR de qualificação para a missão a desempenhar.

Em específico, o curso de tripulante de Equipa helitransportada (CTEH), tendo alguns dos elementos frequentado o curso de chefe de equipa helitransportada (CCEH). Atualmente o curso de tripulante de equipa helitransportada tem a designação de Curso de Elemento Operacional de Equipa Helitransportada. Todos os militares da UEPS que integram as equipas helitransportadas, possuem formação institucional, designadamente: procedimentos de segurança com o meio aéreo em missões de proteção e socorro e normas e procedimentos de segurança com meio aéreo.

Todos os elementos eram considerados experientes na função que desempenhavam, contando com um número de missões entre as 111 e 206 em várias bases PIPS da região.

Para a missão, o chefe de equipa transportava um colete de transmissões constituído por dois rádios SEPURA, um rádio 150 MHz e um rádio de banda aérea, uma ferramenta sapadora e um *fireshelter*. Os restantes elementos, cada um transportava o seu *fireshelter*, dois elementos uma ferramenta sapadora, dois elementos um extintor dorsal, vulgo bombito, com um deles a transportar ainda um *smartphone* para seguimento da missão e injeção de informação na plataforma integrada de gestão de emergências (PIGE). As ferramentas sapadoras e os extintores dorsais, são transportados no cesto exterior do helicóptero, juntamente com o balde de transporte de água ‘Bambi bucket’.

Os registos mostram que o operador dispõe de um procedimento (Annex VII SPO-HFFO) e o piloto terá realizado um *briefing* de segurança diário com os operacionais da UEPS, onde normalmente são abordadas questões práticas de equipamento de emergência a bordo e procedimentos operacionais relevantes para a missão.

At the Armamar Protection and Rescue Intervention Post (*Posto de Intervenção de Proteção e Socorro - PIPS*), in addition to the pilot, five elements of the Emergency Protection and Rescue Unit (*Unidade de Emergência de Proteção e Socorro - UEPS*) of the GNR were on duty, serving in the Heliborne Initial Attack Team (*Equipa Helitransportada de Ataque Inicial - EHATI*).

The five elements had, over the years, been attending internal GNR courses to qualify for the mission to be performed, namely the heliborne team crewmember course (*Curso de Tripulante de Equipa Helitransportada - CTEH*), with some of the members attending the heliborne team leader course (*Curso de Chefe de Equipa Helitransportada - CCEH*). All UEPS military personnel who are part of the heliborne teams receive institutional training, namely: safety procedures with the air asset on protection and rescue missions and safety standards and procedures with air assets.

All team members were considered experienced in the role they performed, with the number of missions between 111 and 206 at the various PIPS bases in the region.

For the mission, the team leader carried a transmission vest consisting of two SEPURA radios, a 150 MHz radio and an airband radio, a sapper tool and a fireshelter. The remaining team members, each carried their own fireshelter, two members had a sapper tool, two members a dorsal firefighting pump, commonly known as *bombito*, with one of them also carrying a smartphone to track the mission and insert information into the integrated emergency management platform (*Plataforma Integrada de Gestão de Emergências - PIGE*). Sapper tools and dorsal firefighting pumps are transported in the outer basket of the helicopter, together with the ‘Bambi’ water bucket.

Records show that the operator has a procedure (Annex VII SPO-HFFO) and that the pilot would have carried out a daily safety briefing with the UEPS team members, where practical issues of emergency equipment on board and operational procedures relevant to the mission are usually discussed.

Nem o operador nem a GNR disponibiliza aos elementos da UEPS qualquer tipo de formação relativa a fatores e comportamento humano ou de CRM (*crew resource management*) a enfatizar aspectos não técnicos relevantes para a segurança operacional das missões aéreas.

O regulamento ANAC n.º 641/2022 não prevê qualquer requisito nesse sentido sendo omissa relativamente ao conceito de *Task specialists* previsto, por exemplo, na Parte SPO.SPEC.HEC.100 da EASA para operações envolvendo especialistas de missão. Nessa mesma referência regulamentar a EASA² define:

Antes de iniciarem funções enquanto especialistas, estes devem demonstrar ao operador que receberam formação adequada e possuem as competências e os conhecimentos necessários, incluindo formação em princípios e fatores humanos:

- (1) *Os especialistas devem receber formação relevante para as suas funções, incluindo (...)*

Para os especialistas com funções de assistência ao piloto, deve ser assegurada formação em CRM relevantes, conforme especificado no AMC1 ORO.FC.115 (Detalhado no Regulamento (UE) n.º 965/2012, regulamento este objeto do Artigo 1.º do regulamento ANAC n.º 641/2022).

Neither the operator nor the GNR provided the UEPS team members with any type of training related to human factors and behaviour or CRM (*crew resource management*) to emphasize non-technical aspects relevant to flight safety of air missions.

ANAC Regulation No. 641/2022 does not have any requirement in this regard, being omissive regarding the concept of Task specialists foreseen, for example, in EASA's Part SPO.SPEC.HEC.100 for operations involving mission specialists. In the same regulatory reference, EASA² defines the following:

Before acting as task specialists, they should demonstrate to the operator that they have been appropriately trained and have the required skills and knowledge including training on human factor principles.

- (1) *Task specialists should receive training relevant to their tasks including (...)*

For task specialists in charge of assisting the pilot, the relevant CRM training elements as specified in AMC1.ORM.FC.115 (Detailed in Regulation (EU) No. 965/2012, regulates this subject matter of Article 1 of ANAC Regulation No 641/2022).

1.6. Informação sobre a aeronave || Aircraft information

1.6.1. Generalidades || General

O AS350 B3+ é um helicóptero leve monopiloto, monomotor com rotor principal de três pás e rotor de cauda convencional. O rotor principal gira no sentido horário visto de cima. A sua construção integra materiais compósitos, incluindo a maior parte do rotor principal.

A fuselagem inclui duas portas de cada lado, duas portas dianteiras para o *cockpit* e duas portas traseiras para a cabine. O helicóptero acidentado tinha uma configuração de 6 lugares, um em cada banco dianteiro no *cockpit*, e um assento único capaz de alojar quatro pessoas na parte traseira da cabine.

The AS350 B3+ is a light, single-pilot, single-engine helicopter with three main rotor blades and a conventional tail rotor. The main rotor rotates clockwise seen from above. Parts of the helicopter are built from composite materials, including most of the main rotor blades.

The fuselage has two doors on either side: two forward doors to the cockpit and two rear doors to the cabin. The accident helicopter had a 6-seat configuration; two separate seats in the cockpit and a single bench seat behind, in the cabin, capable of seating four persons next to each other.

² <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-air-operations-regulation-eu-no-9652012>

O EC-LBV estava configurado como mostra a Figura 4 abaixo. O piloto ocupava o lugar direito no cockpit juntamente com o chefe de equipa à esquerda. Nos bancos traseiros (2+2) estavam ocupados com os outros quatro UEPS. Os bancos traseiros estão equipados com cintos de segurança de três pontos. A Figura 4 seguinte indica a posição dos ocupantes conforme encontrados pelas equipas de resgate.

EC-LBV was configured as shown in Figure 4 below. The pilot occupied the right-hand seat in the cockpit along with the crew chief seated on the left. The rear bench seat (2+2) was fully occupied with the other four UEPS. The rear seats are equipped with 3-point seat belts (lap belt and a single diagonal shoulder harness). The following Figure 4 indicates the position of the occupants as found by the rescuers.

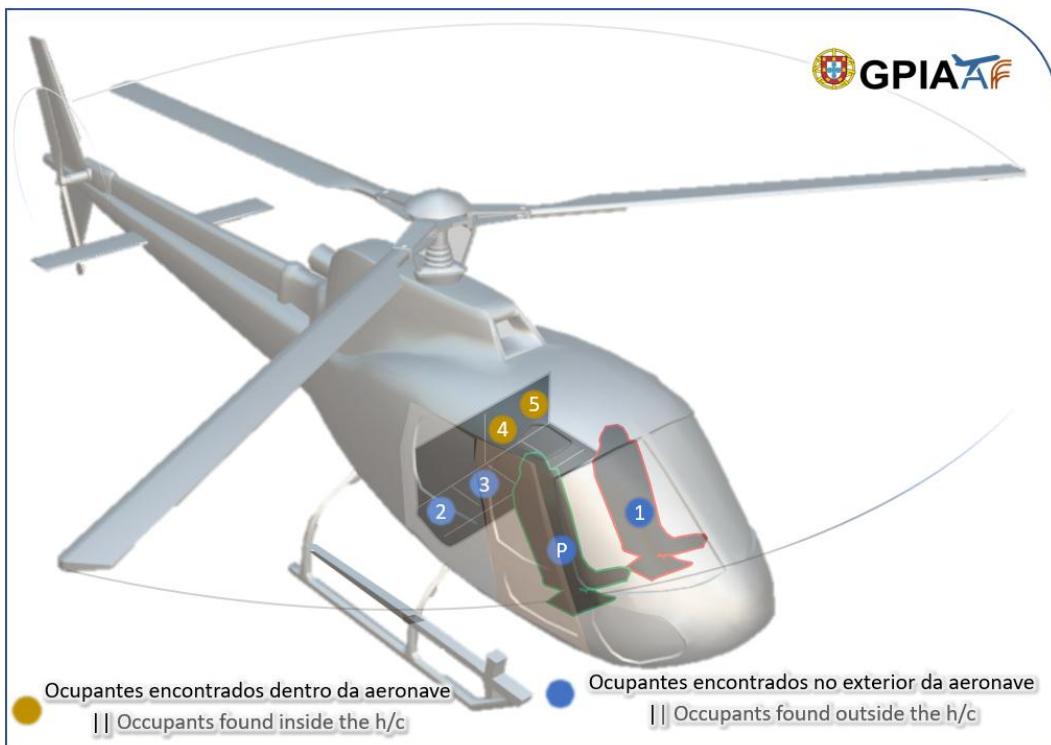


Figura 4 || Configuração da cabine do helicóptero

A flexibilidade operacional do helicóptero permite a realização de múltiplas missões incluindo o combate de incêndios com balde suspenso. No voo do acidente o balde estava recolhido e era transportado, em conjunto com outras ferramentas manuais de combate aos incêndios, no cesto lateral do fabricante DART Aerospace, suportado na estrutura do patim de aterragem esquerdo.

Figure 4

|| Helicopter cabin configuration

The operational flexibility of the helicopter allows it to carry out multiple missions including firefighting with a suspended bucket. On the accident flight, the bucket was stowed and was being transported, together with the rest of the firefighting equipment, in the Heli-Utility-Basket of DART Aerospace, mounted on the helicopter's left landing skid.

1.6.2. Certificação || Certification

O helicóptero estava certificado pela Agência Estatal para a Segurança Aérea de Espanha (AESPA) desde julho de 2009 e realizou o seu primeiro voo nesse mesmo mês. A CAO contratada pelo proprietário (ES.CAO.029) realizou a última revisão de aeronavegabilidade no dia 13 de agosto de 2024.

The helicopter had been certified by the Spanish State Agency for Air Safety (AESPA) since July 2009 and made its first flight that same month.

The CAO hired by the owner (ES.CAO.029) carried out the last airworthiness review on 13th of August, 2024.

A análise à documentação evidenciou que a aeronave cumpria com os requisitos legais de certificação aplicáveis.

Review of the documentation showed that the helicopter complied with the applicable legal certification requirements.

Referência Reference	Aeronave Airframe	Motor Engine
Fabricante Manufacture	Airbus Helicopters	Safran Turbomeca
Tipo/Modelo Type/Model	AS350B3+	Arriel 2B1
N.º de Série Serial Nr	4781	46255
Ano de construção Year of construction	2009	UNK
Tempo desde Novo T S N	2370:27	6975:37 (Cyc NF:3632:12 NG 17597:06)
Tempo desde última inspeção T S L I	43:27	43:27 (150Fh Insp.)
Data da última Inspeção Last Insp. Date	10/04/2024	10/04/2024 (OVH Mar 2022)

1.6.3. Aeronavegabilidade e Manutenção || Airworthiness and Maintenance

Os registos de manutenção e de aeronavegabilidade fornecidos pelo operador não evidenciam problemas técnicos relevantes para a operação. As entradas nos registos são coerentes com as necessidades previstas no respetivo programa de manutenção aprovado.

Os registos do contratante referem duas situações de missão abortada e aeronave dada como inoperativa pelo operador por questões técnicas, a 29 e 30 de março de 2023.

A aeronave foi sujeita a uma ação de manutenção programada das 150 horas de voo a 10 de abril de 2024 e uma outra realizada no dia 13 de agosto de 2024 com 2351:34 horas de voo registadas, correspondendo a uma inspeção programada das 30 horas. Não foram registadas quaisquer falhas ou anomalias.

O helicóptero não fazia parte da frota do operador, tendo sido colocado ao serviço por celebração de um acordo de aluguer ao proprietário espanhol para reforço de frota especificamente para o combate aos incêndios.

Estava equipado com um sistema de rádio altímetro da Thales (ERT-160) que não estava a ser usado no voo do acidente. O referido sistema, quando em operação, indica com um erro inferior a um metro, a distância ao solo, determinada pela emissão e receção de ondas rádio.

O operador não tem o sistema instalado nas aeronaves da sua frota e por esse motivo não tinha previsto nos seus manuais e procedimentos

The maintenance and airworthiness records provided by the operator do not show any technical problems relevant to the operation. The logs entries are consistent with the requirements foreseen in the respective approved maintenance program.

The contractor's records make reference to two situations of aborted missions and the helicopter declared as inoperative by the operator for technical reasons, on the 29th and 30th of March, 2023.

The helicopter was subject to a scheduled maintenance action of 150 flight hours on 10th of April, 2024 and another carried out on 13th of August, 2024 with 2351:34 flight hours recorded, corresponding to a scheduled inspection of 30 hours. No failures or anomalies were recorded.

The helicopter was not part of the operator's fleet, having been put into service by signing a lease agreement with the Spanish owner to reinforce the fleet, specifically for firefighting.

It was equipped with a Thales radio altimeter system (ERT-160) that was not being used on the accident flight. This system, when in operation, indicates with an error of less than one meter, the distance to the ground, determined by the transmission and reception of radio waves.

The operator did not have the system installed on the helicopters of its fleet and for this reason had not foreseen in its manuals and procedures the

a utilização deste equipamento, nem o piloto tinha conhecimento da sua operação.

1.6.4. VEMD || VEMD

A VEMD (*vehicle and engine multifunction display*), é um equipamento duplex para gestão e controlo dos principais parâmetros da aeronave e do motor. Fornece vários modos de apresentação da informação computada dos parâmetros de desempenho, verificação automática de potência do motor e modo de manutenção (relatório de voo, falha e deteção de excessos). A VEMD está instalada na zona central do painel, foi projetada para reduzir a carga de trabalho do piloto, permitindo uma visualização rápida de todos os parâmetros relevantes, incluindo o indicador de limite (FLI). O anunciador de aviso de falhas está instalado no painel de instrumentos à frente do piloto (ver Figura 5).

A VEMD foi recuperada do leito do rio e, em conformidade com os procedimentos internacionais que regulam as investigações de segurança, foi enviada para o laboratório da autoridade francesa de investigação de acidentes aeronáuticos, *Bureau d'Enquêtes et Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile* (BEA), para descarga dos dados da memória, operação realizada com sucesso. Não foi possível testar o painel de falhas devido aos danos extensos. De acordo com as declarações do piloto, nenhuma falha foi notada em voo, seja na VEMD ou no painel de aviso de falhas.

Foi possível constatar que o sistema de registos de excedência³ da VEMD não continha qualquer anomalia, quer no voo do acidente ou nos 31 voos anteriores, cobrindo cerca de 20 horas de voo de operação. Também foi possível descarregar os últimos dados de verificação de potência do motor indicando uma margem de 9%, uma evidência de bom desempenho do motor.

use of this equipment, nor was the pilot aware of its operation.

A Vehicle and Engine Multifunction Display, VEMD, is a duplex equipment which manages and controls main vehicle and engine parameters. It provides several display modes of mission and performance calculation, automatic engine power check and maintenance mode (flight report, failure and over limit detection). The VEMD is installed on the central instrument panel area and is designed to reduce the flight crew's workload as the pilot can see all the relevant parameters at a glance, including First Limit Indicator (FLI). The failure warning annunciator is installed on the instrument panel in front of the pilot (See Figure 5).

The VEMD was recovered from the riverbed and, in accordance with international protocols that regulate safety investigations, it was sent to the laboratory of the French aviation accident investigation authority, *Bureau d'Enquêtes et Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile* (BEA), for the download of the data from memory, an operation which was carried out successfully. The Warning-Caution-Advisory Panel could not be tested due to extensive damage. According to the pilot's statements, no faults were noticed in flight, either on the VEMD or on the Warning-Caution-Advisory Panel.

Regarding recorded overlimit³ data on the VEMD, none were found, neither on the accident flight nor on the 31 previous flights, covering around 20 flight hours of operation. It was also possible to collect data of the last engine power check indicating 9% of margin, evidence of good engine performance.

³ Excedências registadas na VEMD correspondem a valores ultrapassados de determinados parâmetros da operação normal || Overlimit recorded on VEMD refers to parameters exceeded during normal operations



Figura 5 || Figure 5

Painel de instrumentos com VEMD e painel de falhas

|| Instrument panel with the VEMD and the Warning-Caution-Advisory Panel

1.6.5. Massa e centragem || Mass and balance

O AS350 permite executar um leque alargado de missões, onde o fabricante disponibiliza suplementos (SUPs) por forma a adaptar a aeronave às mais diversas necessidades do mercado, com o envelope de massa e centragem a acompanhar tais configurações.

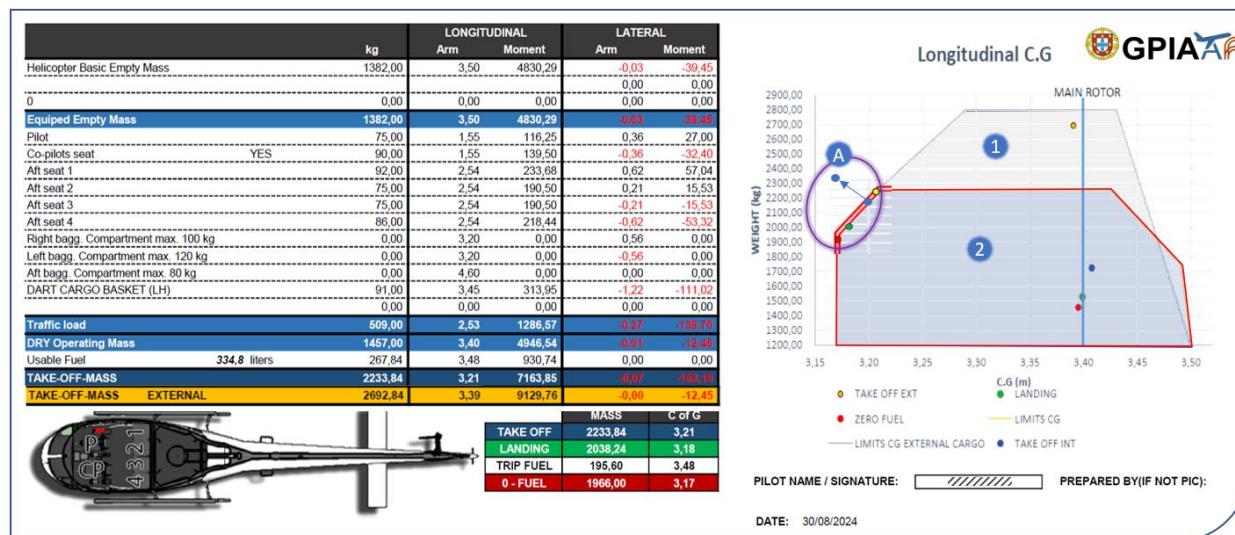
Um dos suplementos disponíveis prevê a instalação de um suporte por baixo da fuselagem para permitir o acoplamento de um sistema de carga suspensa, sendo possível, nomeadamente, instalar um sistema de balde para transporte de água, comercialmente designado de *Bambi bucket*. O balde foi encontrado limitado/restrinido a 90% da sua capacidade máxima.

O envelope 1 da Figura 6 abaixo corresponde à configuração de combate aos incêndios com balde suspenso com uma massa máxima estimada pelo piloto nos 986 kg. A modificação aprovada para permitir a operação com balde suspenso (*bambi bucket*) eleva o limite de carregamento da aeronave para os 2800kg.

The AS350 allows the execution of a wide range of missions, where the manufacturer provides supplements (SUPs) in order to adapt the helicopter to the most diverse needs of the market, with the mass and balance envelope for each one of those configurations.

One of the available supplements foresees the installation of a cargo hook underneath the fuselage to allow the attachment of a suspended load system, being possible in particular, to install a bucket system for transporting water, commercially known as the *Bambi bucket*. The bucket was found to be limited/restricted to 90% of its maximum capacity.

Envelope 1 in Figure 6 below corresponds to the suspended firefighting bucket configuration with a maximum mass estimated by the pilot to be 986 kg. The approved modification to allow operation with a suspended bambi bucket raises the helicopter's loading limit to 2800kg.

Figura 6
Envelopes de carregamento do helicóptero

O envelope 2 da Figura 6 apresenta os valores de carregamento possíveis na configuração de transporte da equipa de e para a missão. Note-se que nesta configuração, quaisquer que sejam as massas consideradas para o helicóptero, seja em vazio, à descolagem ou aterragem, todos eles estão muito próximos do limite dianteiro da posição do CG do helicóptero.

Os registos do operador mostram uma massa à descolagem estimada de 2234 kg para os 2250 kg autorizados.

Segundo estes cálculos, o helicóptero foi despachado para o voo com uma margem teórica em relação à massa máxima autorizada de apenas 16 kg. O combustível a bordo no momento do acidente foi estimado nos 236 kg para os 267,84 kg iniciais, considerando um consumo específico referido pelo fabricante nos 376 g/kW.h a 400 kW.

Segundo os dados fornecidos pela GNR e os cálculos realizados para a equipa helitransportada, a massa total dos militares sapadores declarada era de 338 kg ao que se adicionavam 47 kg de material (ferramentas) de combate aos incêndios, perfazendo 385 kg para a missão. Estes cálculos tinham por base um valor médio de massa por ocupante de apenas 67,6 kg, valor claramente subestimado.

Se esse valor for corrigido para a massa real dos ocupantes determinado no momento da autópsia e ajustada a massa do equipamento de proteção individual e de missão como os

Figure 6
Helicopter loading envelopes

Envelope 2 of Figure 6 displays the possible loading values in team transport configuration to and from the mission. Note that in this configuration, whatever the masses considered for the helicopter, whether empty, take-off or landing, they are all very close to the forward limit of the helicopter's CG position.

The operator's records show an estimated take-off mass of 2234 kg of the 2250 kg permitted.

According to these calculations, the helicopter was dispatched for flight with a theoretical margin in relation to the maximum authorized mass of only 16 kg. The fuel on board at the time of the accident was estimated at 236 kg of the initial 267.84 kg, considering a specific consumption reported by the manufacturer in the range of 376 g/kW.h to 400 kW.

According to the data provided by the GNR and the calculations made for the heliborne team, the total declared mass of the military firefighting personnel was 338 kg to which were added 47 kg of firefighting material (tools), resulting in 385 kg for the mission. These calculations were based on an average mass value per occupant of only 67.6 kg, which was clearly underestimated.

If this value was corrected for the actual mass of the occupants determined at the time of the autopsy and adjusted to the mass of personal and mission protective equipment such as the dorsal

extintores dorsais (bombitos), obtemos uma massa do helicóptero de 2332 kg (129 kg adicionais) com uma posição do CG nos 3,16 m assumindo uma distribuição uniforme (25,8 kg) pelos ocupantes.

O detalhe A do envelope 2 da Figura 6 pretende ilustrar a configuração do voo do acidente, estimando-se a aeronave a voar com 82 kg acima da sua massa máxima autorizada e com o CG dianteiro localizado fora do envelope de voo aprovado para a configuração de carregamento no momento do acidente.

1.6.6. Sistema de comandos de voo | Flight control system

O modelo do helicóptero acidentado está equipado com comandos de voo convencionais, com os comandos de passo cílico e coletivo conectados ao rotor principal por tirantes e sistema de prato oscilante (*swashplate*). Os pedais estão conectados ao comando do rotor de cauda através de tirantes e de um cabo flexível.

O AS350 permite a instalação de comandos de voo (cíclico, coletivo e pedais) do lado esquerdo, contudo, estes não estavam presentes na missão de combate aos incêndios, sendo apenas possível controlar a aeronave a partir do lugar do piloto sentado à direita.

O comando do cílico infere na direção do voo por alteração cílica do ângulo de ataque (*pitch*) das pás do rotor principal durante a rotação (controlo de arfagem cílico), enquanto o comando do coletivo aumenta ou diminui o ângulo em todo o plano rotacional (controlo de passo coletivo). A estabilidade e controlo em torno do eixo vertical é conseguido respetivamente pelo estabilizador vertical e através da variação do passo do rotor de cauda.

Quando o passo das pás do rotor principal é comandado para variar a sustentação em determinada direção, o sistema de controlo deve ser capaz de superar as forças aerodinâmicas que atuam sobre as pás do rotor. O helicóptero está equipado com servo-atuadores hidráulicos para facilitar a movimentação dos comandos de voo e evitar a transferência de forças aerodinâmicas para os mesmos. O rotor principal é assistido por três servos e um outro para o rotor de cauda.

firefighting pumps, a helicopter mass of 2332 kg is obtained (an additional 129 kgs) with a CG position of 3.16 m assuming an even distribution (25.8 kg) by the occupants.

Detail A of envelope 2, Figure 6 is intended to illustrate the flight configuration of the accident, estimating the helicopter to be flying at 82 kg above its maximum authorised mass and with the front CG located outside the flight envelope approved for the loading configuration at the time of the accident.

Flight control system

The helicopter type is equipped with conventional flight controls, with the cyclic and collective pitch controls connected directly to the main rotor by rods and a swashplate assembly. The pedals in the cockpit are connected to the tail rotor blades via a flexible ball-type sliding control and rods.

The AS350 allows the installation of flight controls (cyclic, collective and pedals) on the left side of the cockpit, however, these were not present during the firefighting mission, and it was only possible to control the helicopter from the pilot's seat on the right side.

The cyclic control changes the direction of travel by changing the angle of attack (pitch) of the main rotor blades cyclically during rotation (cyclic pitch control), while the collective control increases or decreases the pitch throughout the rotational plane (collective pitch control). Stability and control about the vertical axis is controlled via the vertical stabiliser and pitch of the tail rotor blades, respectively.

When the pitch of the main rotor blades is commanded to vary lift in a given direction, the control system must be able to overcome the aerodynamic forces acting on the rotor blades. The helicopter is equipped with hydraulic servo actuators to ease the movement of the flight controls and prevent the transfer of aerodynamic forces to them. The main rotor is assisted by three servos while another serves the tail rotor.

Os três servos que controlam o passo das pás do rotor principal estão localizados entre a caixa de acessórios principal e a *swashplate*. Os servos recebem movimento dos comandos de voo através das hastes e transferem esse movimento para as pás do rotor. Significa que o piloto não necessita de aplicar muita força e, normalmente é fácil mover os comandos do cílico e do coletivo no AS350 (ver Figura 7).

The three servos that control the pitch of the main rotor blades are located between the main gearbox and the swashplate assembly. The servos receive signals from the flight controls via the rods and transfer the movement to the rotor blades. This means that the pilot does not have to apply much force to adjust the pitch, and it is normally very easy to move the cyclic stick and collective lever on the AS350 (See Figure 7).

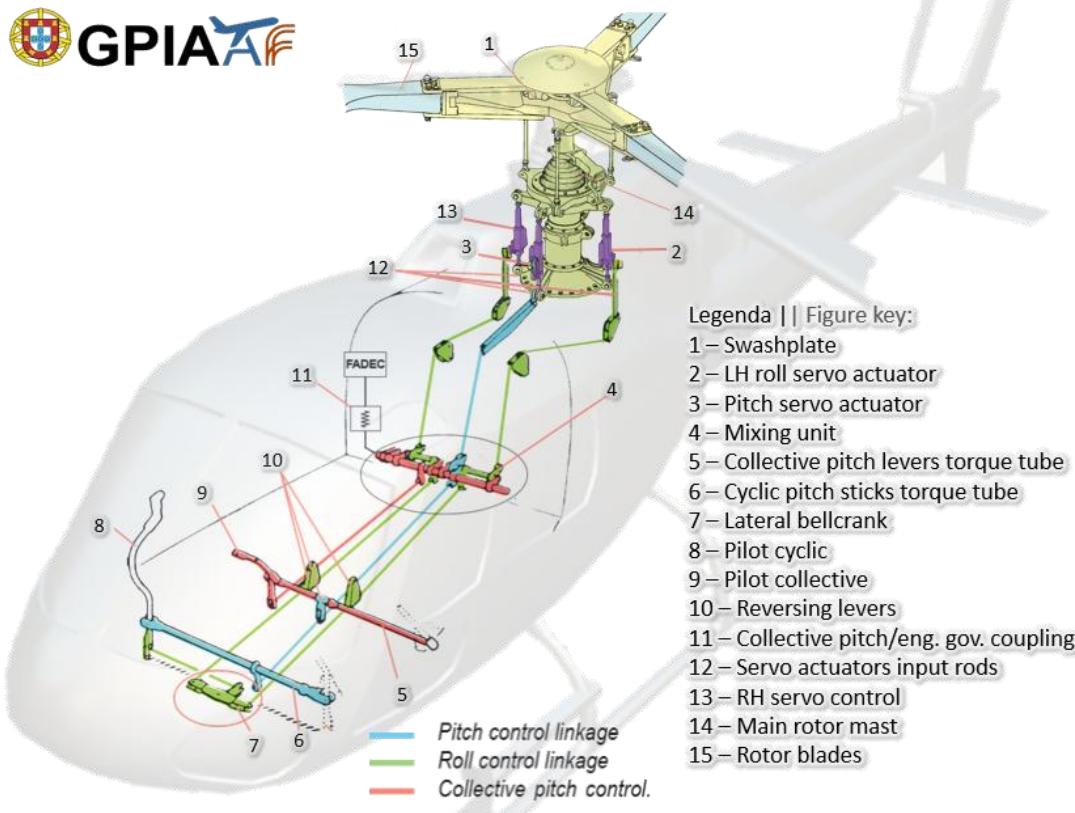


Figura 7 || Figure 7

Sistema de comandos de voo do AS350 (cílico e coletivo)

Uma bomba hidráulica fornece uma pressão de 624 psi (43 bar) ao sistema para ação dos servos. Cada servo dispõe ainda de um acumulador que pode manter a pressão por um curto período de tempo no caso de perda de pressão da bomba. De acordo com as especificações de projeto, estes são suficientes para a aeronave poder aterrissar a partir de uma condição de voo pairado, ou para permitir atingir uma velocidade de translação por forma a ser obtido controlo do helicóptero por cargas aerodinâmicas nos estabilizadores vertical e horizontal.

Durante a fase de recolha de evidências realizada com o OEM, procedeu-se à aferição da pressão de cada um dos acumuladores dos servos do

|| AS350 flight control system (cyclic and collective)

A hydraulic pump supplies system pressure of 624 psi (43 bar) to the servos. Each servo has an accumulator that can maintain the pressure for a short period in the event of loss of pressure from the pump. According to the design specifications, this is sufficient to be able to land from a hover condition, or to establish the recommended speed for further flight to achieve the necessary aerodynamic loads over the vertical and horizontal stabilisers to control the helicopter.

The pressure inside the accumulators of each main rotor servo control was measured during the evidence gathering phase of the

rotor principal. Foi observada uma pressão de 13 bares, que corresponde à pressão nominal de nitrogénio, nos acumuladores dos servos atuadores de arfagem e pranchamento esquerdos. O acumulador do servo direito apresentou uma pressão mínima de 9 bar devido a uma fuga aquando da ligação da ferramenta de medição. Sem essa fuga a pressão medida seria superior. De acordo com o OEM (AH), os 9 bares de pressão seriam suficientes para garantir um comportamento correto em caso de perda de pressão hidráulica.

O acumulador do compensador de cargas do rotor de cauda foi encontrado com uma pressão superior a 25 bar.

Quando a pressão hidráulica cai, os comandos de voo tornam-se mais pesados. Se a pressão do sistema cair abaixo dos 30 bar, uma luz vermelha HYD ilumina no painel de avisos associado ainda a um som de aviso audível no cockpit.

Atendendo à declaração do piloto quanto a dificuldades de movimento dos comandos de voo, a investigação detalhou os possíveis cenários e contributos dos vários componentes do sistema, com especial atenção aos servo-atuadores.

Por forma a confirmar a sua condição interna, os três servos foram enviados para o fabricante (Collins Aerospace). O exame realizado a 25 de março de 2025 nas instalações da Collins em conjunto com a AH e o BEA concluiu que os danos observados nos componentes são consequências do impacto com a água.

Os danos observados no atuador e respetivo vedante de um dos servos são consistentes com um evento de sobrepressão interna, provavelmente decorrente do impacto com a água. A deformação observada na haste do pistão foi também relacionada com a dinâmica do acidente. Nenhum dos danos observados impediria o normal funcionamento do helicóptero em voo.

Durante a avaliação foi constatado que os servos de pranchamento e arfagem esquerdos, instalados na aeronave desde o seu fabrico em 2009, estavam em conformidade com a configuração de pós-modificação 07.3221. O servo de pranchamento direito, que segundo os registos terá sido instalado em 2011, não estava

investigation. A pressure of 13 bars, which corresponds to the nominal pressure of nitrogen was found for the accumulators of the left-hand roll and pitch servo actuators. A minimum pressure of 9 bars was measured for the accumulator of the right-hand roll servo actuator due to a leak when connecting the measurement tool. Without this leak the measured pressure would have been higher. Nevertheless, in accordance with the OEM (AH), the 9 bars of pressure found are enough to ensure a correct behaviour in case of hydraulic pressure loss.

The tail rotor load compensator accumulator was found with a pressure above 25 bars.

When the hydraulic pressure drops, the flight controls become heavier to operate. If the system pressure drops below 30 bar, a red HYD light is illuminated on the master caution panel, and a warning sound is activated in the cockpit.

Given the pilot's statement regarding difficulties in moving the flight controls, the investigation detailed the possible scenarios and contributions of the various components of the system, with particular attention given to the servo actuators.

In order to confirm their internal condition, the three servos were sent to the manufacturer (Collins Aerospace). The examination carried out on the 25th of March, 2025 at Collins' facilities in conjunction with AH and the BEA concluded that the observed damage to the components was a consequence of the impact with water.

The damage observed to one of the actuators and its seal is consistent with an internal overpressure event, probably due to the impact with water. The deformation of the piston rod is also likely linked to the impact dynamics. None of the observed damage would have prevented the normal operation of the helicopter in flight.

During examination of the main servo controls it was observed that the LH roll and pitch servo controls, installed on the helicopter since delivery in 2009, were conforming to post-modification configuration 07.3221. The RH roll servo control, which in accordance with records was installed on the helicopter in 2011, was not conforming to

conforme com a configuração pós-modificação 07.3221, atendendo ao limitador de fluxo encontrado no parafuso (banjo). Os mesmos registos mostram que o referido servo direito de pranchamento, foi submetido a uma revisão em 2011 e, muito provavelmente, voou desde essa data com o limitador.

O manual da aeronave refere explicitamente que no caso de instalação de coletores nos servos (por exemplo após revisão do servo), deverá ser realizada uma tarefa de manutenção específica (AMM 67-32-00,4-2) onde é explicitamente requerida a verificação da ausência de qualquer limitador para a configuração pós-modificação 07.3221.

Atendendo às várias configurações e possíveis combinações de servos no modelo, em 2018 a AH recomendou verificações aos parafusos (banjos) instalados pelo SB AS350-67.00.69 com uma referência explícita para a configuração POST MOD 07.3221, referindo que não deve conter limitador de fluxo.

Embora esta configuração não afete a controlabilidade da aeronave, dificuldade ou restrição de comandos, o piloto poderá sentir uma ligeira resistência.

Em relação ao sistema hidráulico de assistência aos comandos de voo, recuperado na sua integralidade, não foi detetada qualquer anomalia (exceto os danos relacionados com a sequência do acidente), que possa indicar que o sistema não estivesse a funcionar corretamente antes da colisão com a água.

Adicionalmente, o sistema está desenhado para garantir uma assistência de comando em caso de perda de pressão hidráulica através dos acumuladores dos servos do rotor principal e rotor de cauda que estavam corretamente pressurizados, evidenciando que a pressão hidráulica estava disponível no momento do acidente.

Apesar das inúmeras deformações e rururas por sobrecarga, a continuidade dos comandos de voo dos pedais para as pás do rotor de cauda e das alavancas do cílico e coletivo para as pás do rotor principal foi possível ser verificada e confirmada. Os danos observados nos comandos de voo do rotor principal resultam dos danos na estrutura inferior e do deslocamento da caixa de engrenagens durante a sequência de colisão.

post-modification configuration 07.3221 as a restrictor was found in the RH roll banjo screw. The same records show that the aforementioned RH roll servo control was subjected to an overhaul in 2011 and, most likely, had flown since that date with the restrictor in place.

The helicopter manual explicitly states that in the event of manifold assembly installation (after servo control overhaul for instance), a specific maintenance task must be carried out (AMM 67-32-00,4-2) where it is explicitly required to verify the absence of any restrictor to conform with post-modification configuration 07.3221.

Given the various configurations and possible combinations of servos installed on the helicopter, in 2018, Airbus Helicopters recommended checks on installed banjo screws, through SB AS350-67.00.69 with an explicit reference to post-modification configuration 07.3221 which is intended to be without an added restrictor

Although this configuration does not affect the helicopter's controllability, difficulty or restriction of commands, the pilot may feel a slight resistance.

Regarding the hydraulic flight control assistance system, recovered in its entirety, no anomaly was detected (except for damage related to the impact sequence) which could indicate that the system had not been working properly before the impact with the water.

In addition, the system is designed to provide flight control assistance in the event of a loss of hydraulic pressure through the accumulators of the main and tail rotor servos that were correctly pressurized, showing that hydraulic pressure was available at the time of the accident.

Despite numerous deformations and overload fractures, the continuity of the flight controls from pedals to the tail rotor blades and from cyclic and collective sticks to the main rotor blades have been checked and confirmed. The damage observed of the main rotor flight controls is mainly the result of impact damage to the lower fuselage and displacement of the main gearbox during the accident sequence. All of the

Todas as ruturas por sobrecarga e deformações observadas nos comandos de voo ocorreram em resultado da sequência da colisão. Não foi observada evidência de falha/anomalia pré-accidente.

1.6.7. Motor || Engine

O motor Arriel2B1 é um motor turboeixo desenvolvido pela Turbomeca (Safran) com um compressor axial de estágio único, um compressor centrífugo também de estágio único, câmara de combustão anelar, turbinas de alta pressão e de potência de estágios únicos e uma caixa de redução de velocidades. O motor tem uma potência máxima à descolagem de 746 SHP (557 kW) e 728 SHP (543 kW) de potência máxima contínua. O motor está equipado com uma Unidade Digital de Controlo do Motor (DECU) que controla e monitoriza o seu funcionamento.

Os destroços do motor foram analisados por um representante da Safran como assessor técnico do BEA, conforme previsto na Regulamento (UE) n.º 996/2010, do Parlamento Europeu e do Conselho.

O motor estava ainda parcialmente conectado à aeronave. Apesar de várias interfaces do motor (capotagem, entrada de ar e suporte traseiro) terem sido danificadas, tais danos são consistentes com a condição de degradação da aeronave, em consequência do acidente.

O motor apresentava danos significativos por impacto, no lado direito e tubeira de escape. Os exames aos restantes sistemas do motor (câmara de combustão, turbina de alta pressão, turbina de potência, válvula de sangria, sistemas de combustível e óleo) não revelaram quaisquer resultados para além dos danos causados pela colisão.

O exame ao motor e seus interfaces com a aeronave não revelou quaisquer indícios de discrepâncias prévias ao acidente.

As evidências atestam que o motor estava a operar e a produzir potência no momento em que a aeronave colidiu com a superfície da água durante a sequência do acidente.

overload fractures and deformations observed in the flight controls occurred as a result of the impact sequence. There was no evidence of any pre-accident failure or anomaly.

The Arriel2B1 engine is a turboshaft engine developed by Turbomeca (Safran) with a single-stage axial compressor, a single-stage centrifugal compressor, an annular combustion chamber, a single stage high pressure turbine, a single stage power turbine, and a reduction gearbox. The engine is rated to 746 SHP (557kW) at take-off power and 728 SHP (543kW) at maximum continuous power. The engine is equipped with a Digital Engine Control Unit (DECU) which controls and monitors engine operation.

The engine wreckage was analysed by a representative of Safran as a technical advisor to the BEA, as provided for in Regulation (EU) No. 996/2010 of the European Parliament and of the Council.

The engine was still partially connected to the helicopter. Although several engine interfaces (cowling, air intake and rear mount) were damaged, such damage was consistent with the degraded condition of the helicopter as a result of the accident.

The engine exhibited significant impact damage to its right-hand side and to the exhaust pipe. The examinations to the rest of the engine's systems (combustion chamber, high pressure turbine, power turbine, bleed valve, fuel and oil systems) did not reveal any findings other than impact damage.

The examination of the engine and of its interfaces with the helicopter did not reveal any evidence of pre-accident discrepancies.

The evidence shows that the engine was operating and producing power at the time the helicopter collided with the surface of the water during the accident sequence.

1.6.7.1. Unidade de controlo do motor - DECU || Engine control unit - DECU

A DECU é responsável pela gestão do motor e das suas interfaces com o helicóptero. Para cada sinal de entrada, a DECU incorpora um conjunto de critérios com os quais determina se o sinal é válido. Na eventualidade de deteção de falha, esta poderá ser mostrada ao piloto através da VEMD ou painel de avisos (CWP) e/ou armazenada em memória interna. A comunicação e troca de informações da DECU com a aeronave é realizada por protocolo ARINC 429.

Por forma a preservar a unidade, a DECU foi retirada da aeronave logo após ser recuperada do local do acidente e mantida imersa em água límpida num recipiente.

A unidade foi transportada para os laboratórios do BEA para recuperação de dados, com sucesso. A memória da unidade foi analisada não revelando qualquer falha ou excedência durante o voo do evento.

Os dados recolhidos da DECU evidenciam que o motor do helicóptero estava a operar normalmente. As falhas registadas no final do voo são consequência de colisão.

The DECU is responsible for the management of the engine and its interfaces with the helicopter. For each input signal, the DECU has a set of criteria with which it can decide if the signal is valid. If a fault is detected, it may be shown to the pilot through the VEMD or CWP and/or stored in the internal memory. The DECU exchanges data with the helicopter by means of an ARINC 429 serial data link.

In order to preserve the unit, the DECU was removed from the helicopter shortly after being recovered from the accident site and kept immersed in clear water in a container.

The unit was transported to the BEA laboratories for a successful data recovery. The unit's memory was analysed revealing no failures or exceedances during the accident flight.

The data retrieved from DECU shows that the helicopter's engine was operating normally. Failures recorded at the end of the flight are a consequence of the impact sequence.

1.7. Informação meteorológica || Meteorological information

A temperatura do ar estimada no local rondaria os 26°C com uma humidade próxima dos 50%, vento variável do quadrante Nordeste com fraca intensidade, não sendo considerado um fator para o evento. A visibilidade era superior a 10 km, céu com poucas nuvens altas.

A luminosidade do dia, associada a uma ausência de vento na superfície da água, criava as condições ideais para o denominado "espelho de água" (*glassy water*) conforme demonstrado na Figura 8 abaixo, tendo como fonte as várias imagens recolhidas do momento do acidente.

The estimated air temperature at the site was around 26°C with a humidity close to 50%, variable low intensity wind from the Northeastern quadrant, not considered to have been a factor for the event. Visibility was over 10 km, sky with few clouds at altitude.

The brightness of the day, associated with an absence of wind on the surface of the water, created the ideal conditions for the so-called "glassy water" or "mirror" effect, as shown in the Figure 8 below, sourced from the various recordings collected when the accident occurred.



Figura 8 || Figure 8

Visualização das condições propícias ao espelho de água

A posição do sol na zona do acidente foi determinada a uma altitude de 48,17° num azimute de 132,33°, à direita da trajetória, não se constituindo como um fator de encandeamento.

|| Images of the conditions conducive to the glassy water effect

The position of the sun in the accident area was determined at an altitude of 48.17° in an azimuth of 132.33°, to the right of the trajectory, and did not constitute a blinding factor.

1.8. Ajudas à navegação || Aids to navigation

O voo estava a ser conduzido segundo as regras de voo visual sem recurso a qualquer dispositivo de navegação em rota. Dado o conhecimento profundo da área pelo piloto, foi também dispensada a utilização de dispositivos de ajuda à navegação por satélite (GPS), equipamento disponível a bordo da aeronave. Segundo declarações do piloto, o equipamento estaria desligado. Não foi possível à investigação recolher qualquer informação útil deste equipamento recuperado do leito do rio.

The flight was being conducted according to visual flight rules without the use of any en-route navigation device. Given the pilot's in-depth knowledge of the area, the use of satellite navigation aid devices (GPS), equipment available on board the helicopter, was also dismissed. According to the pilot's statements, the equipment would have been turned off. It was not possible for the investigation to collect any useful information from this equipment recovered from the riverbed.

1.9. Comunicações || Communications

As comunicações não foram consideradas relevantes para o evento.

Para além do equipamento VHF de comunicação aeronáutica, a aeronave estava equipada com sistema de comunicação ar-terra de missão,

The communications were not considered relevant to the event.

In addition to the VHF aeronautical communication equipment, the helicopter was equipped with a mission air-ground

complementados com os dispositivos móveis da UEPS.

Não há registos de que o piloto tenha efetuado qualquer comunicação em frequência aeronáutica. De igual modo, os ocupantes não recorreram aos respetivos equipamentos portáteis para realizar qualquer chamada de emergência, reporte de anomalias, falhas ou situações que pudessem condicionar ou ameaçar o voo.

1.10. Informação do aeródromo || Aerodrome information

O heliporto de Armamar (ver Figura 9) está localizado no lugar da Mariz, Armamar, no distrito de Viseu, é parte integrante das bases operacionais do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais, DECIR. É habitual a alocação anual de um meio aéreo a esta base denominada CMA de Armamar, variando nos períodos consoante as necessidades identificadas pela ANEPC. No ano de 2023 não foi alocado qualquer meio aéreo àquela base.

Os registos do CMA referem a primeira missão de 2024 realizada a 8 de julho com 16 dias de missões, por vezes com vários voos diários, até ao acidente no dia 30 de agosto.



Figura 9 || **Figure 9**
CMA de Armamar || Armamar CMA

communication system, complemented with the mobile devices of the UEPS.

There are no records that the pilot made any communication on an aeronautical frequency. Likewise, the occupants did not use their portable equipment to make any emergency call, report anomalies, failures or situations that could have hampered or threatened flight safety conditions.

No posto de intervenção de proteção e socorro do CMA estavam permanentemente e em regime de rotação cinco elementos da UEPS e um piloto. Durante os 16 dias de missão relativo ao ano de 2024 fizeram parte da equipa três pilotos do operador com escalas de serviço variável.

A base do CMA assim como a zona do acidente junto à cidade de Peso da Régua, enquadram-se numa região com características únicas com relevância e marcos turísticos na região denominada de Douro Vinhateiro, paisagem classificada pela UNESCO como Património da Humanidade.

At the CMA Protection and Rescue Intervention Post (*PIPS*), five UEPS elements and a pilot were permanently based and on a rotation basis. During the 16 mission days, for the year 2024, three pilots from the operator were part of the team based there, with variable duty schedules.

The CMA base as well as the accident area near the city of Peso da Régua, are part of a region which has unique characteristics of touristic relevance and landmarks in the region known as the Douro Wine Region, a landscape classified by UNESCO as a World Heritage Site.

1.11. Gravadores de voo || Flight recorders

O helicóptero 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.

Em conformidade com o Regulamento de Execução (UE) 2019/1387 da Comissão, SPO. IDE. H.146 para gravadores de voo ligeiros, os helicópteros equipados com motor a turbina com uma massa máxima à descolagem certificada entre 2250 kg e 3175 kg e fabricados em ou após 5 de setembro de 2022 devem estar equipados com gravador de voo, se utilizados em transporte aéreo comercial ou para operações comerciais especializadas. O helicóptero foi fabricado em 2009.

O helicóptero estava equipado com um sistema de seguimento de voo (*RockAIR*) disponibilizado pelo contratante, FAP, de onde foi possível à investigação recolher dados de voo baseados em sinal GPS, nomeadamente trajetórias aproximadas com indicação de altitudes e com a correspondente estimativa de velocidades.

O dispositivo portátil amovível *RockAIR* permite transmitir dados de seguimento de voo, eventos e enviar/receber mensagens usando para tal a rede de satélites Iridium e redes de telemóveis terrestres.

As configurações do dispositivo acidentado permitiam uma recolha remota de dados GPS

The helicopter was not equipped with a flight data recorder (FDR) or cockpit voice recorder (CVR). Such equipment were not a requirement under the current regulations for the helicopter type or operation.

In accordance with commission implementing regulation (EU) 2019/1387, SPO.IDE.H.146 for lightweight flight recorders, turbine-engined helicopters with a maximum certified take-off mass between 2250kg and 3175kg and manufactured on or after 5 September 2022 are required to carry a flight recorder if they are used for commercial air transport or commercial specialised operations. The helicopter was manufactured in 2009.

The helicopter was equipped with a flight tracking system (*RockAIR*) provided by the contractor, FAP, from where it was possible for the investigation to collect GPS based flight data, namely approximate trajectories with indication of altitudes and corresponding estimate of speeds.

The *RockAIR* is a portable, carry-on carry-off global communications device that allows to transmit tracking, events and send/receive messages using the Iridium satellite network and terrestrial cellular networks.

The settings of the accident device allowed for remote collection of GPS data with a recorded

com amostra registada a cada 15 segundos de operação. O dispositivo não foi localizado no leito do rio e por esse motivo não foi possível o *download* da informação do seu cartão de memória interno, contendo dados com intervalos de até 1 segundo.

Relativamente aos registos dos dispositivos de missão UEPS a bordo, os rádios SEPURA SC2020 registaram o trajeto a cada 500 metros e/ou 10 minutos. Já o smartphone, fazendo uso da aplicação QuickCapture da ArcGis, regista internamente os pontos a cada 300 metros e envia um pacote de dados a cada 30 segundos.

Os dados recolhidos foram integrados e serviram de fonte para determinar a trajetória cuja ilustração se apresenta na Figura 1.

A bordo estavam ainda a VEMD e DECU com capacidade de gravação de alguns parâmetros de voo cujo detalhe de operação e dados recolhidos podem ser consultados nas secções 1.6.4 e 1.6.7.1 respetivamente.

sample rate every 15 seconds of operation. The device was not found on the riverbed, which is why it was not possible to retrieve information from its internal memory card, containing data with intervals of up to 1 second.

Regarding the records of the UEPS mission devices on board, the SEPURA SC2020 radios recorded the path every 500 meters and/or 10 minutes. The smartphone, using the ArcGis QuickCapture application, internally records the points every 300 meters and sends a data packet every 30 seconds.

The collected data were integrated and served as the basis to determine the helicopter's trajectory illustrated in Figure 1.

Also on board were the VEMD and DECU with the ability to record some flight parameters, the operating details of which and data collected can be reviewed in sections 1.6.4 and 1.6.7.1 respectively.

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

O helicóptero colidiu com o leito do rio Douro a cerca de 1600 metros a jusante da cidade do Peso da Régua numa área sem obstáculos naturais ou artificiais. Não há evidência que tenha ocorrido qualquer colisão em voo antes da colisão com a água.

Os dados disponíveis sugerem uma manobra de arredondar (*flare*) iniciada a cerca de 4 segundos da colisão e já a baixa altitude (120 pés) com velocidade de translação elevada.

A manobra não foi suficiente para deter a razão de descida o que levou o helicóptero a tocar na superfície da água inicialmente com o cesto, provocando um momento de guinada à esquerda (ver Figura 10).

The helicopter collided with the bed of the Douro River, about 1600 meters downstream from the city of Peso da Régua, in an area without any natural or artificial obstacles. There was no evidence of any in-flight collision which may have occurred prior to the impact with water.

The available data suggests that a flaring manoeuvre was initiated about 4 seconds prior to impact when already at low altitude (120 feet) and at high speed.

The manoeuvre was insufficient to stop the rate of descent, which led the helicopter to initially contact the surface of the water with the utility basket, causing it to swerve sharply to the left (See Figure 10).



Figura 10 || **Figure 10**
Ilustração da colisão inicial com a água || Illustration of the initial impact with water

Em sequência, as pás do rotor principal tocaram e foram destruídas no contacto com a água. No processo de dissipação de energia, a cabine desintegrou-se com a sua estrutura primária da zona inferior a fletir e ceder na zona dos assentos traseiros.

Ambos os ocupantes e respetivos assentos dianteiros foram projetados para a frente e direita, seguindo a linha de inércia da trajetória antes da colisão.

Da mesma forma, o cone de cauda cedeu pelo seu ponto de conexão à fuselagem, ponto de ruptura previsto pelo fabricante, e foi projetado a cerca de 70 metros. O rotor de cauda e respetiva caixa de transmissão permaneceram conectados ao cone de cauda.

Todas as partes relevantes foram recuperadas e o subsequente exame dos destroços confirmou que o helicóptero colidiu com a superfície da água com uma velocidade de translação significativa, levando à ruptura dos patins de aterragem e à separação do piso da cabine da fuselagem. O banco traseiro foi severamente danificado devido ao deslocamento do piso da cabine durante o impacto com a água.

O exame aos destroços confirmou também que o helicóptero impactou a superfície da água com

Thereafter, the blades of the main rotor touched and were destroyed by the water contact. In the process of energy dissipation, the cabin disintegrated with the primary structure of the lower fuselage flexing and giving way in the area of the bench seat.

Both occupants and their front seats were projected forward and to the right following the line of inertia of the trajectory before the impact.

Likewise, the tail cone gave way through its connection point to the fuselage, the fracture point foreseen by the manufacturer, and was projected forward about 70 meters. The tail rotor and its gearbox remained attached to the tail cone.

All relevant parts were recovered and subsequent wreckage examination confirmed that the helicopter impacted the water at significant speed, resulting in the rupture of the landing skids and the detachment of cabin floor from main fuselage. The rear bench seat was severely damaged due to the upward displacement of the cabin floor during water impact.

Wreckage examination also confirmed that the helicopter impacted the water surface with

uma potência significativa (rotação e torque) na cadeia dinâmica (danos no acoplamento motor/MGB, danos nas pás do rotor principal, danos na cabeça do rotor principal, etc.).

Todos os danos observados durante o exame ao helicóptero foram identificados, analisados e determinados como consequência da sequência da colisão.

significant power (rotation and torque) on the dynamic chain (damage of the engine/MGB coupling, damage of the main rotor blades, damage of the main rotor head, etc.).

All the damage observed during examination of the helicopter wreckage have been identified and analysed as a consequence of the impact sequence.

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

Segundo o relatório hospitalar, o piloto sofreu múltiplas escoriações nomeadamente no antebraço, tornozelo e perna esquerda. Os membros inferiores, em específico no pé direito, apresentava uma fratura e desalinhamento escafoide (navicular) que obrigou a respetiva cirurgia à luxação talonavicular e da base M4 e M5.

Os relatórios das autópsias realizadas aos cinco ocupantes determinaram como causa de morte o afogamento em dois elementos e por lesões múltiplas nos restantes. As perícias médico-legais não são conclusivas sobre o uso de cintos de segurança com base nas lesões observadas.

Os exames toxicológicos realizados aos cinco elementos da UEPS excluem qualquer intoxicação por etanol, drogas de abuso ou medicamentos. Por motivos que a investigação não conseguiu apurar, não foram realizados ao piloto testes de despistagem para as mesmas substâncias no processo de admissão e internamento hospitalar, embora tenha sido feita a recolha de sangue para o processo cirúrgico e internamento.

According to the hospital report, the pilot sustained multiple abrasions, namely on the forearm, ankle and left leg. The lower limbs, specifically the right foot, had sustained a fracture and the misalignment of the scaphoid (navicular) that required the respective surgery to address the dislocated talonavicular and the M4 and M5 base.

The autopsy reports carried out on the five occupants determined drowning as the cause of death for two of the occupants and multiple traumas for the others. Forensic experts were not conclusive about the use of seat belts based on the injuries observed.

The toxicological tests carried out on the five members of the UEPS excluded any intoxication from ethanol, drug abuse or medications. For reasons that the investigation was unable to ascertain, screening tests for the same substances were not carried out on the pilot during his admission process in hospital, although blood had been collected for the surgical process and hospitalization.

1.14. Fogo || Fire

Não houve qualquer incêndio, pré ou pós impacto.

There was no fire, pre or post impact.

1.15. Aspectos de sobrevivência || Survival aspects

A dinâmica de colisão com a superfície da água com elevada velocidade de translação em torno dos 130 nós e com uma razão de descida próximo dos 200 pés por minuto, classificam a ocorrência

The dynamics of impact with the surface of the water at a high forward speed of around 130 knots and with a descent rate close to 200 feet per minute, classify the occurrence as unlikely

como de sobrevivência improvável, atendendo à magnitude das forças e desacelerações envolvidas na colisão.

O assento do piloto foi encontrado separado do chão da cabine e com deformações para a direita. O dispositivo de absorção de energia na base do assento foi acionado e deformado sobre o lado direito em cerca de 20 mm de curso, sem deformação do mesmo sistema do lado esquerdo. A condição deste equipamento evidencia uma aceleração vertical e lateral à direita substancial, sentida ao nível do chão durante o impacto da água.

Por forma a ser estimada a magnitude de desaceleração do helicóptero durante a colisão com a água, foram recolhidos junto do fabricante da aeronave dados das características da resistência estrutural das calhas das cadeiras do piloto e chefe de equipa por estas apresentarem sinais de falha por sobrecarga.

Conhecida a resistência estrutural do conjunto e considerando um valor de referência conservativo de 74 kg como massa mínima para cada um dos ocupantes dos assentos dianteiros, foi possível estimar um valor mínimo para o fator de carga no sentido longitudinal por método analítico em torno dos 24,3 G's durante a colisão com a água, levando à separação dos assentos do piso da cabine.

Ainda que se considere uma componente lateral de esforço nas calhas atendendo ao ângulo de impacto e trajetória de inércia, o valor absoluto mínimo de desaceleração sentido pelos ocupantes rondará a mesma ordem de grandeza, não inferior aos 20 G's. Nota: Esta estimativa foi realizada com base na resistência estrutural conhecida das calhas das cadeiras e só a este componente diz respeito. Não significa, portanto, que os valores reais de desaceleração não possam ter sido superiores.

Ambos os ocupantes dos assentos dianteiros usavam os cintos de quatro pontos que mantiveram o piloto e o chefe de equipa sentados durante a colisão e projeção do habitáculo.

Os cintos abdominais dos lugares traseiros foram encontrados íntegros e fixos à fuselagem com evidência de sobrecarga nos lugares 4 e 5 representados na Figura 11 abaixo. Por oposição,

chances for survival, given the magnitude of the forces and decelerations involved in the impact.

The pilot seat was found detached from the cabin floor and tilted to the right. The energy absorption device at the base of the seat was triggered and deformed on the right-hand side around 20 mm stroke and no stroke was observed on the left-hand absorber. The device condition is evidence of a substantial vertical and right lateral acceleration felt at floor level during impact with water.

In order to estimate the magnitude of the helicopter's deceleration during the impact with water, data on the structural strength characteristics of the seat rails of the pilot's and team leader's seats were collected from the helicopter manufacturer considering evidence which indicated that they failed due to overload.

Once the structural strength of the seat was known and considering a conservative reference value of 74 kg as the minimum mass for each of the occupants of the front seats, it was possible to estimate the minimum value for the load factor in the longitudinal direction, by analytical method, of having been around 24.3 G during the impact with water, leading to the separation of the seats from the cabin floor.

Even if a lateral force component is considered in the rails given the angle of impact and inertia trajectory, the minimum absolute value of deceleration felt by the occupants would have been around the same order of magnitude, no less than 20 G. Note: This estimate was made based on the known structural strength of the seat rails and only concerns this component. It does not mean, therefore, that the actual deceleration values could not have been higher.

Both occupants of the front seats wore the four-point seatbelts that kept the pilot and team leader seated during the impact and their ejection from the cabin.

The lap belts of the bench seats were found intact and attached to the fuselage with evidence of overload in seats 4 and 5 shown in Figure 11 below. On the other hand, the same belts in seats

os mesmos cintos dos lugares 2 e 3 não apresentaram qualquer sinal de sobrecarga, indicando que não estavam apertados.

Os quatro cintos dorsais foram encontrados recolhidos e não apresentavam evidência de sobrecarga, sendo provável que não estivessem a ser usados.

2 and 3 did not show any sign of overload, indicating that they were not fastened.

The four shoulder harnesses were found to have been retracted and showed no evidence of overload, and it is likely that they were not being used.

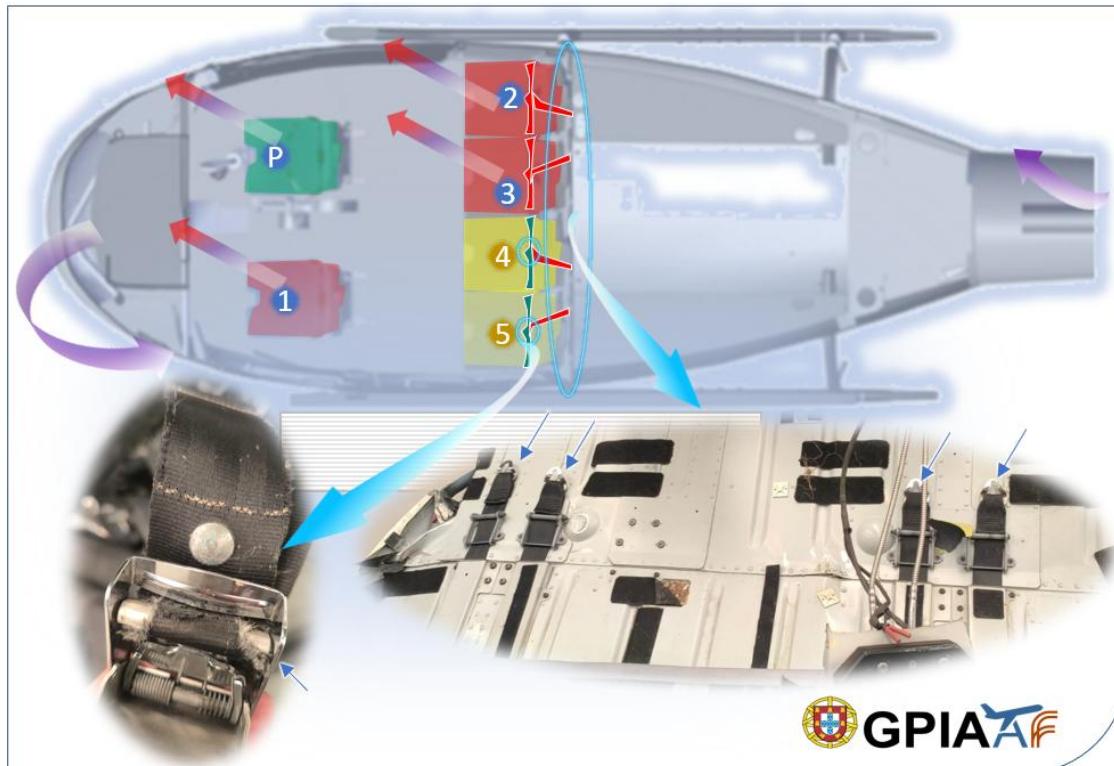


Figura 11

Detalhes do sistema de cintos e retenção

O piloto era o único ocupante que usava capacete de voo, equipamento que foi encontrado com marcas e danos consideráveis evidenciando um contributo relevante para minimizar os ferimentos no piloto durante o processo de saída por projeção do helicóptero. A saída do piloto terá ocorrido pela zona da porta direita com colisões múltiplas com a estrutura da cabina e zona inferior dos pedais que terão provocado as lesões registadas nos membros inferiores do piloto.

O chefe de equipa foi também projetado para fora da aeronave após cedência da estrutura de suporte da cadeira, com colisão imediata contra o painel de instrumentos. Os dois elementos sentados nas posições 2 e 3, como indicado na figura acima, foram igualmente projetados dos destroços do helicóptero.

Figure 11

Seat belt and restrain system details

The pilot was the only occupant who wore a flight helmet, equipment that was found with marks and considerable damage, showing a relevant contribution to minimizing injuries to the pilot during his ejection process from the helicopter. The pilot's ejection occurred through the right door area with multiple impacts with the cabin structure and lower pedal area that caused the injuries sustained to the pilot's lower limbs.

The team leader was also ejected out of the helicopter when the support structure of his seat failed, resulting in an immediate impact with the instrument panel in front. The two elements seated in positions 2 and 3, as indicated in the figure above, were also ejected from the rear cabin of the helicopter.

O piloto declarou que, após alguns instantes de desorientação, apercebeu-se que estava agarrado à cadeira pelos cintos, identificou e nadou para a superfície da água após se ter libertado dos cintos. Referiu ainda que fez uso das técnicas que treinou durante o curso de sobrevivência em ambiente aquático (*underwater escape training*).

Nenhum dos ocupantes usava colete insuflável.

The pilot stated that, after a few moments of disorientation, he realized that he was clinging to the seat by the belts, identified and swam to the surface of the water after freeing himself from the belts. He also told investigators that he made use of the techniques he had trained for during the Helicopter Underwater Escape Training (HUET).

None of the occupants wore an inflatable lifejacket.

1.16. Ensaios e Pesquisas || Tests and Research

A investigação do evento compreendeu a recolha de evidências e estudo aprofundado:

- enquadramento operacional das missões de combate aos incêndios em Portugal,
- detalhe das trajetórias do voo do helicóptero no voo da ocorrência e em outros voos semelhantes,
- componentes e sistemas críticos do helicóptero, nomeadamente, a cadeia de comandos de voo, a DECU, VEMD e servo atuadores,
- condições operacionais e ambientais locais com determinação de parâmetros do voo por análise fotogramétrica de vídeos do helicóptero em voo recorrendo à relação dos pixéis das imagens com a posição no terreno,
- dinâmica da colisão do helicóptero,
- limitações operacionais do helicóptero, nomeadamente de massa e centragem, ações sobre os comandos de voo e efetividade dos mesmos.

The investigation of the event included the collection of evidence and in-depth analysis of the following:

- the operational framework of firefighting missions in Portugal,
- the detail of the helicopter's flight paths on the occurrence flight and other similar flights,
- the critical components and systems of the helicopter, including the flight controls system, DECU, VEMD and servo actuators,
- the local operational and environmental conditions with determination of the flight parameters by photogrammetric analysis of videos of the helicopter in flight using the relation of imagery pixels and the camera position on the ground,
- the impact dynamics of the helicopter,
- the operational limitations of the helicopter, namely mass and balance, actions over flight controls and effectiveness of flight controls.

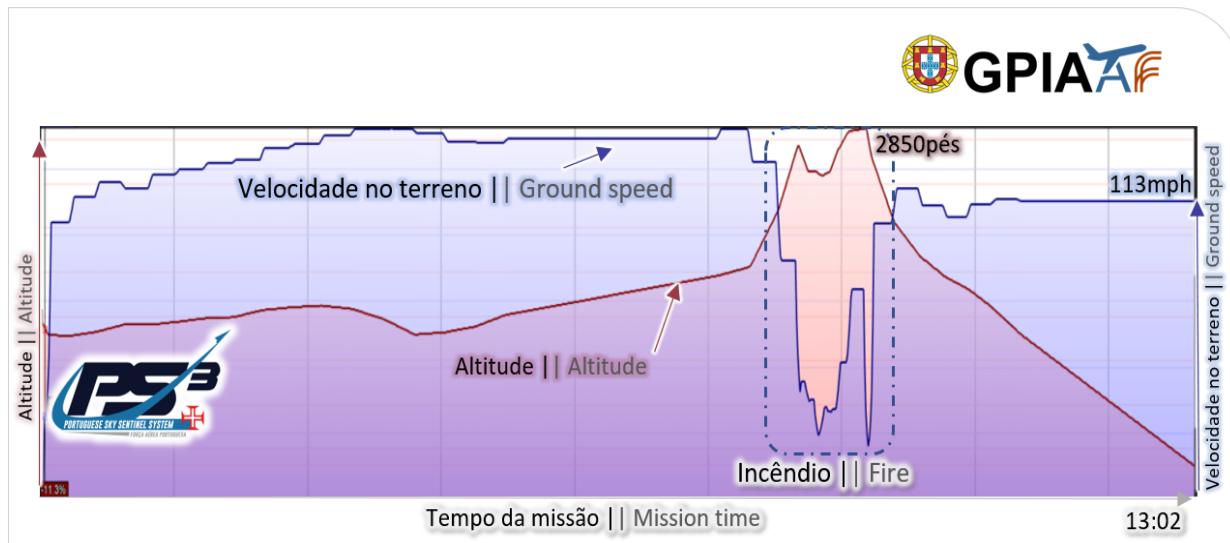
1.16.1. Trajetória do voo || Flight path

Para a análise, foram utilizados os dados disponíveis de registo dos vários dispositivos a bordo, nomeadamente o *tracker* da FAP, o smartphone de missão da UEPS e o registo dos pontos disponibilizados pelos dois rádios SEPURA.

O perfil de velocidade e altitude confirma e corrobora de forma independente as declarações recolhidas de testemunhas sobre a trajetória do helicóptero na missão do evento (ver Figura 12).

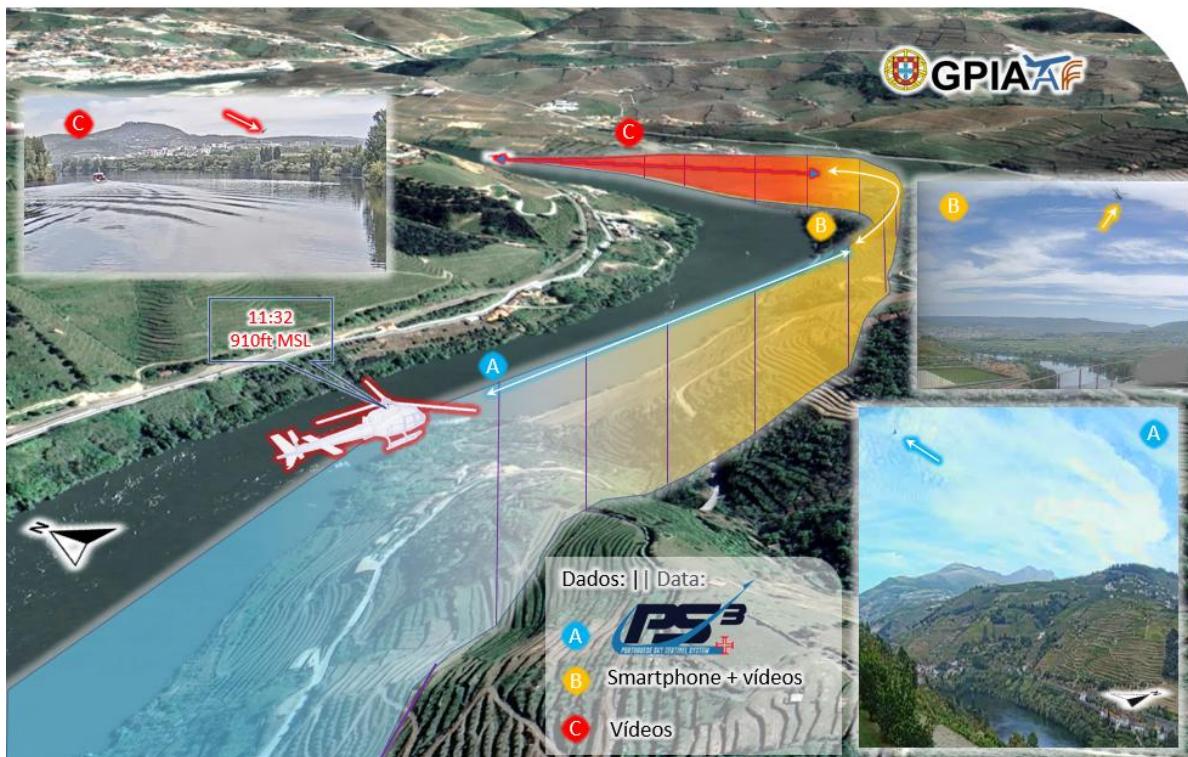
For the analysis, the available tracking data of the various devices on board were used, namely the FAP tracker, the UEPS mission smartphone and the registration of the points provided by the two SEPURA radios.

The speed and altitude profile independently confirms and corroborates the statements collected from witnesses about the trajectory of the helicopter in the event mission (See Figure 12).



Os dados da missão recolhidos e evidenciados acima foram complementados com vários vídeos num total de 41 segundos com imagens capturadas em cinco câmaras de videovigilância abrangendo a trajetória da aeronave, com especial relevância para o vídeo que regista os últimos 7,6 segundos de voo e colisão com a água. Os dados recolhidos e tratados permitiram assim reconstituir os principais parâmetros de voo em três fases distintas (ver Figura 13).

The mission data collected and shown above was complemented with several videos totalling 41 seconds with images captured on five video surveillance cameras covering the trajectory of the helicopter, with special relevance to the video that recorded the last 7.6 seconds of flight and impact with water. The data collected and processed thus made it possible to reconstruct the main flight parameters in three distinct phases (See Figure 13).



A primeira fase (A), com cerca de 3 minutos e meio, foi iniciada no regresso do helicóptero da zona do incêndio com uma trajetória em descida até aos 910 pés. Os dados são suportados no *tracker*, *smartphone* e rádios, onde foram recolhidos 69 pontos válidos. Os últimos segundos desta fase já estão registados em vídeo.

Uma segunda fase (B) de aproximação ao rio seguida de volta pela esquerda sobre a margem sul, com 33 segundos toda registada em vídeo. Seria nesta fase onde teria ocorrido a manobra evasiva para desvio da ave declarada pelo piloto, situação que não é identificada nas imagens recolhidas, que registam sem interrupções o voo nessa fase.

A terceira e última fase (C), contendo os últimos 7,6 segundos de voo, correspondem à secção da trajetória descrita pelo piloto como os momentos onde este refere ter sentido prisão nos comandos. Estes últimos 7,6 segundos mereceram assim um estudo detalhado com análise fotogramétrica das imagens capturadas de uma câmara fixa, de características técnicas conhecidas e sujeitas a calibração para correlação, por forma a realizar uma estimativa fina da trajetória, velocidades verticais e horizontais e razão de descida.

As imagens do vídeo foram processadas em software específico e de utilização habitual por método de relação e comparação entre a paisagem envolvente, recorrendo a pontos fixos conhecidos, determinando a posição relativa do helicóptero.

O objetivo da análise ao vídeo é obter ordens de grandeza e tendências gerais e não valores precisos. Os valores apresentados nesta secção, em resultado de cálculos baseados em algumas incertezas, devem, por conseguinte, ser interpretados em conformidade.

Os dados de 26 fotogramas de 7,6 segundos foram posteriormente inseridos pelo fabricante nas equações de voo da aeronave por forma a validar o comportamento dinâmico das observações.

The first phase (A), with about 3 and a half minutes, was started on the return of the helicopter from the fire zone in a downward trajectory up to 910 feet. The data is supported by the tracker, smartphone and radios, where 69 valid points were collected. The last seconds of this phase are already recorded on video.

A second phase (B) of approach to the river followed by a left turn over the south bank, lasting 33 seconds all of which was recorded on video. It would have been at this stage where the evasive manoeuvre to avoid the bird, as declared by the pilot, would have occurred, a situation that is not supported by the recorded images, which recorded the flight without any deviations or interruptions during this stage.

The third and final phase (C), containing the last 7.6 seconds of flight that correspond to the period of the trajectory described by the pilot as when he reportedly experienced a restriction in the controls. These last 7.6 seconds thus deserved a detailed study with photogrammetric analysis of the images captured from a fixed camera, of known technical characteristics and subject to calibration for correlation, in order to make a more precise estimate of the trajectory, vertical and horizontal velocities and rate of descent.

The video images were processed in specific software, which is commonly used, and which applies a method of relationship and comparison between the surrounding landscape, using fixed known points, determining the relative position of the helicopter. The purpose of the video analysis is to provide orders of magnitude and overall trends, rather than precise values. The figures presented in this section – which are the results of calculations based on some uncertainties – should therefore be interpreted accordingly.

The data of 26 frames of 7.6 seconds were then inserted by the manufacturer into the helicopter's flight equations in order to validate the dynamic behaviour of the observations.

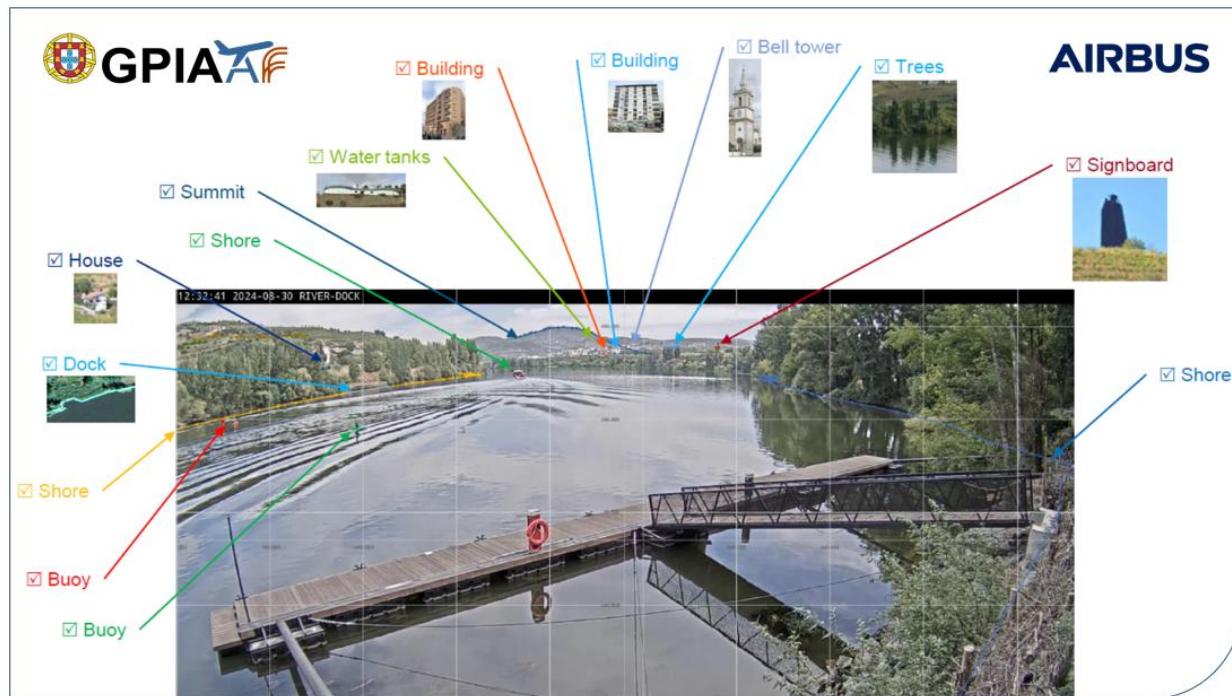


Figura 14

Figure 14

Método de determinação da posição no espaço e no tempo do helicóptero

Atendendo às características do ponto de recolha do vídeo e do contraste da paisagem envolvente, foi necessário dividir a sequência de imagens em dois grupos. Uma primeira, representada a verde nos gráficos abaixo (Figura 15), com o helicóptero visível com elevado nível de precisão nos dados obtidos e uma segunda fase, em cor salmão, com o contraste degradado, atendendo ao fundo escuro da paisagem.

Na primeira fase é possível observar o helicóptero numa volta pela esquerda em descida com um fator de carga reduzido conforme representado nas figuras abaixo.

Seguiu-se de uma fase de recuperação da atitude de descida iniciada a cerca de 4 segundos da colisão, onde se observa o fator de carga a aumentar com a atitude (*pitch* e *roll*) do helicóptero a tender para zero. Os respetivos parâmetros estão representados no sistema de eixos x, y e z conforme convencionado.

Method of determining the helicopter's position in space and time

Given the characteristics of the video collection point and the contrast of the surrounding landscape, it was necessary to divide the sequence of images into two groups. A first one, represented in green in the graphs below (Figure 15), with the helicopter visible with a high level of precision in the data obtained and a second phase, in salmon colour, with degraded contrast, given the dark background of the landscape.

In the first phase it is possible to observe the helicopter in a left-hand descending turn with a reduced load factor as shown in the figures below.

This was followed by a phase of recovery of the descent attitude which started about 4 seconds prior to impact, where the load factor is observed to increase as the attitude (*pitch* and *roll*) of the helicopter tends towards zero. The respective parameters are represented in the x, y and z axis system as established.

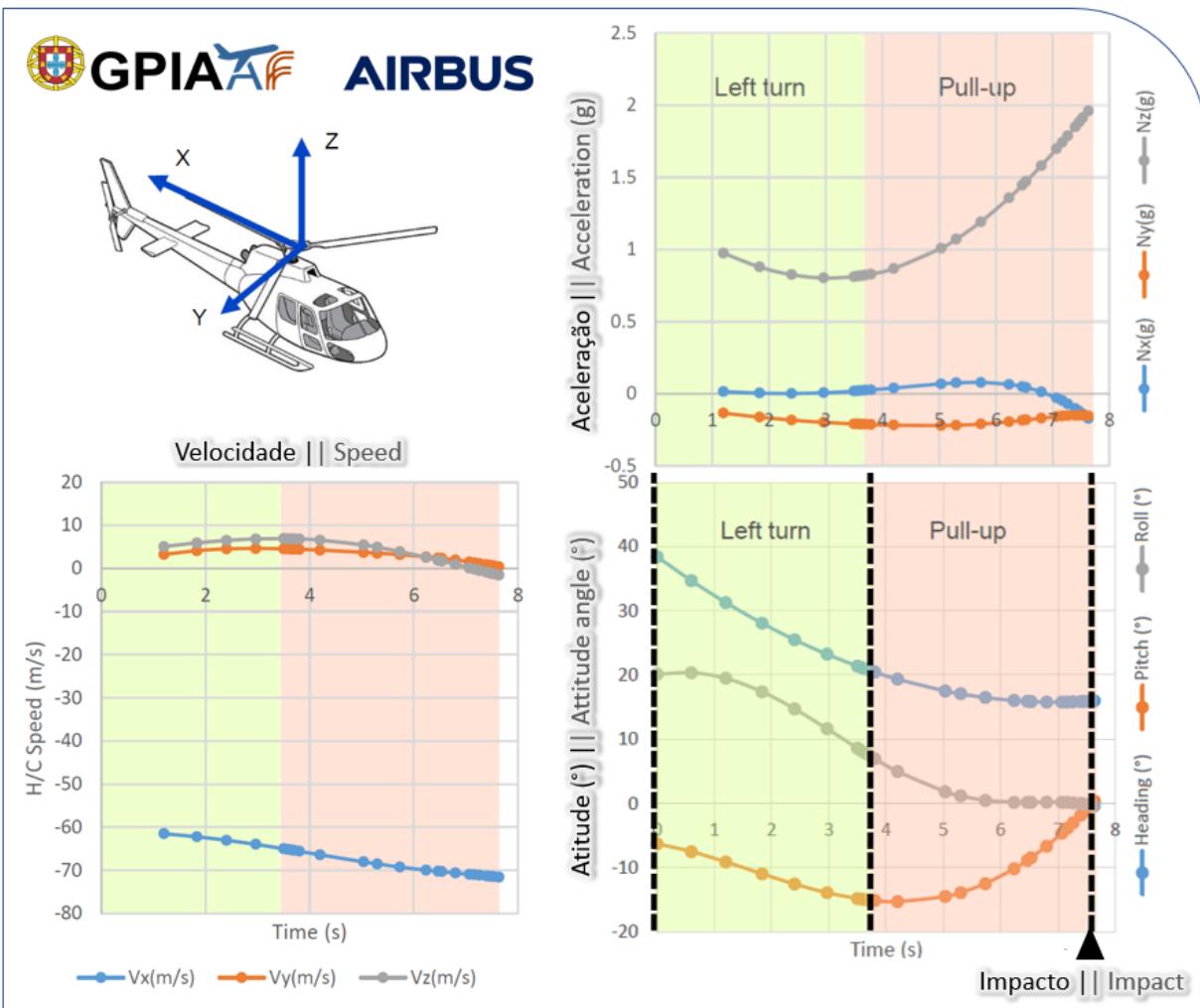


Figura 15 || Parâmetros com referência no helicóptero

Figure 15

|| Parameters in reference to the helicopter

É também possível observar a evolução dos principais parâmetros de voo com uma trajetória praticamente linear, a ocorrer uma clara inversão da tendência de descida em torno dos 120 pés, com uma descida a -2100 pés/min, detalhe A da Figura 16 abaixo, com início de recuperação para uma altitude de voo nivelado. A colisão com a água ocorreu com uma razão de descida de cerca de -200 pés por minuto.

O detalhe B da Figura 16 abaixo pretende demonstrar uma estimativa para uma banda de operação de velocidade de translação que, segundo a análise do vídeo pelo fabricante, colocaria o helicóptero a colidir com a água próximo dos 140 nós.

It is also possible to observe the evolution of the main flight parameters with a practically linear trajectory, with a clear reversal of the descending trend around 120 feet, with a rate of -2100 ft/min, detail A of the Figure 16 below, with the beginning of recovery to a level flight attitude. The impact with the water occurred at a rate of descent of about -200 feet per minute.

Detail B of the Figure 16 below is intended to give an estimate of an operating band of the helicopter's forward speed which, according to the manufacturer's video analysis, would have the helicopter impacting the water close to 140 knots.

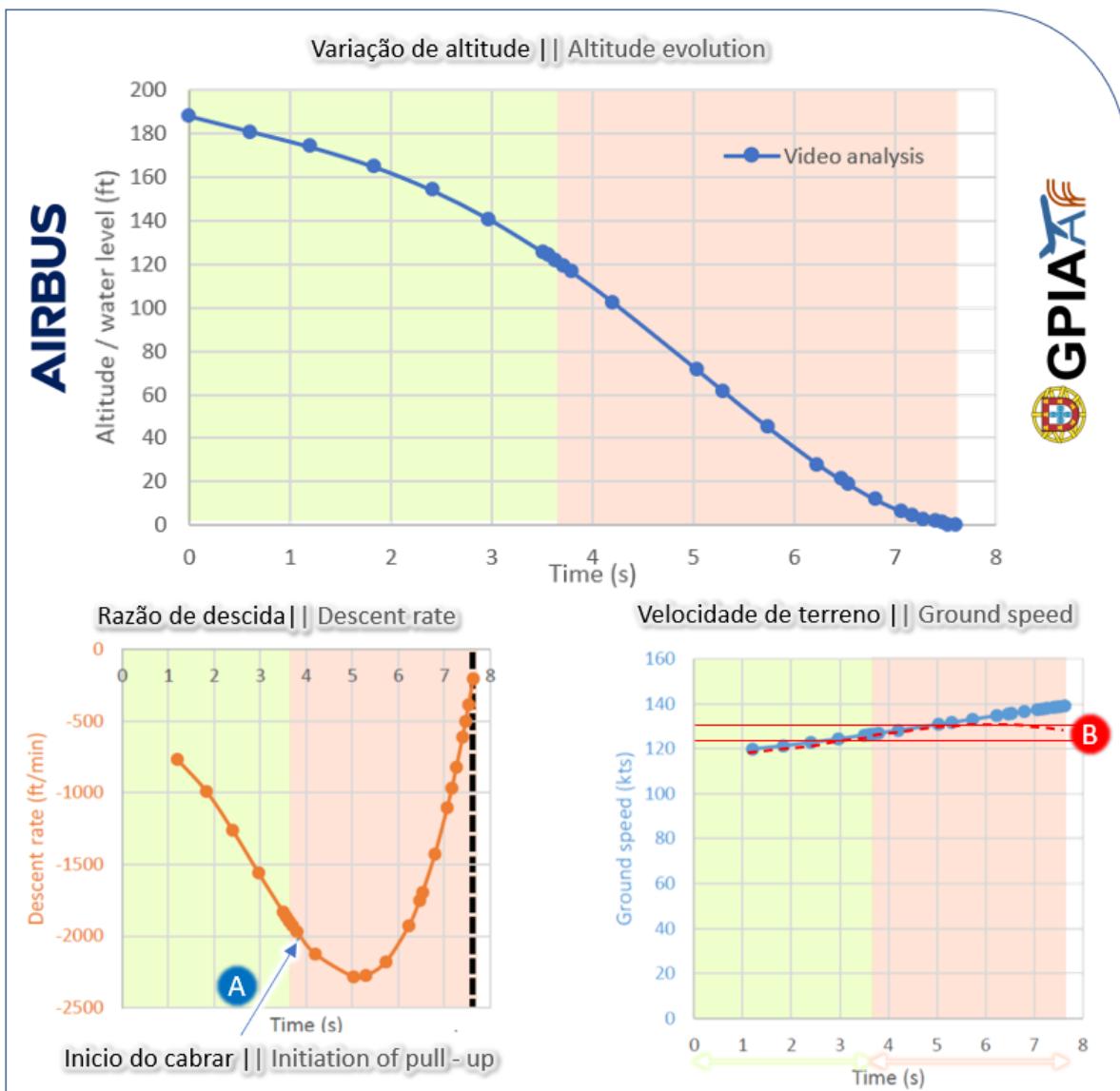


Figura 16

Parâmetros do vídeo com referência ao solo

Figure 16

Parameters of the video with reference to the ground

Os modelos aerodinâmicos do fabricante referem que, para a configuração específica da aeronave, em voo nivelado o helicóptero pode atingir entre 114-120 nós. Aumentando a razão de descida (RoD), o helicóptero poderia atingir entre os 126-131 nós com um RoD de -700ft/min ou 144-148 nós com um RoD de -2000ft/min. Todos estes valores são consistentes com a análise de velocidade/trajetória da aeronave realizada pela Airbus Helicopters com base no vídeo, considerando os 120 nós no início da sequência.

Desta forma será prudente referir que as bandas de velocidade de operação descritas no apêndice 5.1 são referentes a uma fase estabilizada do voo e não têm em consideração a dinâmica de voo. O

The manufacturer's aerodynamic models show that, for the specific configuration of the helicopter, in level flight, it can reach a speed of between 114-120 knots. Increasing the rate of descent (RoD), the helicopter could achieve between 126-131 knots with a RoD of -700ft/min or 144-148 knots with a RoD of -2000ft/min. All these values are consistent with Airbus Helicopters' airspeed analysis/trajectory based on the video, considering the 120 knots at the beginning of the sequence.

It should be noted that the operating speed bands as detailed in Appendix 5.1 are given in the stabilized phase and do not take into account the flight dynamics. The helicopter will have collided

helicóptero terá colidido com a superfície da água a uma velocidade entre 126 e 131 nós.

1.16.2. Ações sobre os comandos de voo || Actions over the flight controls

Por forma a estimar as ações e movimentos dos comandos de voo que levaram à trajetória observada, foram estabelecidas as condições do voo com o helicóptero carregado conforme estimado pelo piloto nos 2203 kg, consumo de combustível na missão e a aeronave configurada com:

- ✓ Sistema de filtro de poeiras inativo,
- ✓ Cesto Dart instalado no patim esquerdo com configuração longa,
- ✓ Sistema de aquecimento e desembaciamento desligado,
- ✓ Margem do motor com 9% (obtido dos dados descarregados da VEMD).

Tendo em consideração esta configuração inicial, a Airbus Helicopters realizou uma simulação correspondente aos últimos 7,6 segundos do voo com os parâmetros de altitude e velocidades recolhidos no estudo do vídeo com o objetivo de estimar a posição dos comandos de voo cíclico e coletivo.

O objetivo da simulação é fornecer ordens de grandeza e tendências globais e não valores absolutos. Os valores apresentados nesta secção em resultado de cálculos baseados em algumas incertezas devem, por conseguinte, ser interpretados em conformidade.

Observou-se que o comando do coletivo estaria numa posição elevada próximo ao batente superior, o comando do cíclico foi movido para trás durante a manobra de cabrar a aeronave dos 85% para os 76% (ver Figura 17). A análise feita indica que não terá sido atingido nenhum dos limites dos comandos de voo durante a sequência de voo observada nos últimos 7,6 segundos.

with the surface of the water at a speed between 126 and 131 knots.

1.16.2. Ações sobre os comandos de voo || Actions over the flight controls

In order to estimate the actions and movements of the flight controls that led to the observed trajectory, the flight conditions were established for the helicopter loaded, as estimated by the pilot, to 2203 kg and its mission fuel consumption in the following setup:

- ✓ Anti-sand filter air intake (not operating),
- ✓ LH Dart basket & High skid landing gear with long footsteps,
- ✓ Heating and demisting OFF,
- ✓ Last engine power check → 9% (obtained from VEMD read out).

Taking into account this initial configuration, Airbus Helicopters carried out a simulation corresponding to the last 7.6 seconds of the flight with the attitude and speed parameters collected from the video analysis with the aim of estimating the position of the cyclic and collective flight controls.

The purpose of the simulation is to provide orders of magnitude and overall trends, rather than precise values. The figures presented in this section – which are the results of calculations based on some uncertainties – should therefore be interpreted accordingly.

It was observed that the collective lever would have been in an elevated position near its upper mechanical stop, the cyclic command would have been moved backwards during the helicopter's manoeuvre in pitch from 85% to 76% (See Figure 17). The analysis carried out suggests that none of the limits of the flight controls were reached during the flight sequence observed in the final 7.6 seconds.

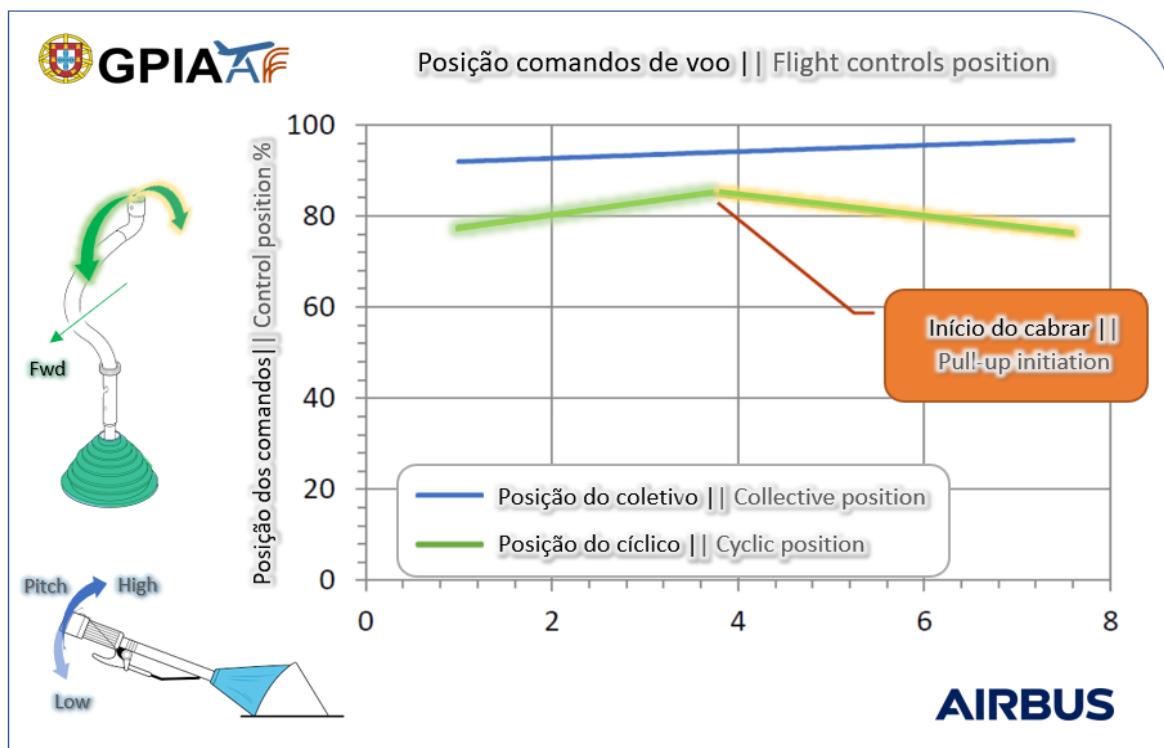


Figura 17 || Figure 17

Posição do cíclico e coletivo

A simulação e cálculo da posição dos comandos de voo foi repetida para a configuração de massa estimada atendendo ao carregamento para a missão detalhado em 1.6.5 com o voo (no momento da colisão) a ser realizado com 83 kg acima da massa máxima autorizada.

Os cálculos revelaram que também nesta configuração não terão sido atingidos os limites máximos para os comandos de voo do helicóptero. Nesta configuração, o comando do cíclico terá sido movido para trás durante a manobra de cabrar o helicóptero dos 83% para os 72%.

É importante referir que os dados foram obtidos por metodologia de engenharia reversa pelo OEM usando as imagens como base. Embora seja adequado para os fins da investigação, as ações reais do piloto podem ter sido ligeiramente diferentes.

Position of the cyclic and collective

The simulation and calculation of the position of the flight controls was repeated for the actual estimated mass configuration for the mission as detailed in 1.6.5 with the flight (at the time of the impact) having been performed with 83 kg above the maximum authorized mass.

The calculations revealed that also in this configuration the maximum limits for the helicopter's flight controls were not reached. In this configuration, the cyclic command would have been moved backwards during the helicopter's manoeuvre in pitch from 83% to 72%.

It is important to note that the data was obtained by the OEM using reverse engineering methodology based on the information obtained from the video images. While it is adequate for the purposes of the investigation, the pilot's actual actions may have been slightly different.

1.16.3. Limitações da aeronave (comandos de voo e potência) || Aircraft limitations (flight controls and power)

Como qualquer equipamento, o AS350 tem as suas limitações e estas estão estabelecidas nos respetivos envelopes de operação. Uma das limitações conhecida e amplamente estudada pelo fabricante e reguladores prende-se com a capacidade de carga do sistema de atuação dos comandos de voo suportado num sistema hidráulico único.

Esta limitação é conhecida como transparência dos servos cujo funcionamento se detalhou em 1.6.6. De forma simplista pode ser descrita como a incapacidade dos atuadores hidráulicos agirem sobre as pás do rotor principal em determinados regimes ou envelope de cargas.

Este fenómeno está detalhado no manual do helicóptero e em documentação suplementar, nomeadamente na SIB No.: 2022-05 da EASA onde é referido que, em determinadas condições, o sistema hidráulico não tem a capacidade de contrapor as forças aerodinâmicas e por esse motivo dá a sensação ao piloto de bloqueio temporário de comandos.

Os fatores que podem afetar a transparência dos servos são velocidades da aeronave excessivas, coletivo com cargas significativas, elevadas massa, cargas G's e altitude de densidade.

Com base no conhecimento dos dados de desempenho e do comportamento do helicóptero em relação às limitações do envelope de voo e às forças envolvidas em voo, o OEM determinou o envelope com os limites operacionais para a controlabilidade nos últimos 7,6 segundos do voo do evento.

Os fatores de carga verticais baseados no vídeo assim como a velocidade de ar verdadeira, assumida como semelhante à velocidade no terreno atendendo ao vento negligenciável, foram calculados nas condições teóricas.

O objetivo da simulação é fornecer ordens de grandeza e tendências globais e não valores absolutos. Os valores apresentados nesta secção em resultado de cálculos baseados em algumas incertezas e por conseguinte, devem ser interpretados em conformidade.

Like any equipment, the AS350 has its limitations, and these are set out in its operating envelopes. One of the known and widely studied limitations by the manufacturer and regulators is the load capacity of the flight control actuation system supported by a single hydraulic system.

This limitation is known as servo transparency, which operation is detailed in section 1.6.6. In a simplistic way, and it can be described as the inability of the hydraulic actuators to act on the main rotor blades at certain speeds or load envelopes.

This phenomenon is detailed in the helicopter manual and in supplementary documentation, namely in SIB No.: 2022-05 of EASA where it is mentioned that, under certain conditions, the hydraulic system does not have the ability to counteract the aerodynamic forces, giving the pilot the feeling of temporarily blocked controls.

Factors which can affect servo control transparency are high airspeed, high collective pitch, high gross weight, high G-loads, and high-density altitude.

Based on the knowledge of the helicopter data and behaviour regarding the flight envelop limitations and inflight forces involved, the OEM determined the event flight envelop and detailed the operating boundaries for controllability in the last 7.6 seconds of the event flight.

The vertical load factor estimated based on video processing as well as the true airspeed assumed as being similar to the ground speed, given negligible wind, were calculated under theoretical conditions.

The purpose of the simulation is to provide orders of magnitude and overall trends, rather than precise values. The figures presented in this section – which are the results of calculations based on some uncertainties – should therefore be interpreted accordingly.

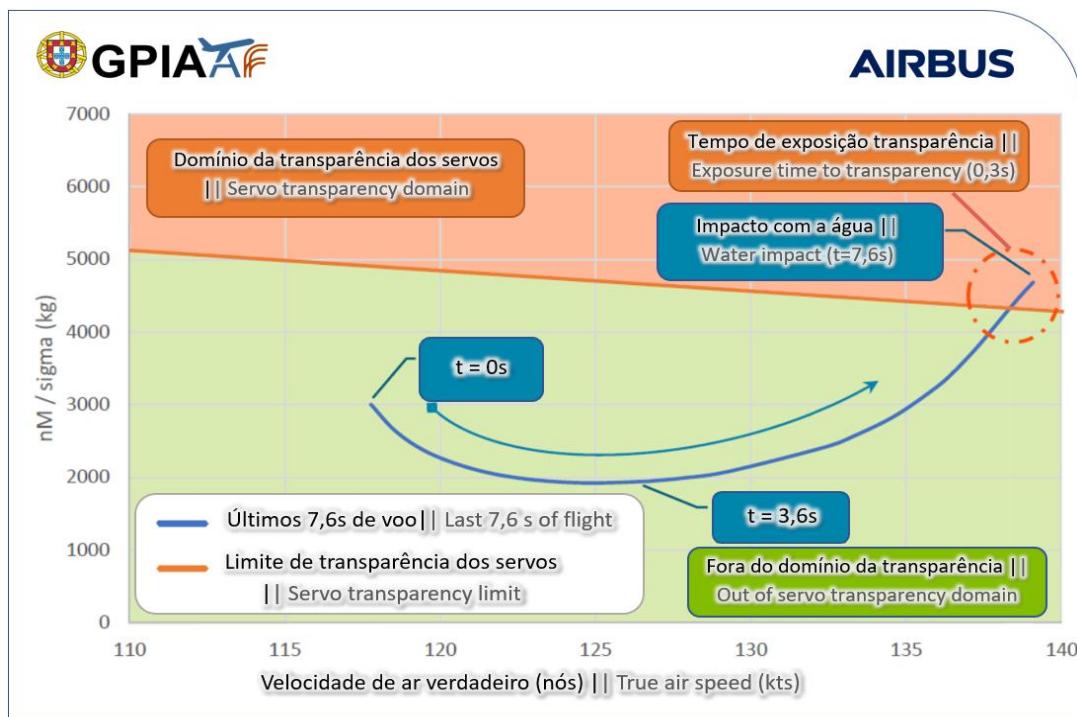


Figura 18 Exposição à transparência dos servos

Na Figura 18 acima, o eixo Y representa as cargas envolvidas considerando as condições atmosféricas (densidade relativa do ar - sigma) no dia do evento assim como a dinâmica de voo previamente obtida. O eixo X detalha a velocidade do ar nos 7,6 segundos finais onde pode ser observada a tendência de aumento durante a aproximação à superfície da água. Sublinha-se novamente o elevado grau de incerteza quanto aos 139 nós calculados nos últimos instantes do voo.

A fase de volta à esquerda não apresentou qualquer risco de ocorrência do fenómeno de transparência dos servos. A manobra de arfagem com o cabrar do helicóptero foi iniciada 4 segundos antes do impacto, o que resultou no achatamento da trajetória.

Aceitando o cálculo como válido por forma a explorar uma possibilidade remota de sobrecarga no intervalo superior de velocidades, demonstra-se que, nessa condição de elevada incerteza, o helicóptero esteve exposto à possibilidade de ocorrência do fenômeno de transparência dos servos entre os últimos 0,2 a 0,5 segundos (intervalo de 0,3 segundos considerando a incerteza de +/- 5 kts). Salienta-se também que a possibilidade de entrada em transparência nesse curto período (décimos de segundo), não teria

Figure 18

Exposure to servo transparency

In Figure 18 above, the Y axis represents the involved loads considering the atmospheric conditions (air density) on the day of the event and the previously determined flight dynamics. The X axis details airspeed during the final 7,6 seconds that may be observed increasing as the helicopter approached the surface of the water. The high degree of uncertainty regarding the 139 knots calculated in the last moments of the flight is again underlined.

The left turn phase did not present any risk of servo transparency from occurring. A pull-up manoeuvre was observed to have been initiated from the helicopter's nose-down pitch 4 seconds before the impact which resulted in a flattening of the trajectory.

Accepting the calculation as being valid in order to explore a remote possibility of overload in the upper range of speeds, it is demonstrated that, in this condition of high uncertainty, the helicopter was exposed to the possibility of servo transparency occurring in the last 0.2 to 0.5 seconds (interval of 0.3 seconds, taking into account an uncertainty of +/- 5 kts in airspeed). It is also noted that the possibility of entering into transparency within this short period (tenths of a second) would not affect the

qualquer impacto na trajetória do helicóptero. Este facto foi corroborado pela análise do vídeo.

Com o objetivo de explorar uma outra dimensão das limitações do helicóptero, seguindo um método semelhante, foi determinada a condição de potência requerida ao motor por forma a determinar o seu diferencial para a potência disponível.

helicopter's trajectory. This was also confirmed by video analysis.

In order to explore another dimension of the helicopter's limitations, following a similar method, the power condition required of the engine was determined in order to determine its differential for the available power.

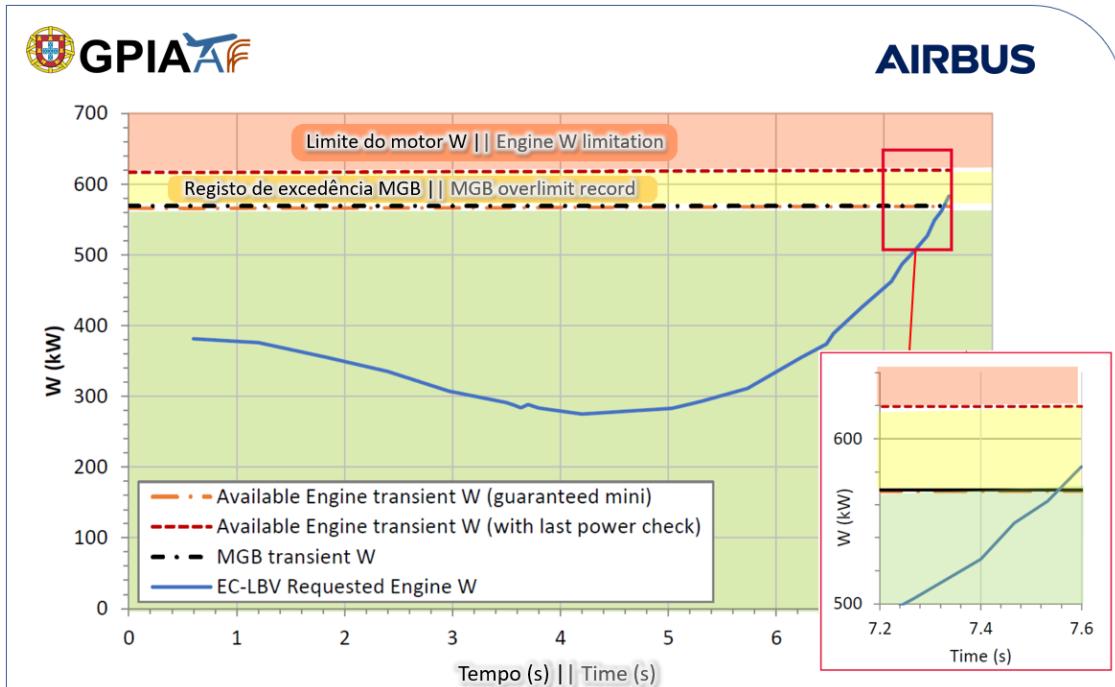


Figura 19 || Figure 19

Potência requerida vs. potência disponível

Os parâmetros foram determinados com as condições iniciais acima detalhadas e uma rotação do rotor principal (NR) de 394 rpm, usando o método de potência balanceada tendo ainda em consideração o efeito do pranchamento, a razão de descida observada na trajetória e a margem de 9% do motor registada na VEMD.

Constatou-se que a potência requerida ao motor esteve, em todos os momentos, abaixo da potência disponível (ver Figura 19 acima). É possível que a caixa de transmissão principal (MGB) tenha atingido o seu limite de torque nos últimos instantes antes da colisão com a água. Este patamar é apenas uma limitação que não se traduz em qualquer perda de potência.

Conforme anteriormente referido, após validação dos dados obtidos durante a fase de recolha de evidências, foi constatado que o carregamento do helicóptero estaria acima do

The parameters were determined with the initial conditions detailed above and a main rotor rotation (NR) of 394 rpm, using the balanced power method also taking into account the effect of the left-hand bank, the observed rate of descent in the trajectory and the 9% margin of the engine, recorded in the VEMD.

It was found that the power required from the engine was, at all times, below the available power (see Figure 19 above). It is possible that the main gearbox (MGB) reached its torque overlimit in the last few moments before the impact with the water. This threshold is only a limitation which does not lead to any power drop.

As previously mentioned, after validation of the data obtained during the evidence collection phase, it was found that the loading of the helicopter would have been above that declared

declarado na folha de massa e centragem fornecida à investigação. Por esse motivo foi solicitado ao fabricante uma nova análise de todos os parâmetros para a pior condição possível estimada com 129 kg adicionais distribuídos de forma equitativa pelos ocupantes à descolagem conforme referido em 1.6.5.

Após nova computação para um valor de massa estimado acima do permitido pelo fabricante, os dados mostram não haver um impacto significativo na dinâmica do voo do helicóptero, incrementando de 0,3 para 0,5 segundos o tempo de exposição a uma possível transparência dos servos. Tal valor não tem qualquer significado na controlabilidade do helicóptero durante a descida em volta e aproximação final à superfície da água.

De igual forma, o novo cálculo de potência requerida ao motor com a massa adicional não tem expressão significativa, sendo que a potência requerida manteve-se sempre abaixo dos limites do motor. A duração de uma potencial exposição de sobrecarga da MGB nos momentos finais aumentou ligeiramente de 0,04 s para 0,14 s.

in the mass and balance sheet provided to the investigation. For this reason, the manufacturer was asked to re-analyse all parameters for the estimated worst possible condition with an additional 129 kg distributed equally among the occupants at take-off as referred to in 1.6.5.

After recomputing for a mass value estimated above that which is allowed by the manufacturer, the data show that there is no significant impact on the flight dynamics of the helicopter, increasing from 0.3 to 0.5 seconds the exposure period to possible servo transparency. Such a value has no bearing on the controllability of the helicopter during the left turn descent and final approach to the surface of the water.

Similarly, recalculating the engine power demand with the added mass shows no significant impact: the required power remained below the engine limit at all times. The duration of potential exposure to an MGB overlimit in the final moments increased slightly, from 0.04 s to 0.14 s.

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

1.17.1. Operador || Operator

Sediado no heliporto Miguel Barros em Loulé, o operador dispõe de uma frota de dez helicópteros Écureuil da Airbus Helicopters, está autorizado a realizar missões de trabalho aéreo de recolha de imagens, transporte de cargas externas, inspeção de linhas elétricas de alta tensão e, naturalmente, missões ao serviço da proteção civil com o combate aéreo aos incêndios florestais. Dependendo das necessidades operacionais, são realizados contratos de aluguer sazonal de aeronaves no estrangeiro para a referida missão de combate aos incêndios como era o caso do helicóptero accidentado.

Um dos helicópteros da frota do modelo Cabri G2, é utilizado para instrução de voo e um AS355F1 bi-motor, usado em missões de trabalho aéreo e no treino de pilotos para obtenção da

Based at the Miguel Barros heliport in Loulé, the operator has a fleet of ten Airbus Helicopters Écureuil helicopters, is authorized to carry out aerial imagery work, external cargo transport, inspection work on high voltage powerlines and, of course, civil protection missions with aerial firefighting of forest fires.

Depending on operational needs, seasonal helicopter rental contracts are made abroad for the aforementioned firefighting mission, as was the case with the accident helicopter.

One of the helicopters in the fleet, the Cabri G2 model, is used for training flights and a twin-engine AS355F1 is used in aerial work missions

respetiva qualificação de tipo e qualificação de voo por instrumentos.

Como suporte de aprovação da atividade de trabalho aéreo pelo regulador, o operador elaborou os seus manuais de operação onde se destaca o manual de operações de combate aos incêndios com helicóptero, Ed.2 Rev.2 de 5 de maio de 2024.

A secção **8.1.2. Altitudes mínimas de voo** do manual detalha: “Uma aeronave em operação de combate aos incêndios, HFFO, a altitude de voo mínima permitida ou o nível acima do qual a aeronave deve voar são definidos por regulamentos nacionais/europeus, requisitos de segurança de voo ou a necessidade de manter uma distância vertical segura ao terreno ou obstáculos em rota.”

O procedimento do operador estabelece os níveis mínimos de altitude/voo para uma operação VFR, referindo que o piloto (...), não deve voar a altitudes inferior às altitudes mínimas especificadas, exceto quando:

- efetua descolagem ou aterragem, ou
- de acordo com procedimentos aprovados pela autoridade competente (ANAC).

A regulamentação de suporte ao referido procedimento é baseado e está em linha com o SERA.5005(f), do Regulamento de Execução (UE) n.º 923/2012 da Comissão, de 26 de setembro de 2012, a qual define as regras de voo visual, prevendo o seguinte:

“(f) Excepto quando necessário para descolagem ou aterragem, ou exceto mediante permissão da autoridade competente, um voo VFR não poderá ser realizado:

(1) sobre áreas congestionadas de cidades, vilas ou assentamentos ou sobre uma concentração de pessoas ao ar livre a uma altura inferior a 300 m (1000 pés) acima do obstáculo mais alto dentro de um raio de 600 m da aeronave;

(2) em qualquer outro lugar que não o especificado em (1), a uma altura inferior a 150 m (500 pés) acima do solo ou da água, ou 150 m (500 pés) acima do obstáculo mais alto dentro de um raio de 150 m (500 pés) da aeronave”.

O operador cumpria com os requisitos de gestão de segurança previstos na regulamentação em

and in pilot training to obtain the respective type rating and instrument flight rating.

In support of the approval of its aerial work activity by the regulator, the operator prepared its operating manuals, which highlight the helicopter firefighting operations manual, Ed.2 Rev.2 of 5th of May, 2024.

Section **8.1.2. Minimum flight altitudes** of the manual details the following: “Where an aircraft is deployed for the purpose of an HFFO operation, the permitted minimum flight altitude or level over which the aircraft must be flown are defined by National/ European regulations, flight safety requirements or the necessity for maintaining a safe vertical clearance over significant terrain or obstacles on the flight route.”

The operator's procedure establishes the minimum altitude/flight levels for VFR operation, stating that the pilot (...), must not be below specified minimum altitudes except when:

- necessary for take-off or landing; or
- descending in accordance with procedures approved by the competent authority (ANAC).

The regulations supporting this procedure are based on and in line with SERA.5005(f) of Commission Implementing Regulation (EU) No. 923/2012 of 26 September 2012, which defines visual flight rules and establishes the following:

“(f) Except when necessary for take-off or landing, or except by permission from the competent authority, a VFR flight shall not be flown:

(1) over the congested areas of cities, towns or settlements or over an open-air assembly of persons at a height less than 300 m (1 000 ft) above the highest obstacle within a radius of 600m from the aircraft;

(2) elsewhere than as specified in (1), at a height less than 150 m (500 ft) above the ground or water, or 150 m (500 ft) above the highest obstacle within a radius of 150 m (500 ft) from the aircraft”.

The operator complied with the safety management requirements foreseen in the

vigor, evidenciando um estágio incipiente relativamente ao uso de ferramentas de gestão de risco e de monitorização de dados da operação e de voo. Embora os helicópteros da sua frota estejam equipados com sistema básico de recolha de dados de voo semelhante ao *tracker* disponibilizado pela FAP para as missões de combate aos incêndios, estes não eram usados em pleno e na vertente de segurança operacional (safety). As aeronaves alugadas não dispunham de um dispositivo próprio de recolha de dados (para além do dispositivo da FAP) para eventual execução de um programa de monitorização de dados de voo (FDM).

Relativamente aos requisitos de formação dos pilotos, o operador no seu manual de treino inclui o módulo *HFFO Ground Training* que refere a necessidade de formação com uma carga horária de 21 horas aos pilotos inexperientes em combate a incêndios, e de 8 horas para pilotos experientes com o sílabos a incluir: Manuais de operação, manuais de voo, sistemas do helicóptero, princípios de fatores humanos e identificação de perigos e gestão do risco. Não estão definidas, nem tal é exigido pela regulamentação nacional, ações de formação específicas em comportamento humano tendo em consideração tarefas complexas em ambiente de elevada carga de trabalho conforme especificado no ICAO Human Factors Training Manual (Doc 9683) ou de CRM conforme, por exemplo, requerido na Parte SPO da EASA onde os pilotos envolvidos em operações especiais com uma exposição ao risco inferior às missões de combate aéreo aos incêndios, são requeridas formações específicas aos pilotos (ref. AMC2 ORO.FC.115 Crew resource management (CRM) training). Não tem também prevista a figura de especialista de missão (*task specialist*) detalhada na regulamentação europeia, ex. AMC1 SPO.SPEC.HEC.100.

1.17.2. DECIR 2024

O [Decreto-Lei n.º 82/2021](#), de 13 de outubro estabelece as regras de funcionamento do sistema de gestão integrada de fogos rurais no território continental português.

Os detalhes da operação são revistos anualmente e publicados na respetiva diretiva operacional

regulations in force, exhibiting an incipient stage regarding the use of risk management tools and monitoring of operation and flight data. Although the helicopters in its fleet are equipped with a basic flight data collection system similar to the tracker provided by the FAP for firefighting missions, these were not fully used and in the domain of flight safety.

The leased helicopters did not have its own data collection device (not considering the FAP equipment) for the possible implementation of a flight data monitoring (FDM) programme.

Regarding the pilot training requirements, the operator in its training manual includes the HFFO Ground Training module which refers to the need for training with a duration of 21 hours for pilots inexperienced in firefighting, and 8 hours for experienced pilots including the following syllabus:

Operating manuals, flight manuals, helicopter systems, principles of human factors and hazard identification and risk management. No specific training actions are defined, nor is this required by national legislation, in regard to human behaviour, taking into account the complexity of tasks in a high workload environment, as specified in the ICAO Human Factors Training Manual (Doc 9683) or CRM as required, for example, by EASA's Part-SPO where pilots involved in special operations, with a lower exposure to risk than aerial firefighting missions, are required to receive specific training (ref. AMC2 ORO. FC.115 Crew resource management (CRM) training). The figure of a *task specialist* is also not foreseen as detailed in other European regulations, e.g. AMC1 SPO. SPEC. HEC.100.

[Decree-Law No. 82/2021](#), of 13th October, establishes the rules for the operation of the integrated management system for rural fires in mainland Portugal.

The details of the operation are reviewed annually and published in the respective national

nacional (DON) n.º 2 do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (DECIR). A edição da DON 2 de 2024⁴ estabeleceu as necessidades de meios aéreos, tendo em conta a perigosidade conjuntural de incêndio rural onde a ANEPC definiu a alocação de meios e sua distribuição territorial.

Na data do acidente (fase Delta do dispositivo) estavam alocados 72 meios aéreos, incluindo o heli-bombardeiro ligeiro (HEBL) da base de Armamar (ver Figura 20). Nesta mesma fase D estavam alocadas 190 equipas num total de 1007 elementos da unidade de emergência de proteção e socorro (UEPS), onde se incluem 16 elementos ao serviço na base de Armamar.

O artigo 9.º do referido DL 82/2021 detalha o âmbito de intervenção da Guarda Nacional Republicana, nomeadamente no item e): *Apoia o ataque inicial terrestre ou aéreo, com equipas ou brigadas helitransportadas, e apoia o ataque ampliado, a pedido da ANEPC.*

A Unidade de Emergência de Proteção e Socorro (UEPS), com vários grupos e companhias de intervenção de proteção e socorro e de ataque estendido, está presente nos 18 distritos de Portugal continental.

operational directive (DON) No. 2 of the Special Mechanism for Fighting Rural Fires (DECIR). The 2024⁴ edition of DON 2 established the needs for aerial assets, taking into account the conjunctural danger of rural fire, where ANEPC defined the allocation of assets and their territorial distribution.

On the date of the accident (Delta phase of the mechanism) 72 air assets were allocated, including the light heli-waterbomber (HEBL) at the Armamar base (See Figure 20). In this same phase D, 190 teams were allocated consisting of a total of 1007 members of the Emergency Protection and Rescue Unit (UEPS), of which 16 members were serving at the Armamar base.

Article 9 of the aforementioned DL 82/2021 details the scope of intervention of the *Guarda Nacional Republicana*, namely under item e): Supports the initial ground or air attack, with heliborne teams or brigades, and supports the expanded attack, at the request of the ANEPC.

The Emergency Protection and Rescue Unit (UEPS), with several protection and rescue intervention groups and companies as well as expanded attack, is present in all 18 districts of mainland Portugal.

⁴ https://prociv.gov.pt/media/wreawife/don02_decir_2024.pdf

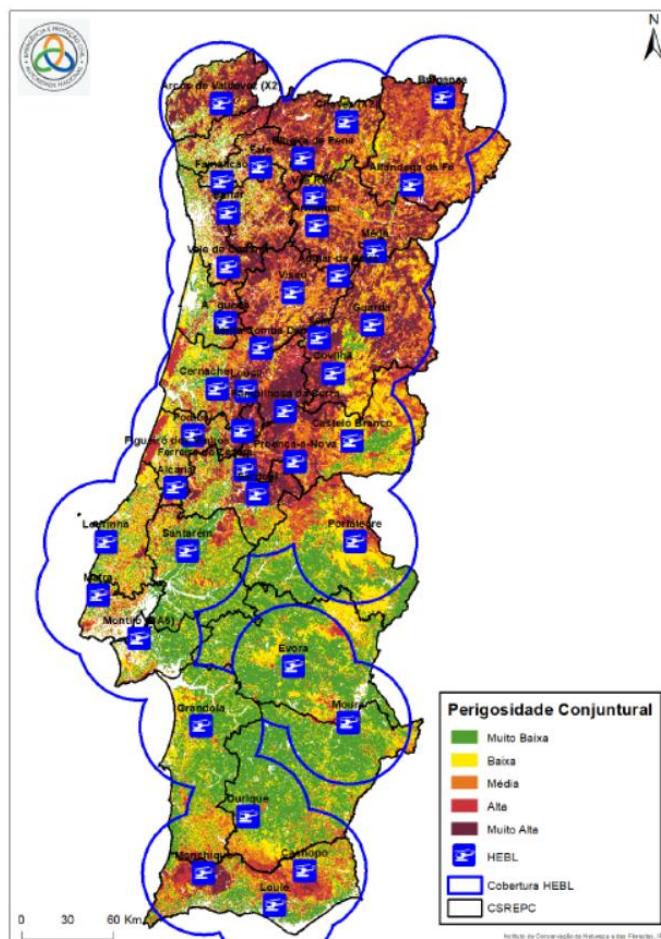


Figura 20

Mapa de perigosidade de incêndio e localização de meios HEBL

A equipa helitransportada de ataque inicial (EHATI) atua em incêndios nascentes, fazendo-se deslocar rapidamente de helicóptero (ligeiro ou médio) para o teatro de operações, após o despacho do Comando Distrital de Operações e Socorro (CDOS). Estas equipas helitransportadas são constituídas por cinco elementos a bordo de um helicóptero ligeiro, no caso o modelo AS350, oito ou doze quando empregues helicópteros médios, e está equipada com material sapador para efetuar combate direto. É através destas equipas que é estabelecida a ligação terra-ar, ou seja, entre o Comandante das Operações de Socorro (COS) do incêndio e o piloto comandante do meio aéreo.

Para esta coordenação, a UEPS dispõe de meios de comunicação, georreferenciação e registos próprios integrados no dispositivo nacional, assim como unidades de coordenação, formação e apoio das suas equipas. Os registos históricos das missões realizadas por estas equipas

Figure 20

Fire hazard map and location of HEBL assets

The heliborne intervention team for fighting forest fires (EHATI) operates in emerging fires, moving quickly by helicopter (light or medium) to the theatre of operations, upon being dispatched by the District Command for Rescue Operations (*Comandos Distritais de Operações de Socorro - CDOS*). These heliborne teams consist of five members on board of a light helicopter, the AS350 model, eight or twelve when medium helicopters are used, and are equipped with sapper equipment to carry out direct combat. It is through these teams that the ground-to-air connection is established, that is, between the Commander of Rescue Operations (COS) of the fire and the Captain of the air asset.

For this coordination, UEPS has its own means of communication, georeferencing and record-keeping integrated into the national mechanism, as well as coordination, training and support units for its teams. The historical records of the missions kept by these teams are relevant

constituem-se como elementos relevantes para o processo de gestão e tomada de decisão do DECIR.

Ainda no âmbito do apoio, preparação e coordenação das várias entidades e respetivas equipas, a ANEPC (à data ANPC) produziu e publicou um manual operacional de emprego dos meios aéreos em operações de proteção civil, 1.^a Edição de Abril de 2009. Com relevância para o evento, o manual refere no seu ponto 7.1, Trânsito das aeronaves, alínea a): *Nos trânsitos de e para os incêndios, sempre que não haja conflito com os Serviços de Tráfego Aéreo, com os quais as aeronaves devem procurar estabelecer contacto, estas devem voar às seguintes altitudes: (...) HEB - entre 500' e 700' acima do solo; (...)*

elements for DECIR's management and decision-making process.

Also within the scope of the support, preparation and coordination of the various entities and their teams, ANEPC (at the time ANPC) produced and published an operational manual on the use of aerial assets in civil protection operations, 1st edition of April 2009. Relevant to this particular event, the manual states in its point 7.1, Transit of aircraft, paragraph a): *In transits to and from fires, whenever there is no conflict with Air Traffic Services, with which aircraft must seek to establish contact, they must fly at the following altitudes: (...) HEB - between 500' and 700' above ground; (...)*

1.18. Informação adicional | Additional information

1.18.1. Caracterização das missões e desvios registados | Mission characteristics and recorded deviations

A atividade operacional de brigadas helitransportadas é realizada em Portugal desde 2006, à data com o Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro (GIPS), com a responsabilidade, entre outras, de executar o ataque inicial.

As brigadas foram ao longo dos anos aumentando em número e áreas de operação pelo continente, tendo em 2015, chegado à região autónoma da Madeira o mesmo conceito com designação diferente.

As missões típicas destas equipas caracterizam-se por uma intervenção rápida em incêndios em fase inicial, podendo o seu âmbito ser alargado consoante as necessidades operacionais ditadas pelos centros de coordenação distritais (CDOS).

A Figura 21 seguinte mostra cumulativamente as trajetórias dos voos realizados nos anos 2021, 2022 e 2024 e respetiva área de atuação do meio aéreo alocado à base de Armamar.

Dos dados fornecidos pela FAP e GNR, foi possível constatar um número significativo de saídas que tiveram o regresso à base sem intervenção na

The operational activity of heliborne brigades has been carried out in Portugal since 2006, at the time with the Protection and Rescue Intervention Group (*Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro - GIPS*), with the responsibility, among others, of executing the initial attack. The brigades have increased over the years in number and areas of operation across continental Portugal, having the concept arrived in 2015 to the autonomous region of Madeira, under a different name.

The typical missions of these teams are characterized by rapid intervention of fires in the initial phase, and their scope can be extended according to the operational needs dictated by the District Command for Rescue Operations (CDOS).

The following Figure 21 cumulatively shows the trajectories of the flights carried out in the years 2021, 2022 and 2024 and the respective area of operation of the air asset allocated to the Armamar base.

From the data provided by the FAP and GNR, it was possible to observe a significant number of departures that returned to base without

ocorrência, seja por falso alarme, por cancelamento do meio aéreo ou por não se justificar a intervenção após avaliação pelo chefe de equipa a bordo do helicóptero.

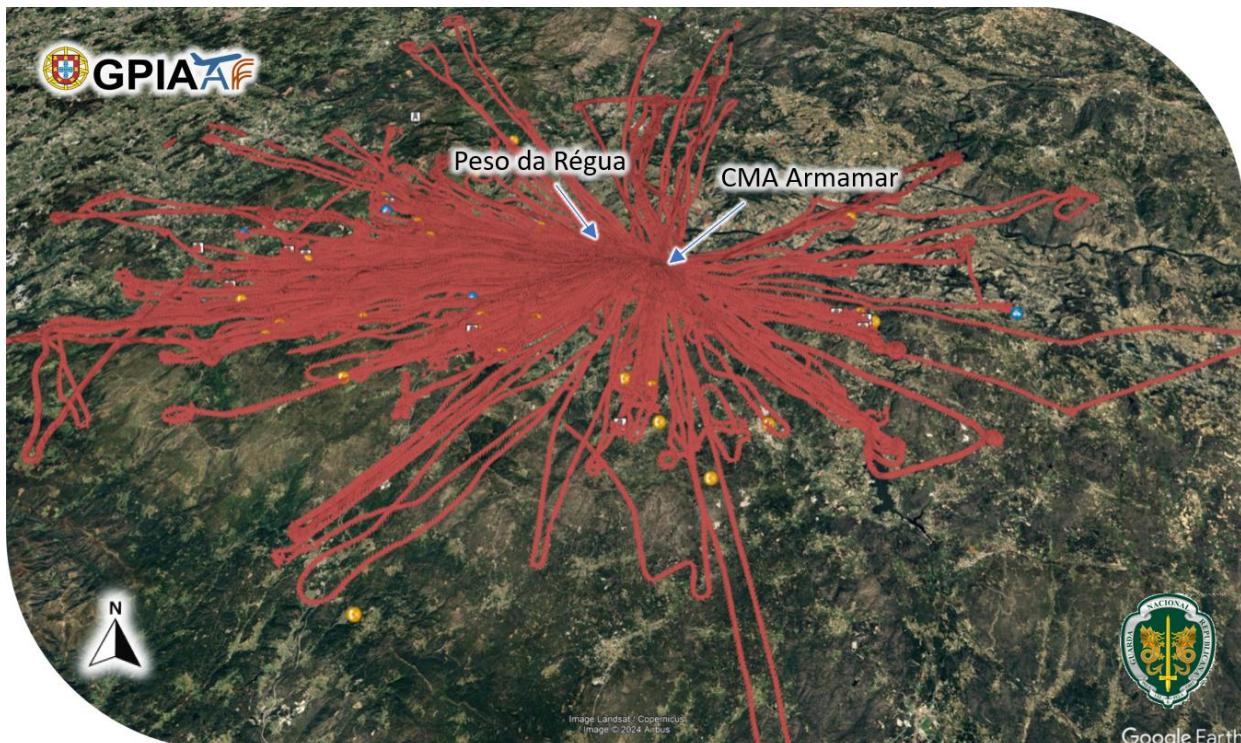


Figura 21 || Figure 21

Registo de missões 2021, 2022 e 2024

É também constatado um número apreciável de desvios nas trajetórias de regresso à base, sem aparente justificação operacional. Estes desvios têm especial incidência nas missões realizadas para Oeste, zona com maior densidade de atuação da base, cujas missões canceladas ou abortadas seguem um trajeto de regresso com preponderância especial sobre a zona do rio Douro, junto à cidade de Peso da Régua. Estes desvios ocorrem ao longo dos anos com equipas e equipamentos distintos.

Foram ainda recolhidas informações de outras bases operacionais onde são constatados também cancelamentos de missões com desvios às trajetórias no regresso às respectivas bases sem aparente justificação.

O depoimento do piloto bem como informações recolhidas de outros pilotos alocados a outras bases em anos distintos, confirmam os desvios com a anuência destes para sobrevoo de locais específicos, incluindo os realizados a pedido dos militares das equipas helitransportadas (UEPS).

intervention in the occurrence, either due to false alarm, cancellations or because the intervention was not justified upon evaluation by the UEPS team leader on board the helicopter.

There is also a substantial number of deviations during the back to base trajectories, with no apparent operational justification. These deviations tend to occur most frequently on missions carried out to the West, the area with the highest density of operation of the base, where cancelled or aborted missions follow a return route most frequently over the Douro River area, near the city of Peso da Régua. These deviations have occurred over the years with different teams and equipment.

Information was also gathered from other operational bases which have also seen deviations from trajectories when returning to their respective bases following mission cancellations, without any apparent justification.

The pilot's testimony as well as information collected from other pilots assigned to other bases in different years, confirm the deviations with their consent to overfly specific locations, including those performed on request of the UEPS helitransported military firefighters.

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

Atendendo à total ausência de dispositivos de registo dos dados de voo a bordo do helicóptero, foi essencial o recurso a informações externas, nomeadamente das fontes disponíveis de georreferenciação da FAP e UEPS e, não menos importante, a recolha e análise simples fotogramétrica de imagens disponíveis na área do acidente. Os vídeos recolhidos da trajetória do helicóptero realizada ao longo da descida, volta à esquerda e colisão com a água foram posteriormente processados por forma a obter pontos da trajetória com o máximo grau de precisão para posterior derivação de velocidades e acelerações.

Os equipamentos removidos do helicóptero para estudo aprofundado da sua condição foram enviados ou acompanhados até aos respetivos fabricantes seguindo os protocolos internacionais previstos, envolvendo as autoridades de investigação do Estado de fabrico.

Não foram utilizadas quaisquer técnicas especiais de investigação além das descritas em 1.16. Todos os estudos foram baseados na documentação e aspetos técnicos do helicóptero e seus componentes fornecidos pelos respetivos fabricantes. Foram ainda relevantes outros documentos operacionais fornecidos pelo operador, GNR, Polícia Marítima e FAP e numerosas pessoas envolvidas com informações relevantes.

Given the total absence of flight data recording devices on board the helicopter, it was essential to use external information, namely from the available georeferencing sources of the FAP and UEPS and, not least, the collection and simple photogrammetric analysis of images available in the area of the accident. The videos collected of the helicopter's trajectory during the descent, left turn and impact with water were later processed in order to obtain trajectory points with the highest degree of precision for subsequent derivation of speeds and accelerations.

The equipment removed from the helicopter for in-depth study of its condition were sent or accompanied to the respective manufacturers as foreseen in international protocols, involving the investigation authorities of the State of manufacture.

No special investigation techniques were used other than those described in 1.16. All studies were based on the documentation and technical aspects of the helicopter and its components provided by the respective manufacturers. Other operational documents provided by the operator, GNR, Maritime Police and FAP and numerous people involved with pertinent information were also relevant.

Página intencionalmente em branco || Page intentionally blank

2. ANÁLISE || ANALYSIS

Nas próximas secções são detalhados e analisados os diferentes aspetos envolvidos na operação de combate aéreo aos incêndios rurais em Portugal e em específico as circunstâncias do evento. É também feita referência e são enfatizadas as lições retiradas dos processos de investigação a ocorrências passadas, dando nota do estado de implementação das respetivas recomendações de segurança emitidas pelo GPIAA e GPIAAF no decurso das investigações.

Embora seja uma atividade regulada ao nível do Estado Português, o atual enquadramento regulamentar de combate aos incêndios, conforme se vem demonstrando ao longo dos anos com acidentes fatais regulares, é extremamente limitado e não procura as boas práticas e inspiração nos regulamentos europeus com missões operacionais semelhantes, embora com menor exposição ao risco, como por exemplo a Parte SPO.SPEC.HEC relativo às atividade de salvamento (*human external cargo operations HEC*) ou serviço de emergência médica helitransportada HEMS.

A ANEPC, declarou em fase de consulta do projeto de relatório, que não se querendo substituir à ANAC na definição de regulamentação da atividade, tem vindo a introduzir boas-práticas e procedimentos nas suas normas e instruções operacionais.

2.1. A contratação e execução da missão || Mission contracting and execution

Por redefinição estratégica, a contratação e gestão dos meios aéreos de combate aos incêndios florestais em Portugal passou, a partir de 2019, a ser realizada pela Força Aérea Portuguesa - FAP.

Após contratação e receção física e documental dos meios aéreos, estes são colocados ao dispor do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (DECIR). Cabe à ANEPC o despacho dos meios aéreos e o subsequente emprego dos mesmos em resposta aos incêndios rurais, bem como o acionamento e emprego de meios aéreos no âmbito das demais missões de Proteção e Socorro. Em sequência, os operadores seguem os

In the following sections, the different aspects involved in the aerial operation for firefighting rural fires in Portugal are detailed and analysed, and specifically the circumstances of the event. Reference is also made to and emphasis is placed on lessons learned from the past investigation processes, highlighting the state of implementation of the respective safety recommendations issued by GPIAA and GPIAAF in the course of the investigations.

Although it is an activity regulated at the level of the Portuguese State, the current regulatory framework for firefighting, as has been demonstrated over the years with regular fatal accidents, is extremely limited and does not seek best practices and inspiration from European regulations with similar operational missions, although with lower risk exposure, such as Part SPO.SPEC.HEC related to rescue activities (human external cargo operations HEC) or Helicopter Emergency Medical Services - HEMS.

During the consultation phase of the draft report, ANEPC declared that, while it does not seek to replace ANAC in defining activity regulations, it has been incorporating best practices and procedures into its rules and operational instructions.

By strategic redefinition, the contracting and management of aerial assets for rural firefighting in Portugal started, from 2019, to be carried out by the Portuguese Air Force - FAP.

After contracting and upon physical and documental reception of the aerial assets, these are made available to the Special Mechanism for Fighting Rural Fires (DECIR). ANEPC is responsible for dispatching aerial assets and their subsequent use in response to rural fires, as well as the activation and use of those assets within the scope of other Protection and Rescue missions. In sequence, the operators follow the operational

requisitos operacionais previstos no Regulamento ANAC n.º 641/2022 e subsequente revisão.

Os heli-bombardeiros ligeiros ao serviço do dispositivo, são compostos por aeronaves dos modelos AS350 da Airbus Helicopters na configuração já anteriormente descrita, com um dispositivo embarcado compreendendo cinco operacionais para intervenção no terreno que, com o respetivo equipamento de missão, colocam a operação das aeronaves próxima ou excedendo os limites de carregamento definidos pelo fabricante para o modelo.

Em específico, a missão do voo do acidente compreendia uma intervenção numa área conhecida, onde os mesmos meios tinham sido empregues nos dias anteriores. O despacho para o voo, segundo os testemunhos recolhidos, foi realizado com tranquilidade num ambiente de rotina.

requirements foreseen in ANAC Regulation No. 641/2022 and subsequent revision.

The light heli-waterbombers at the service of the mechanism are composed of Airbus Helicopters AS350 helicopter in the configuration already described above, with a team comprising of five responders on-board for field intervention that, with the respective mission equipment, place the operation of the helicopter close to or exceeding the loading limits defined by the manufacturer for the helicopter model.

Specifically, the mission of the accident flight included an intervention in a known area where the same means had been employed in the days prior. The dispatch for the flight, according to the statements collected, was carried out smoothly in a routine environment.



Figura 22 || Figure 22

Foto UEPS recolhida no voo do evento e enviada ao centro de coordenação || UEPS photo from the fire sent to the coordination centre

Constatou-se que o carregamento do helicóptero estaria ligeiramente acima do envelope permitido para a configuração, situação determinada como recorrente não só na base de Armamar como nas restantes 47 bases (CMAs).

O carregamento do helicóptero fora dos seus limites operacionais definidos pelo fabricante tornam imprevisível o seu comportamento dinâmico em voo e com possíveis implicações no seu manuseamento e controlabilidade, podendo inclusivamente levar a uma perda de controlo em fases críticas do voo.

Ao chegarem ao local (ver Figura 22) foi confirmado um pequeno foco de incêndio dentro do perímetro ardido a ser resolvido pelas equipas de bombeiros em terra. Este cenário levou a uma decisão imediata do chefe de equipa de cancelamento da missão por não se justificar o emprego do meio aéreo.

Neste evento, como num número significativo de outras ocasiões analisadas nos anos de 2021 a 2024, o cancelamento de missões durante o posicionamento e/ou após chegada ao local é recorrente levando a ineficiências do sistema e, não menos relevante, a exposição das aeronaves e equipas a riscos desnecessários.

Quando analisadas as missões realizadas nas duas semanas precedentes ao evento, é possível observar missões de âmbito de atuação limitado com cancelamentos e regresso à base sem intervenção ou com um número de descargas reduzido (ver Figura 23).

Este padrão repete-se ao longo dos anos na operação a partir do CMA de Armamar.

It was found that the loading of the helicopter would have been slightly above the envelope allowed for the configuration, a situation determined as being recurrent not only at the Armamar base but also at the other 47 bases (CMAs).

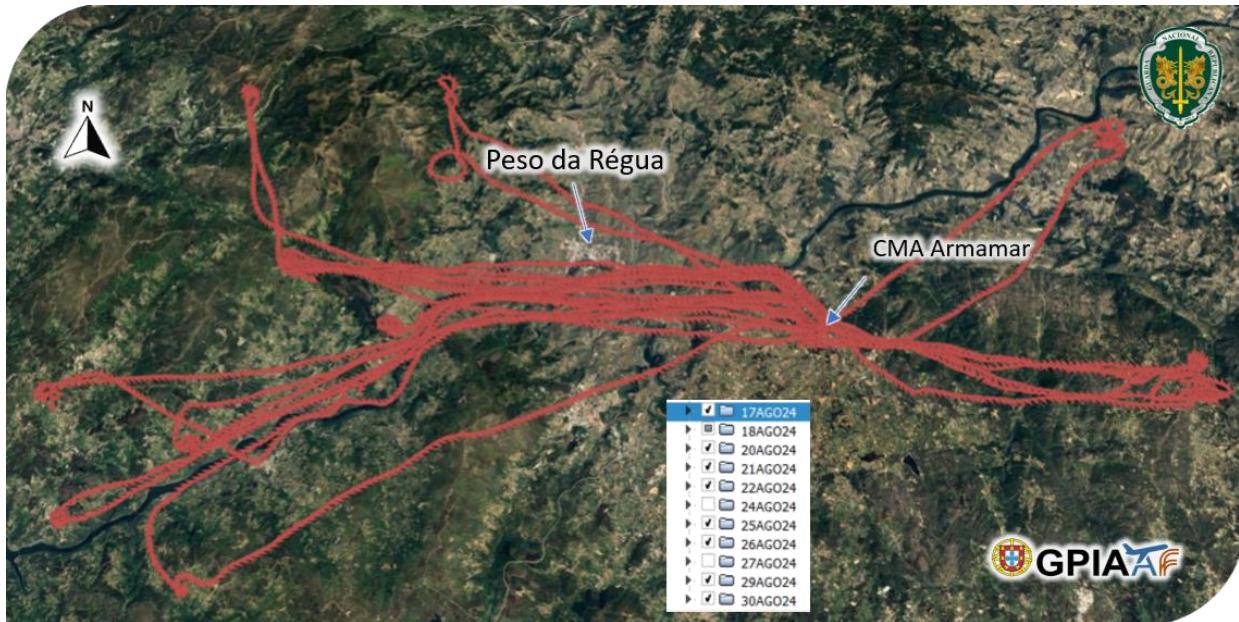
Loading the helicopter outside its operational limits defined by the manufacturer makes its dynamic behaviour in flight unpredictable and with possible implications for its handling and controllability and may even lead to a loss of control in critical phases of flight.

Upon arriving at the scene (See Figure 22), a small fire outbreak was confirmed within the burned perimeter and being resolved by fire crews on the ground. This scenario led to an immediate decision by the team leader to cancel the mission because the use of air assets was not justified.

In this event, as in a significant number of other occasions analysed in the years 2021 to 2024, the cancellation of missions during positioning and/or after arrival at the site is recurrent, leading to system inefficiencies and, no less relevant, the exposure of aircraft and teams to unnecessary risks.

When analysing the missions carried out in the two weeks prior to the event, it was possible to observe a number of missions of limited scope with cancellations and return to base without intervention or with a reduced number of water drops (see Figure 23).

This pattern is repeated over the years in operations from Armamar CMA.

**Figura 23**

Registo de missões sem consequências práticas

Foi ainda possível observar que em duas dessas missões realizadas a 15 e 16 de agosto (ver Figura 24) com o piloto do acidente aos comandos do helicóptero, no regresso à base utilizou o mesmo percurso do voo do acidente, incluindo uma redução de altitude significativa na zona onde o acidente viria a decorrer.

O voo do dia 15 de agosto foi registado em vídeo a que a investigação teve acesso, onde é observada uma passagem a poucos metros da superfície da água (aproximadamente dois metros de distância vertical). Situação semelhante no dia 16 de agosto com uma missão cancelada em voo e regresso do helicóptero pelo mesmo trajeto após inversão do sentido de voo. Os parâmetros dos voos foram registados pelo sistema de seguimento do helicóptero (*trackers FAP*) e representados na Figura 24 seguinte.

Figure 23

Record of ineffective firefighting missions

It was also possible to observe that in two of these missions carried out on 15th and 16th of August (See Figure 24) with the pilot of the accident at the controls of the helicopter, the return to base followed the same route as the accident flight, including a significant reduction in altitude in the area where the accident took place.

The flight on 15th of August was recorded on video to which the investigation had access, where a low pass is observed just a few meters from the surface of the water (approximately two meters vertical distance). A similar situation occurred on 16th of August during a mission which was cancelled in flight and the helicopter returned to base along the same route after reversing the direction of flight. The flight parameters were recorded by the helicopter tracking system (FAP trackers) and represented in the following Figure 24.



Figura 24
Registo dos voos dos dias 15 e 16 agosto 2024

Com o objetivo de determinar eventuais padrões de comportamento na escolha dos trajetos, a investigação analisou os voos realizados na área nos anos de referência, independentemente da tripulação. De vários exemplos encontrados detalha-se um voo no dia 5 de agosto de 2022 em tudo semelhante aos anteriormente descritos, realizado com uma tripulação diferente, com o trajeto e altitudes a repetirem um padrão sem aparente explicação técnica ou operacional.



Figure 24
Record of flights on the 15th and 16th of August 2024

In order to determine possible patterns of behaviour in the choice of routes, the investigation analysed the flights carried out in the area in the reference years, regardless of the crew. From several examples found, a flight on 5th of August, 2022 is detailed, similar to those previously described, carried out with a different crew, with the route and altitudes repeating the same pattern without any apparent technical or operational explanation.

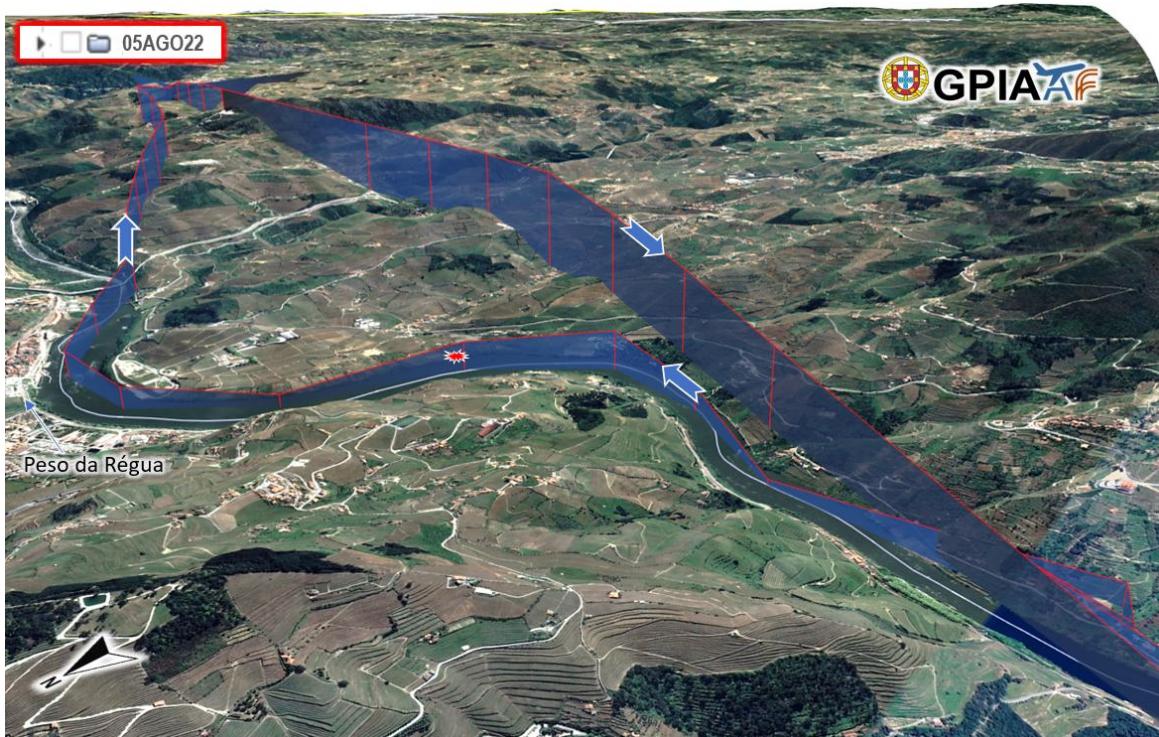


Figura 25
Registo do voo do dia 5 agosto 2022

Os perfis de voo apresentados nas Figuras 24 e 25 acima apresentam perfis muito semelhantes ao voo do acidente.

Figure 25
Record of the flight on the 5th of August 2022

The flight profiles shown in Figures 24 and 25 above present profiles very similar to that of the accident flight.

A investigação apurou que, embora com dados disponíveis, estes desvios ocorridos ao longo dos anos não terão sido detetados ou sinalizados por nenhuma das entidades intervenientes no processo, nomeadamente os operadores, a UEPS, a ANEPC e a FAP enquanto contratante do serviço.

Segundo informação recolhida através de depoimentos e sustentada em dados dos *trackers* por forma de amostragem, os desvios às trajetórias, sobretudo no regresso à base, é um comportamento comum em várias bases e não específico do CMA de Armamar.

2.2. Planeamento, execução e supervisão das missões || Mission planning, execution and oversight

O planeamento, execução e respetivos procedimentos operacionais do voo do evento inseriam-se num amplo dispositivo nacional com múltiplos atores e entidades com diversas responsabilidades na garantia dos desígnios da missão sem comprometer ou minimizar os aspetos de segurança operacional.

2.2.1. Força Aérea Portuguesa e o DECIR || Portuguese Air Force and DECIR

Para controlar e supervisionar determinados parâmetros da atividade dos operadores, o sistema conta com dispositivos de seguimento das aeronaves por forma a gerir meios, controlar tempos de missão, números de descargas, etc.

Os parâmetros de recolha de dados do referido sistema de posicionamento disponível a bordo das aeronaves, ao serviço do dispositivo nacional de combate aos incêndios, foram uma iniciativa introduzida pela Força Aérea no âmbito da validação contratual de meios aéreos para o emprego no combate aos incêndios rurais.

A FAP utilizava parte dos dados disponibilizados pelo sistema para avaliação do cumprimento contratual, contudo, à data do evento, não realizava qualquer análise de desvios às trajetórias das missões assignadas.

O sistema instalado de recolha de dados, denominado de “*tracker*”, que recolhe informação georreferenciada em voo da posição das aeronaves, em intervalos de um segundo, envia-os por sinal GPRS/GSM e/ou via satélite a

The investigation found that, although data had been available, these deviations which occurred over the years had not been detected or flagged by any of the parties involved in the process, namely the operators, the UEPS, the ANEPC and the FAP as the contractee of the service.

According to information collected through statements and supported by data from trackers in the form of sampling, deviations from trajectories, especially during the return leg to base, was a common behavior at several bases and was not limited only to the Armamar CMA.

The planning, execution and respective operational procedures of the event flight were part of a broad national mechanism with multiple actors and entities with different responsibilities in ensuring that mission objectives would be achieved without compromising or minimizing flight safety aspects.

2.2.1. Força Aérea Portuguesa e o DECIR || Portuguese Air Force and DECIR

To control and supervise certain parameters of the operators' activities, the system counts on aircraft tracking devices in order to manage assets, control mission times, numbers of water drops, etc.

The data collection parameters of the aforementioned positioning system available on-board aircraft at the service of the national firefighting mechanism, were an initiative introduced by the Portuguese Air Force within the scope of contractual validation of aerial assets for use in rural firefighting.

The FAP used part of the data made available by the system to assess contractual compliance, however, at the time of the event, it did not carry out any analysis of deviations from flight trajectories of the assigned missions.

The installed data collection system, called “*tracker*”, which collects georeferenced information in flight on the position of aircraft, at intervals of one second, sends them by GPRS/GSM signal and/or via satellite every 15

cada 15 segundos. Segundo a FAP, o sistema encontra-se ajustado às necessidades operacionais das missões. A frequência de envio de dados georreferenciados, embora cumpra com as necessidades da FAP, é claramente insuficiente para uma análise fina de desvios ou, em caso de acidente, para o fornecimento de dados essenciais à investigação. O equipamento “tracker” a bordo do helicóptero não foi encontrado e por esse motivo não foi possível aceder aos seus registos internos.

Por se ter demonstrado que os equipamentos “trackers” podem fornecer a informação necessária, quando configurados de forma adequada, o GPIAAF, na sequência de eventos num passado recente, emitiu em 2023 a seguinte recomendação de segurança:

Recomenda-se que a FAP reveja e altere os parâmetros de recolha dos dados do sistema de seguimento a bordo das aeronaves ao serviço do dispositivo nacional de combate aos incêndios, por forma a que fiquem disponíveis remotamente dados com uma taxa de amostragem superior. (PT.SIA 2023/05)

Na última iteração com a entidade recomendada sobre o assunto, a FAP declarou que iria “*estudar e avaliar a acomodação da recomendação em futuras aquisições de novos equipamentos “tracker” e que satisfaçam o requisito técnico de uma maior frequência na transmissão de dados e, em consonância, estimar qual o impacto financeiro da renovação dos contratos de prestação de serviço de comunicações.*”

Após a devida avaliação das informações transmitidas e conforme o Regulamento (EU) No.996/2010, artigo 18.º, n.º 2, o GPIAAF considerou as ações declaradas pelo destinatário da recomendação como parcialmente adequadas. Não são conhecidas ações práticas implementadas para mitigar a questão da frequência de transmissão da amostra.

2.2.2. Pelo operador || By the operator

Conforme detalhado em 1.17.1, o operador elaborou e fez aprovar junto da ANAC o seu manual de operações de combate aos incêndios com helicóptero onde constam as regras e os procedimentos aprovados para uma operação de alto risco.

seconds. According to the FAP, the system has been adjusted to meet the operational requirements of the missions. The transmission frequency of georeferenced data, although satisfying the needs of the FAP, is clearly insufficient for a detailed analysis of deviations or, in the event of an accident, for the provision of data which can be essential to the investigation. The tracker equipment on board the accident helicopter was not found and for this reason it was not possible to access its internal data.

As it has been demonstrated that the tracker equipment is capable of providing the necessary information, when properly configured, GPIAAF, following events in the recent past, issued the following safety recommendation in 2023:

It is recommended that the FAP review and change the parameters for collecting data from the on-board tracking system from aircraft at the service of the national firefighting mechanism, so that data with a higher sampling rate is made available remotely. (PT. SIA 2023/05)

In the last iteration with the addressee on the subject, the FAP stated that it would “*study and evaluate the accommodation of the recommendation in future acquisitions of new tracker equipment that meet the technical requirement of a higher frequency in data transmission and, accordingly, estimate the financial impact of the renewal of communications service contracts.*”

After due assessment of the information provided and in accordance with Regulation (EU) No.996/2010, Article 18(2), the GPIAAF considered the actions declared by the addressee of the recommendation to be partially adequate. There are no known practical actions implemented to mitigate the issue of transmission sample rate frequency.

As detailed in 1.17.1, the operator prepared and had received approval from ANAC for its helicopter firefighting operations manual, which contained the rules and procedures approved for a high-risk operation.

Os manuais de procedimentos e formação específica dos pilotos para combate aéreo aos incêndios aborda de forma minimalista as questões dos fatores humanos, processo de decisão e gestão do risco, e não há evidências de que tal facto tenha suscitado reparo ou objeção da ANAC. Conforme referenciado em 1.17.1, não é dada uma formação aos pilotos do operador com os requisitos considerados mínimos na regulamentação EASA em operações semelhantes, embora com exposição inferior ao risco, ex. treino de CRM para operações de helicóptero mono-piloto com tripulação técnica detalhados no AMC1 ORO.FC.115.

O regulamento aplicável ao combate aéreo aos incêndios, entre muitos outros requisitos omissos, não requer uma recolha e tratamento sistematizado de dados da operação e de voo.

A monitorização de dados de voo é um método sistémico de recolha, análise e ação sobre desvios que se tem provado como ferramenta essencial na aviação comercial desde a década de 90 do século passado. As informações obtidas de dados reais dos voos, com a identificação e avaliação dos riscos operacionais antes que estes possam gerar incidentes e acidentes, são um dos pilares essenciais num sistema de gestão de segurança.

No final da década de 90 no seguimento de um estudo de viabilidade, a Autoridade de Aviação Civil do Reino Unido (UK CAA) e a Shell Aircraft Limited, fundaram as bases de trabalhos para o desenvolvimento de programas de monitorização de dados de voo em helicóptero (HFDM).

Tendo em conta a exposição aos riscos elevados, alguns reguladores definiram⁵ e os operadores de helicópteros de suporte à indústria petrolífera implementaram programas HFDM, ferramentas estas que comprovadamente ajudaram a reduzir o índice de acidentes em tal operação.

A operação de combate aéreo aos incêndios é igualmente uma atividade de alto risco com índices de ocorrências fatais registados anualmente que justificam a introdução de métodos sistémicos semelhantes.

São várias as menções em relatórios de investigação sobre a necessidade de recolha e

The procedures and specific training manuals for aerial firefighting pilots address in a minimalist way the issues of human factors, decision-making process and risk management, and there is no evidence that this fact has raised any criticism or objection from ANAC. As referenced in 1.17.1, no training is given to the operator's pilots with the requirements considered minimum in EASA regulation for similar operations, despite with lower exposure to risk, e.g. CRM training for single-pilot helicopter operations with technical crew detailed in AMC1 ORO. FC.115.

The regulation applicable to aerial firefighting, among many other excluded requirements, does not require a systematic collection and processing of operational and flight data.

Flight data monitoring is a systemic method of collecting, analysing, and acting on deviations that has proven to be an essential tool in commercial aviation since the 90s of the last century. The information obtained from real flight data, with the identification and assessment of operational risks before they can generate incidents and accidents, is one of the essential pillars of a safety management system.

In the late 1990s, following a feasibility study, the UK Civil Aviation Authority (UK CAA) and Shell Aircraft Limited laid the groundwork for the development of helicopter flight data monitoring (HFDM) programmes.

Given the exposure to high risks, some regulators have defined⁵ and operators of helicopters supporting the oil industry have implemented HFDM programmes, tools that have been proven to help reduce the accident rate in such an operation.

The aerial firefighting operation is also a high-risk activity with annual fatal occurrence rates that justify the introduction of similar systemic methods.

There are several references in investigation reports about the need to collect and process

⁵ Advisory Circular da FAA 120-82, CAP739 UKCAA, EASA SPA.HOFO.145

tratamento de dados de voo, incluindo no combate aos incêndios. Por exemplo, a recomendação do GPIAA:

Recomenda-se aos Operadores autorizados a efetuar voos de combate aos incêndios a implementação de sistemas de registo e monitorização de dados de voo, mesmo que não estejam obrigados a tal. (08-INCID-2016 CS-HMJ)

O operador, à data do evento, não suportava o seu sistema de gestão de segurança (SMS) em dados independentes como o HFDM. Embora disponha de um sistema de seguimento em algumas aeronaves da sua frota, este não definiu um procedimento de recolha e tratamento da informação. As aeronaves alugadas em reforço de frota não tinham qualquer dispositivo instalado acessível ao operador.

Embora estivessem disponíveis outros meios de informação, nomeadamente os já referidos dados dos *trackers* da FAP, por ausência de recolha de dados de voo e disponibilização aos operadores, tal não permitiu ao operador identificar os desvios nas missões debatidos em 2.1, com uma ausência de monitorização sobre o desempenho operacional, incluindo as ações e desvios dos seus pilotos.

2.2.3. Pelo regulador Nacional || By the national regulator

A operação de combate aos incêndios rurais é realizada sob regulamentos nacionais e sob supervisão da ANAC aos operadores, aeronaves e pilotos, cuja validação e aceitação para a missão é realizada anualmente.

Os dados de acidentes nacionais demonstram e evidenciam os fatores humanos e os fatores organizacionais a estes ligados como causas preponderantes nos eventos fatais registados na operação de combate aéreo aos incêndios rurais. Ainda que os pilotos tenham passado por um programa de treino, o voo a baixa altitude conduz a um nível de risco consideravelmente superior e deve ser evitado quando não houver uma razão operacional que o torne inevitável.

Cabe à ANAC o importante papel de supervisionar a implementação e validação dos requisitos de formação das tripulações, nomeadamente nos aspetos dos fatores humanos determinados como contributivos ou

flight data, including firefighting. For example, the following GPIAA recommendation:

It is recommended that Operators authorised to carry out firefighting flights, implement flight data recording and monitoring systems, even if they are not obliged to do so. (08-INCID-2016 CS-HMJ)

The operator, at the time of the event, did not support its safety management system (SMS) on independent data such as HFDM. Although it has a tracking system in place on some helicopters in its fleet, it has not defined a procedure for collecting and processing the information. The helicopters leased in fleet reinforcement did not have any installed device accessible to the operator.

Although other means of information were available, namely the aforementioned data from the FAP trackers, due to the lack of flight data collection, this did not allow the operator to identify the deviations in the missions discussed in 2.1, with a lack of monitoring of operational performance, including the actions and deviations of its pilots.

Rural firefighting operations are carried out under national regulations and under ANAC's supervision of operators, aircraft and pilots, the validation of which and acceptance for the mission is carried out on an annual basis.

National accident data demonstrate and highlight the human factors and the organizational factors linked to them as predominant causes in the fatal events recorded in aerial firefighting operations of rural fires. Even if pilots have undergone a training programme, flying at low altitude leads to a considerably higher level of risk and should be avoided unless there is an operational reason that makes it unavoidable.

ANAC has the important role of supervising the implementation and validation of crew training requirements, namely in the regard to human factors, established as contributing factors or being involved in past occurrences and which include:

estando envolvidos na maioria das ocorrências passadas como sendo, mas não limitado a:

- Perda de consciência situacional,
- Visão em túnel com foco na missão,
- Excesso de motivação ou voluntarismo com consequência nos desvios aos SOPs definidos,
- Gestão de expectativas do cliente e resposta a pressões externas,
- Conceitos de CRM envolvendo as equipas de solo.

Por terem sido identificadas lacunas no detalhe dos conteúdos em vários aspectos da formação dos pilotos envolvidos em atividade de combate a incêndios, o GPIAAF em 2023 emitiu à ANAC uma Recomendação de Segurança nos seguintes termos:

Recomenda-se que a ANAC ajuste e detalhe os requisitos de formação de pilotos envolvidos em atividades de combate a incêndios, em específico nos princípios de fatores humanos expressos no Artigo 6.º do regulamento ANAC n.º 641/2022, nomeadamente, mas não limitado à perda de consciência situacional, visão em túnel, excesso de motivação, gestão de pressões externas e conceitos de CRM, por forma a garantir que tal conformidade resultará num nível aceitável de desempenho de segurança operacional. (PT.SIA 2023-01)

O Regulamento n.º 975/2023 veio alterar o Regulamento n.º 641/2022 relativo aos requisitos linguísticos e foi publicado a 29 de agosto de 2023, data posterior à recomendação de segurança, datada de 06 julho de 2023, sem introduzir qualquer alteração nos aspectos de formação dos pilotos, seguindo um enquadramento lógico de análise da regulamentação europeia disponível, devidamente adaptada à operação (ex. ORO.FC.115 e SPO.SPEC.HEC.100).

No seguimento da referida Recomendação, a ANAC entendeu não adotar a mesma com a seguinte argumentação:

Para tal decisão, cumpriu a noção prescritiva que a mesma traria, que não se coaduna com os princípios dos sistemas de gestão de segurança operacional e treino baseado em competências, onde as organizações devem aferir quais os pontos mais relevantes a serem abordados nas

- Loss of situational awareness,
- Mission-focused tunnel vision,
- Excessive motivation or will resulting in deviations from the established SOPs,
- Management of customer expectations and response to external pressures,
- CRM notions involving the teams on the ground.

Considering that gaps were identified in the detail of the contents in various aspects of the training of pilots involved in firefighting activity, GPIAAF in 2023 issued ANAC with a Safety Recommendation in the following terms:

It is recommended that ANAC adjust and detail the training requirements for pilots involved in firefighting activities, specifically in the principles of human factors expressed in Article 6 of ANAC regulation 641/2022, namely but not limited to the loss of situational awareness, tunnel vision, excessive motivation, external pressures management, CRM notions, in order to ensure that compliance will result in an acceptable level of safety performance. (PT.SIA 2023-01)

Regulation No. 975/2023 amended Regulation No. 641/2022 on language requirements and was published on the 29th of August, 2023 a date which comes after the safety recommendation, dated 6th of July, 2023 without introducing any changes to pilot training aspects, following a logical analysis framework of the available European regulations, duly adapted to the operation (e.g. ORO. FC.115 and SPO. SPEC. HEC.100).

Following the aforementioned Recommendation, ANAC decided not to adopt it with the following justification:

For such a decision, the prescriptive notion that it would bring was considered, which is not in line with the principles of safety management systems and competency-based training, where organizations must assess the most relevant points to be addressed in their training, according

suas formações, em função dos seus riscos identificados. Nota: Consultar registo completo da SR no portal europeu de registo de recomendações de segurança [SRIS2](#).

Por se manterem as identificadas lacunas no detalhe dos conteúdos em vários aspectos da formação dos pilotos envolvidos em atividade de combate a incêndios, entende o GPIAAF que é pertinente e se mantém válida a referida Recomendação de Segurança emitida à ANAC, por forma a ser assegurado que fiquem especificados nos conteúdos das formações os aspectos relativos a fatores humanos, conforme previsto e tendo como referência a legislação europeia aplicável e determinados como contributivos na maioria das ocorrências passadas envolvendo acidentes na operação de combate aéreo aos incêndios. Só a ANAC pode assegurar que os operadores certificados nesta atividade pelo referido regulamento nacional 641/2022, cumprem não só com os requisitos técnicos atuais e os que venham a ser definidos, mas o fazem de forma efetiva, eficiente e com resultados práticos na segurança operacional. A Part.oro.FC115 e respetivos AMCs, SPO.SPEC.HEC.100, SPO.HEMS ou outros considerados relevantes, são referências de certificação que resultam no enquadramento europeu e que devem servir de inspiração para a definição dos conceitos e requisitos para a atividade de combate aos incêndios em Portugal.

2.2.4. Pelo piloto || By the pilot

O piloto não conseguiu explicar, e a investigação não conseguiu apurar, qual o motivo do desvio em relação à rota direta de regresso à base nos diversos voos ocorridos, incluindo o voo do acidente, seguindo o sinuoso vale do rio Douro a baixa altitude.

Conforme já amplamente debatido em eventos de segurança anteriores, o desvio aos procedimentos numa operação de alto risco, para além dos limites prescritos nos SOPs leva a práticas potencialmente inseguras. Com a frequente repetição de tais ações, os desvios tornam-se rotineiros e deixam de ser reconhecidos como tal. Em última análise, esta prática resulta numa tolerância ao risco

to their identified risks. Note: Consult the full SR log on the European Central Repository of Safety Recommendations [SRIS2](#).

As the identified gaps remain in the detail of the contents in various aspects of the training of pilots involved in firefighting activity, GPIAAF understands that the aforementioned Safety Recommendation issued to ANAC is pertinent and remains valid in order to ensure that aspects related to human factors are specified in the training contents, as provided for and with reference to the applicable European legislation and determined as contributory in most of the past occurrences involving accidents in aerial firefighting operations. Only ANAC can ensure that operators certified in this activity by the aforementioned national regulation 641/2022, comply not only with the current technical requirements and those that may be established, but that they do so effectively, efficiently and with practical results in safety.

Part.oro.FC115 and its AMCs, SPO.SPEC.HEC.100, SPO.HEMS or others considered relevant, are proven certification references in the European framework and should serve as inspiration for the definition of concepts and requirements for firefighting activity in Portugal.

The pilot was unable to explain and the investigation was unable to ascertain the reason for the deviation from the direct route back to base in the various flights that took place, including the accident flight, following the winding valley of the Douro River at low altitude.

As has been widely discussed in previous safety events, deviation from procedures in a high-risk operation beyond the limits prescribed in SOPs leads to potentially unsafe practices. With the frequent repetition of such actions, deviations become routine and are no longer recognized as such. Ultimately, this practice results in a normalized risk tolerance that is not evaluated by organizations, which negatively affects the

normalizada e não avaliada pelas organizações, que afeta negativamente a envolvente operacional e a cultura de segurança dos operacionais.

Muitos desvios que se transformam em práticas rotineiras, comumente chamado de "deriva", não são realizados de forma deliberada devendo, contudo, ser identificados e corrigidos. A definição de deriva pode ser resumida como uma mudança gradual, o que dificulta a deteção do desvio, não apenas pela gestão ou supervisão, mas também pelos pares.

As informações recolhidas pela investigação entre os pares e evidenciadas em vários vídeos realizados e publicados ao longo dos anos pelo piloto ou com evidências de comportamentos em voo do piloto, mostram uma apetência para assumir riscos para além dos necessários nas missões típicas de combate aéreo aos incêndios.

Os principais desvios aos SOP são simplesmente ajustes que decorrem de uma adaptação dos comportamentos individuais às circunstâncias locais, o que pode representar um acréscimo no risco pois deixa de ser um ato planeado ou consciente e, portanto, sem qualquer preparação ou ação de mitigação pois não foram previamente reconhecidos/identificados os perigos.

A possibilidade de influência na condução do voo pelos elementos da UEPS a bordo foi excluída pelo piloto, seja por influência indireta com pressões para realizar algum tipo de manobra ou, por ação direta sobre os comandos do helicóptero. O piloto referiu ainda que, por várias vezes acedeu a solicitações de elementos da UEPS para desvios em rota para sobrevoos de locais específicos fora do âmbito da missão, referindo ainda que esta é uma prática aceite entre os pilotos e UEPS já de há vários anos. Esta informação foi corroborada por outros pilotos e outros elementos de brigadas de várias bases do país.

Ainda sobre fatores que possam ter influenciado a missão, a ausência de dados sobre os aspectos toxicológicos da condição do piloto não permitiu analisar possíveis interferências na condução do voo.

operational environment and the safety culture of staff.

Many deviations that become routine practices, commonly called "drift", are not carried out deliberately, but must nevertheless be identified and corrected. The definition of drift can be summarized as a gradual change, which makes it difficult to detect the deviation, not only by management or supervision, but also by peers.

The information gathered by the investigation among peers and exhibited in several videos made and published over the years by the pilot or evidence of the pilot's behaviour in-flight, show an appetite for risk beyond that which is necessary in typical aerial firefighting missions.

The main deviations from SOPs are simply adjustments that result from an adaptation of individual behaviours to local circumstances, which may represent an increase in risk because it is no longer a planned or conscious act and, therefore, without any preparation or mitigation action because the hazards have not been previously recognized/identified.

The possibility of any influence on the conduct of the flight by the UEPS members on board was excluded by the pilot, either through indirect influence with pressures to perform some type of manoeuvre or by direct action on the helicopter's controls. The pilot also stated that on several occasions he accepted requests from UEPS members for enroute deviations to overfly specific places outside the scope of the mission, also noting that this is a practice accepted among pilots and UEPS for several years. This information was corroborated by other pilots and other members of brigades from various bases in the country.

Still on factors that may have influenced the mission, the absence of data on toxicological aspects of the pilot's condition did not allow the analysis of possible interference with the conduct of the flight.

2.2.5. Equipa Helitransportada de Ataque Inicial (UEPS) || UEPS - EHATI

Dos numerosos testemunhos recolhidos pela investigação, o desvio às rotas realizados pelos pilotos, especialmente no regresso das missões ou após o cancelamento das mesmas, era notado e aceite pelas equipas da UEPS, embora com vários graus de satisfação e apoio pelos elementos, sendo que alguns indivíduos chegaram a demonstrar desagrado por tais desvios e, em oposição, outros agiam de forma a incentivar tais atos pelos vários pilotos.

A envolvente operacional observada é um exemplo de interação entre pessoas com diferentes níveis de conhecimento aeronáutico e, não menos relevante, de consciência situacional dispar em relação aos riscos envolvidos. A indústria e os modelos de gestão da aviação desenvolveram há muito o conceito de CRM (*Crew Resource Management*) precisamente para lidar e minimizar os riscos operacionais associados a esta dinâmica de interações múltiplas entre vários elementos da tripulação.

O CRM traduz-se num conjunto de práticas de comunicação focadas na gestão de ameaças e erros, comunicação, consciência situacional, processo de decisão e competências de liderança em ambientes onde o erro humano pode ter impacto na segurança operacional. O treino nesta temática (CRM) de todos os envolvidos na operação de combate aéreo aos incêndios seria certamente fator relevante para reduzir a probabilidade do erro humano.

As equipas da GNR (UEPS) enquanto especialistas de missão (*task specialists*) previsto em enquadramento regulamentar europeu, não têm qualquer formação de enquadramento de operações aéreas e CRM ou mesmo em sistemas básicos de cultura justa, reporte de ocorrências e respetivo incentivo à sua utilização. O treino e formação destes elementos descrito em 1.5.2 é focado exclusivamente no desempenho e objetivos das missões de combate aos incêndios.

Embora não desempenhem diretamente funções de tripulação de voo, enquanto elementos embarcados em estreita interação e objetivos convergentes com os pilotos, seria útil um enquadramento apropriado nestas matérias essenciais de fatores humanos em ambiente operacional e de segurança de voo.

From the numerous testimonies collected by the investigation, the deviation from the routes made by the pilots, especially on the return leg from the missions or after their cancellation, was noticed and accepted by the UEPS teams, although with varying degrees of satisfaction and support by its members, such that some individuals showed displeasure for such deviations while, in opposition, others acted in such a way as to encourage such acts by the various pilots.

The operational environment observed is an example of interaction between people with different levels of aeronautical knowledge and, no less relevant, of disparate situational awareness in relation to the risks involved. The aviation industry and management models have long developed the concept of CRM (Crew Resource Management) precisely to deal with and minimize the operational risks associated with this dynamic of multiple interactions between various crew members.

CRM consists of a set of communication practices focused on threat and error management, communication, situational awareness, decision-making and leadership skills in environments where human error can impact flight safety. Training in this area (CRM) for all those involved in aerial firefighting operations would certainly be a relevant factor to reduce the probability of human error.

The GNR teams (UEPS) as mission specialists (task specialists) foreseen in the European regulatory framework, do not have any training in the context of air operations and CRM or even in basic systems of just culture, occurrence reporting and respective incentive of its use. The training of these team members described in 1.5.2 is focused exclusively on the performance and objectives of firefighting missions.

Although they do not directly perform flight crew functions, as personnel on-board who interact closely and converging objectives with pilots, an appropriate framework in these essential matters of human factors in the operating environment and flight safety would be useful.

Um exemplo claro em que o sistema perdeu uma oportunidade de deteção atempada de desvios é a ausência do uso do sistema de seguimento das missões da UEPS com dados abastecidos pelos rádios SEPURA SC2020 e *smartphone* com o ArcGis. A ferramenta permite a recolha para posterior tratamento de dados dos voos com possibilidade de sinalização de desvios para possíveis ações de controlo e mitigação de riscos desnecessários ao cumprimento da missão e tal ferramenta não foi usada. Caso estivesse em prática um sistema de reporte e fossem usados os dados de voo disponíveis, tendo por base um modelo de risco conhecido e praticado por todos os elementos UEPS, o número de desvios às rotas poderia ser menor, logo com uma maior probabilidade de evitar a ocorrência.

A clear example of where the system missed an opportunity for early detection of route deviations is the failure to use the UEPS mission tracking system with data supplied by SEPURA SC2020 radios and smartphone with ArcGis. The tool allows the collection, for subsequent processing, of flight data with the possibility of highlighting deviations for possible control and mitigation actions of unnecessary risks to the fulfilment of the mission and was not used. Had a reporting system been in place and the available flight data been used, based on a risk model known and applied by all UEPS members, the number of route deviations could have been likely lower, thus with a greater chance of avoiding the occurrence altogether.

2.3. Discussão dos fatores materiais || Material factors discussion

Tendo em especial atenção a descrição técnica do evento feita pelo piloto, foram explorados todos os possíveis contributos de falhas de material ou sistemas do helicóptero, seja em causa isolada ou em combinação de fatores. O estudo do funcionamento do motor e cadeia dinâmica de transmissão de potência assim como o sistema de comandos de voo e seus componentes críticos foram detalhados ao pormenor.

Foram ainda estudadas possibilidades, ainda que remotas, de eventuais causas que pudessem influenciar a trajetória observada do helicóptero como eventuais objetos soltos com interferência no comando do cíclico. Num outro vetor não técnico que mereceu consideração foi a intervenção não intencional sobre os comandos de voo pelos elementos da UEPS ou mesmo intencional e não autorizada pelo piloto.

Taking into account the technical description of the event made by the pilot, all possible contributions of helicopter material or systems failures were explored, whether as an isolated cause or as a combination of factors. The examination of engine operation and dynamic chain of power transmission as well as the flight control system and its critical components were analysed in detail.

Possibilities, even if remote, of possible causes that could influence the observed trajectory of the helicopter, such as possible loose objects that could have interfered with the cyclic command, were also studied. Another non-technical aspect which was considered was the unintentional intervention on the flight controls by members of the UEPS or even intentional and unauthorized by the pilot.

2.3.1. Cenário de falha de motor || Engine failure scenario

O cenário de falha de motor foi determinado como tecnicamente irrealista atendendo não só às características de projeto do helicóptero com os vários sistemas desenhados para não só determinarem a falha de forma atempada como dar indicações claras ao piloto dessa condição.

The engine failure scenario was determined to be technically unrealistic, taking into account not only the design characteristics of the helicopter, with the various systems designed to not only determine the failure in a timely manner, but also to give clear indications to the pilot of this condition.

Uma falha de motor, a ocorrer na fase de descida inicial ou já na volta à esquerda, nas condições observadas de energia do helicóptero, não representaria um risco relevante para a operação, seguindo naturalmente os procedimentos adequados. Nesse cenário, o piloto iria usar a energia cinética disponível em abundância para desacelerar o helicóptero, escolhendo um local, eventualmente fora do leito do rio, para realizar uma aterragem de emergência.

Os dados recolhidos dos dispositivos a bordo (DECU e VEMD) assim como a condição dos destroços demonstram que o motor estava a operar e a debitar potência no momento em que o helicóptero colidiu com a superfície da água.

2.3.2. Comandos de voo e a transparência dos servos || Flight controls and servo transparency

Como em qualquer outro modelo de aeronave, o sistema de comandos de voo é considerado um sistema crítico desde a sua conceção, fabrico, manutenção e operação.

A prisão mecânica dos comandos de voo por interferência de objetos soltos nos *cockpits* como garrafas, auscultadores, pranchetas de voo ou equipamentos eletrónicos portáteis, embora raras, são situações que podem ocorrer. Com especial incidência nos pedais, por defesas introduzidas nos sistemas de ligação dos comandos cíclico e coletivo ao chão do *cockpit*, ainda que com potencial de interferência, esta não levaria a uma condição de perda de controlo atendendo à energia e trajetória do helicóptero. Questionado sobre esta possibilidade, o piloto referiu ter olhado para baixo por instantes durante os últimos segundos do voo afirmando não ter observado qualquer anomalia, embora não tivesse ângulo de visão para a base do cíclico.

Atendendo à dinâmica do voo, não há evidência de qualquer prisão de comandos por objeto estranho. De igual forma, o piloto declarou não ter havido qualquer intervenção por outros ocupantes da aeronave nos comandos do helicóptero.

Ainda nos comandos de voo, uma das fragilidades ou limitações conhecidas do modelo AS350 é a denominada transparência dos servos que se

An engine failure, occurring in the initial descent phase or already in the left turn, under the observed conditions of helicopter power, would not have represented a relevant risk to the operation, naturally, when followed by the appropriate procedures for such an event. In this scenario, the pilot would have used the kinetic energy, available in abundance, to slow the helicopter down, choosing a location, eventually beyond the riverbed, to perform an emergency landing.

The data collected from the on-board devices (DECU and VEMD) as well as the condition of the wreckage show that the engine was operating and delivering power at the time the helicopter impacted the surface of the water.

As with any other aircraft model, the flight control system is considered a critical system from its design, manufacture, maintenance and operation.

The mechanical restriction of flight controls due to jamming from loose objects in the cockpit such as bottles, headphones, flight clipboards or portable electronic devices, although rare, are situations that can occur. With special focus on the pedals, due to protections already in place in the systems connecting the cyclic and collective controls to the cockpit floor, even with the potential for jamming, this would not lead to a condition of loss of control given the energy and trajectory of the helicopter. Asked about this possibility, the pilot stated that he had looked down for a moment during the last seconds of the flight, and had not observed any anomaly, although he had no viewing angle to see the base of the cyclic.

Given the dynamics of the flight, there is no evidence of any restriction of flight controls caused by the influence of a foreign object. Likewise, the pilot stated that there had been no intervention by any of the occupants of the helicopter controls.

Furthermore, one of the known weaknesses or limitations of the AS350 model is the so-called servo transparency, which translates into the

traduz na incapacidade destes atuadores hidráulicos (servo-atuadores), em determinadas condições, fazerem a força necessária para comandar o helicóptero sem um esforço adicional do piloto sobre o comando do cílico.

O fabricante e o regulador (EASA) detalharam esta limitação em várias publicações onde é conhecido um comportamento típico do helicóptero quando sujeito a determinados esforços (SIB No.: 2022-05 e AH SIN 3093-S-00, 3287-S-67).

A transparência dos servos ocorre quando as cargas aerodinâmicas excedem a capacidade dos atuadores hidráulicos do rotor principal, dando assim a impressão de interferência temporária dos comandos do piloto. Nos helicópteros AS350, o atuador mais carregado é o atuador do lado direito (RH). São também descritos os fatores que afetam a transparência dos servos como velocidades elevadas, passo do coletivo elevado, massa da aeronave elevada, elevadas cargas "G" ou sobrecarga dinâmica e altitude de densidade também elevada.

Este fenômeno, na maioria dos casos, ocorre sem problemas que possam ser geridos, desde que o piloto reaja adequadamente, pode, em circunstâncias específicas, levar a uma rápida perda de altitude, particularmente durante uma volta pela direita, ou levar a um desvio significativo da trajetória de voo. A transparência dos servos pode também ocorrer subitamente, por exemplo, no caso de um movimento rápido dos parâmetros de voo, como seja uma mudança rápida na velocidade/direção do vento ou uma ação brusca sobre os comandos.

Embora algumas das condições de voo para a ocorrência do fenômeno estarem satisfeitas no voo do evento, nomeadamente a elevada velocidade e carregamento (massa) do helicóptero, a condição de alteração da trajetória com elevadas cargas impostas ao helicóptero não se verificou. As imagens não evidenciam qualquer alteração na trajetória que imponha uma condição de sobrecarga dos servos, especialmente o da direita, atendendo à volta suave realizada pela esquerda. A altitude de densidade não foi também fator significativo.

inability of these hydraulic actuators (servo-actuators), under certain conditions, to produce the necessary force to command the helicopter without an additional effort by the pilot on the cyclic command.

The manufacturer and regulator (EASA) have detailed this limitation in several publications where a typical behaviour of the helicopter is known when subjected to certain stresses (SIB No.: 2022-05 and AH SIN 3093-S-00, 3287-S-67).

Servo control transparency occurs when the aerodynamic loads exceed the capability of the hydraulic actuators of the main rotor, thus giving the impression of temporary jamming of the pilot controls. On AS350 helicopters, the most loaded actuator is the right hand (RH) actuator. The factors that affect servo control transparency are high airspeed, high collective pitch, high gross weight, high G-loads, or dynamic over-load and high-density altitude.

This phenomenon, in most cases, occurs smoothly and can be managed provided the pilot reacts properly, it can, under specific circumstances, lead to a rapid loss of altitude, particularly during a RH turn, or lead to a major deviation of the flight path. Servo control transparency can also occur suddenly, e.g. in case of a rapid onset of flight parameters such as a rapid change in wind speed/direction or a sudden flight control input by the pilot.

Although some of the flight conditions for the occurrence of the phenomenon were met in the event flight, namely the high speed and loading (mass) of the helicopter, the condition of changing the trajectory, with high loads imposed on the helicopter, did not occur. The images do not show any change in the trajectory that would have imposed a condition of overload on the servos, especially the one on the right, given the smooth turn made to the left. Altitude density was also not a significant factor.

2.3.3. Configuração dos servo-atuadores || Servo actuators configuration

Considerando ainda as declarações do piloto relativamente à dificuldade de controlo do helicóptero, foram detalhadas com o fabricante as possíveis configurações que pudessem influenciar tal sensação descrita.

O sistema de comandos de voo nas várias versões do modelo AS350 tem evoluído significativamente, com um sistema de atuação mecânica direta por ação do piloto, à instalação de um sistema hidráulico único (configuração do helicóptero) até a uma configuração atual de dois sistemas hidráulicos independentes.

Ao longo dos anos foram tentadas várias configurações (dimensão e servos) de atuadores e respetivo sistema de atuação.

Em determinada fase, a configuração tinha prevista a instalação de um limitador de fluxo hidráulico por forma a diminuir as oscilações induzidas pelos pilotos.

O limitador de fluxo restringe o fornecido no servo e, por essa via, limita a sua velocidade. Para um movimento correspondente a um curso completo em menos de um segundo, o piloto pode sentir uma ligeira resistência (não se trata de obstrução ou restrição ao movimento) que desaparece instantaneamente após a manobra.

Este limitador foi removido quando implementada uma modificação de um braço de atuação mais longo (modificação 07.3221).

Esta modificação de braço longo não limita a velocidade do atuador, reduzindo a amplitude de resposta do atuador para amortecer uma oscilação de alta frequência (a partir dos 5 Hz). Para um movimento rápido único, o braço longo não afeta a controlabilidade.

A configuração observada no servo atuador RH tinha um limitador com um braço longo. Como referido, o limitador produz um efeito sobre a velocidade máxima na extensão de resposta do atuador.

De acordo com o fabricante, a combinação desta configuração do limitador e braço longo torna o movimento com um amortecimento superior em solicitações de alta frequência (oscilações), com um efeito marginal em movimentos muito rápidos. Com base nos vídeos disponíveis e na análise da trajetória, a sequência observada não

Considering the pilot's statements regarding the difficulty of controlling the helicopter, the possible configurations that could influence such a described sensation were detailed with the manufacturer.

The flight control system in the various versions of the AS350 model has evolved significantly, from a system of direct mechanical actuation by pilot action, to the installation of a single hydraulic system (helicopter configuration) to a current configuration of two independent hydraulic systems.

Over the years, various configurations (size and servos) of actuators and their actuation system have been evaluated.

At a certain stage, the configuration had foreseen the installation of a hydraulic flow restrictor in order to reduce the risk of oscillations induced by the pilots (PIO).

The restrictor limits the flow supplied to the servo control and as such limits its speed. For a movement corresponding to a full stroke in less than one second, the pilot may feel a slight resistance (neither a hard point nor a restriction) which disappears instantly after the manoeuvre.

This restrictor was removed when a modification of a longer actuation arm (long lever) was implemented (modification 07.3221).

This long lever modification does not limit the speed of the actuator, instead it reduces the actuator's response bandwidth to dampen high-frequency oscillations (from 5 Hz). For a unique fast movement, the long lever does not affect controllability.

The configuration observed on the RH servo actuator consisted of both a long lever and a flow restrictor. As mentioned, the restrictor has an effect on the maximum speed on the bandwidth of the servo actuator response.

Therefore, according to the manufacturer, the restrictor and long lever configuration is more damped under high frequency solicitations (oscillations), with a marginal effect on very fast movements. Based on available videos and the trajectory analysis, the observed sequence did not involve any rapid movement of the controls.

mostrou qualquer movimento rápido dos comandos. A presença do limitador com um braço longo não afeta a controlabilidade do helicóptero e, portanto, não teve influência na sequência do acidente. Poderá, contudo, justificar esforços adicionais reportados pelo piloto em certos movimentos.

Em 2018, a Airbus Helicopters recomendou verificações nos parafusos (banjo) instalados, com o SB AS350-67.00.69 com uma menção explícita para a configuração POST MOD 07.3221, por forma a garantir que não tem limitador instalado.

A presença deste limitador no servo substituído em 2011 evidencia uma falha de configuração não detetada pelos serviços de manutenção contratados pelo proprietário e igualmente não detetado pelo operador.

The presence of a restrictor with a long lever does not affect the helicopter controllability and thus had no influence on the accident sequence. It may, however, justify additional efforts reported by the pilot in certain movements.

In 2018, Airbus Helicopters has recommended checks on banjo screws installed, with SB AS350-67.00.69 explicitly mentioning the POST MOD 07.3221 configuration, to ensure that it does not have a restrictor installed.

The presence of this restrictor on the servo replaced in 2011 shows a configuration flaw that was not detected by the owner's contracted maintenance services and also not detected by the operator.

2.4. Condições ambientais || Environmental conditions

2.4.1. Cenário da presença de aves e manobra de evasão || Bird presence and avoidance manoeuvre scenario

O piloto declarou ter observado uma ave de médio porte em rota de colisão com o helicóptero. Não sendo preciso na localização, o depoimento refere que terá ocorrido durante a descida e após livrarem os obstáculos artificiais na margem sul do rio Douro e antes de iniciar a volta à esquerda.

Na busca de evidências que corroborassem de forma independente tal cenário, foram recolhidas imagens de cinco fontes distintas que conjugadas cobrem os últimos 41 segundos do voo e onde é possível observar o helicóptero em voo. A trajetória registada pode ser descrita como um voo controlado em descida linear seguido de uma volta suave pela esquerda em descida e sem qualquer desvio aos rumos concordantes com a margem do rio.

O cenário de presença de ave reportada pelo piloto não é corroborado pelas evidências recolhidas as quais mostram não ter ocorrido qualquer desvio na trajetória do helicóptero.

The pilot stated that he had observed a medium-sized bird on a collision course with the helicopter. Not being precise in the location, the testimony stated that it occurred during the descent and after clearing the artificial obstacles on the south bank of the Douro River and before starting the turn to the left.

In the search for evidence that would independently corroborate this scenario, images were collected from five different sources that together cover the last 41 seconds of the flight and where it is possible to observe the helicopter in flight. The recorded trajectory can be described as a controlled flight in linear descent followed by a gentle turn to the left in descent and without any deviation from the concurring course with the riverbank.

The scenario of the presence of a bird reported by the pilot is not corroborated by the evidence collected, which shows that there was no deviation in the trajectory of the helicopter.

2.4.2. Espelho de água || Glassy water

Em termos de fatores ambientais, conforme já referido, as condições atmosféricas estavam favoráveis para a realização do voo com condições visuais normais. No entanto, há que referir que a conjugação das condições de luminosidade, a ausência de vento e a posição relativa do helicóptero sobre o leito do rio com uma extensão significativa, apresentavam ao piloto desafios relativamente à aferição e percepção da posição da aeronave em relação ao nível da água.

A superfície da água tinha condições para reflexão do céu e zona envolvente das margens do rio, conforme pode ser constatado na Figura 8.

Recorrendo à ferramenta *online* Suncalc, foi determinada a posição do Sol no momento do acidente. Não se constituindo como fator de encandeamento, a sua posição à direita da trajetória e o ângulo de 48°, criavam boas condições para reflexo do céu e do arvoredo (ver Figura 26).

In terms of environmental factors, as already mentioned, the atmospheric conditions were favourable for the flight with normal visual conditions. However, it should be noted that the combination of light conditions, the absence of wind and the relative position of the helicopter over a significant stretch of the riverbed, presented the pilot with challenges regarding evaluating and perception of the position of the helicopter's height above the water surface.

The surface of the water had conditions for reflection of the sky and the surrounding area of the riverbank, as can be seen in Figure 8.

Using the Suncalc online tool, the position of the Sun at the time of the accident was determined. Although not a blinding factor, its position to the right of the trajectory and at an angle of 48°, was conducive to the reflection of the sky and the trees (See Figure 26).

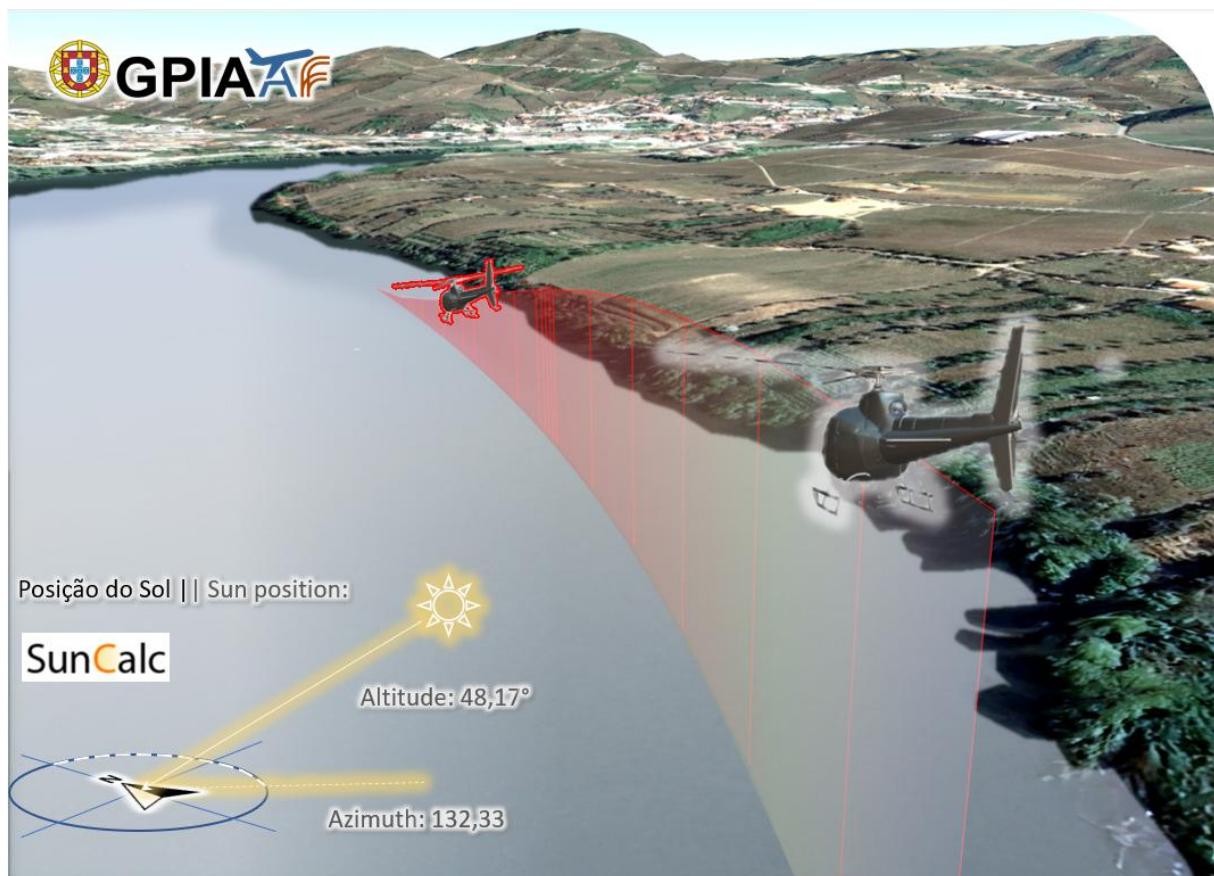


Figura 26

Simulação das condições de luminosidade || Simulation of light conditions

A aproximação a uma superfície de água vítreia requer treino e técnicas especiais atendendo às condições que dificultam a capacidade de um piloto avaliar adequadamente a altura do helicóptero acima da água.

A reduzida percepção de profundidade em águas vítreas é um fator frequente em acidentes envolvendo hidroaviões, mesmo entre pilotos experientes. O erro mais comum nestes eventos é precisamente não reconhecer a água como vítreia. Existem vários graus de água vítreia e, por vezes, não é uma condição óbvia. Segundo a publicação guia para hidroaviões da FAA (faa-h-8083-23-2), a água deve ser considerada vítreia se suportar reflexos. Se o piloto conseguir ver quaisquer reflexos, a sensação de altura acima da água será de alguma forma comprometida.

Numa condição de água vítreia, ainda que de forma parcial pela presença de uma ligeira ondulação, fica seriamente comprometida a percepção de profundidade. Neste caso, um piloto terá provavelmente alguma sensação de altura acima do nível da água, podendo não ser suficiente para uma aferição precisa na definição de determinada trajetória.

A ilusão de água vítreia dá uma sensação ao piloto de que está mais alto do que realmente está. Qualquer tipo de reflexo deve alertar um piloto para o perigo real do fenómeno de água vítreia.

Não foi possível determinar a condição e estado de limpeza do plexiglass do para-brisas, sendo de admitir um nível de distorção de imagem residual por adição de sujidade acumulada ao longo do voo.

Com base nas evidências recolhidas, é possível admitir com elevado grau de certeza que as condições de reflexo da superfície da água poderiam impactar na capacidade de julgamento do piloto relativamente à altura à água na escolha da trajetória do helicóptero.

Approaching a surface of glassy water requires training and some special techniques due to the difficulty of the pilot to properly assess the helicopter's height above the water.

Reduced depth perception over glassy waters is a frequent factor in accidents involving seaplanes, even among experienced pilots. The most common mistake in these events is precisely not recognizing that the water is glassy. There are various grades of glassy water and sometimes it is not an obvious condition. According to the FAA's seaplane guide (FAA-H-8083-23-2), water should be considered glassy if it can withstand reflections. If the pilot can see any reflections, the feeling of height above the water will be compromised in some way.

In a glassy water condition, even if partially due to the presence of a slight wave, the perception of depth is seriously compromised. In this case, a pilot will probably have some feeling of height above water level, which may not be enough for an accurate assessment to define the execution of a certain trajectory.

The glassy water illusion gives a pilot the feeling of being higher above the water surface than in reality. Any kind of reflexion should alert a pilot to the real danger of the glassy water phenomenon.

It was not possible to determine the condition and state of cleanliness of the windshield plexiglass, and a degree of residual image distortion due to the accumulation of dirt during the flight could not be discounted.

Based on the evidence collected, it is possible to consider with a high degree of certainty that the reflection conditions of the water surface could have affected the pilot's ability to judge the height over the water in choosing the helicopter trajectory.

2.5. Condições de sobrevivência || Survivability conditions

As colisões com o solo impõem esforços e condições desafiantes às aeronaves que, quando estas ocorrem com um determinado nível de energia e dinâmica de dissipação da mesma, se

Impacts with the ground impose challenging efforts and conditions on that, when the impact occurs with a certain level of energy and

tornam de sobrevivência improvável para os seus ocupantes.

Se a este cenário de colisão com energia elevada adicionarmos os perigos de uma pós-colisão em ambiente aquático, a probabilidade de sobrevivência decresce ainda mais por possibilidade de afogamento, normalmente associado à perda de consciência dos ocupantes.

2.5.1. Cintos de segurança || Seat belts

Os cintos de segurança são elementos essenciais para minimizar movimentação dos corpos no processo de desaceleração e evitar as denominadas colisões secundárias durante a dissipação da energia do acidente.

Embora as vantagens sejam claras e reconhecidas pela generalidade dos operacionais envolvidos em operações aéreas, ainda há casos de eventos onde se registam ocupantes sem o uso dos cintos ou estes são usados de forma parcial.

Os cintos em uso durante o evento provaram-se essenciais para a sobrevivência do piloto que, embora o evento se caracterize de sobrevivência improvável, beneficiou de um conjunto de condições favoráveis que, em conjunto, levaram ao melhor desfecho possível.

A energia absorvida pelos cintos, cadeira e deformação das respetivas calhas permitiu uma desaceleração e saída do habitáculo que, não sendo controlada, foi dissipando enormes quantidades de energia sem provocar lesões fatais.

Os restantes ocupantes foram confrontados com um cenário bem diferente. O ocupante da cadeira esquerda do cockpit, embora tivesse também os cintos apertados, teve uma trajetória de saída que não foi favorável, com a colisão direta com o painel de instrumentos e zona dianteira do helicóptero, provocando, provavelmente, perda de consciência e lesões fatais.

Os dois ocupantes do banco traseiro do lado esquerdo estavam a usar os cintos abdominais que ajudaram na retenção dos corpos, contudo, não terão ficado com espaço útil por flexão da estrutura primária inferior do helicóptero. Os restantes dois ocupantes do lado direito do banco traseiro, não usavam cintos e foram projetados com violência para fora do

dissipation dynamics, survival becomes unlikely for its occupants.

If we add to this high-energy impact scenario the dangers of post-impact in an underwater environment, the probability of survival decreases even further due to the possibility of drowning, usually associated with loss of consciousness of the occupants.

Seat belts are essential elements that minimize the movement of bodies in the deceleration process and avoid the so-called secondary impacts during the energy dissipation of an accident.

Although the advantages are clear and recognized by most of the team members involved in air operations, there are still cases where occupants have not worn seatbelts or they have been used partially.

The belts in use during the event proved essential for the survival of the pilot who, although the event was of unlikely survival, benefited from a set of favourable conditions that together led to the best possible outcome.

The energy absorbed by the belts, seat and deformation of the respective rails allowed a deceleration and exit of the cockpit which, being uncontrolled, dissipated enormous amounts of energy without causing fatal injuries.

The remaining occupants were faced with a very different scenario. The occupant of the left seat in the cockpit, although also wearing his belts, had an exit trajectory that was unfavourable, colliding directly with the instrument panel and front area of the helicopter, probably causing loss of consciousness and fatal injuries.

The two occupants seated on the left side of the bench seat were wearing the lap belts that helped in the retention of their bodies, but which would not have been left with useful survival space due to upward bending of the lower primary structure of the helicopter. The remaining two occupants on the right side of the bench seat, were not wearing any seat belts and

helicóptero com múltiplas colisões com a estrutura tendo sofrido perda de consciência e ferimentos fatais.

As evidências mostram que os cintos dorsais não estavam a ser usados por nenhum dos quatro elementos sentados no banco traseiro (ver Figura 11).

As equipas da UEPS têm formação específica nos procedimentos de embarque e utilização de dispositivos de segurança como os cintos de segurança. Embora as configurações das aeronaves possam diferir, quando equipadas com sistemas de cintos de três pontos, não há motivo para que estes não sejam utilizados.

Testemunhos referiram que a quantidade de equipamento de proteção individual usada pelos elementos da UEPS, e o espaço disponível a bordo, colocam desafios à colocação dos cintos dorsais.

O operador e, em específico, os seus pilotos são responsáveis por assegurar que todos os elementos a bordo cumprem com as especificações de segurança emitidas pelo fabricante da aeronave.

were projected with great force out of the helicopter with multiple impacts with the structure, having suffered loss of consciousness and fatal injuries.

Evidence shows that the shoulder harnesses were not being worn by any of the four persons sitting on the bench seat (see Figure 11).

The UEPS teams have specific training on boarding procedures and the use of safety devices such as seat belts. Although aircraft configurations may vary, when equipped with three-point belt systems, there is no reason why they should not be used.

Witnesses stated that the amount of personal protective equipment used by the UEPS team members and the space available on board, pose challenges to the use of the shoulder harnesses.

The operator and, specifically, its pilots are responsible for ensuring that all persons on board comply with the safety specifications issued by the helicopter manufacturer.

2.5.2. Uso de capacete pelo piloto || Helmet usage by the pilot

A causa mais comum de morte em acidentes aéreos de todos os tipos é o traumatismo craniano⁶. Ao longo dos anos têm sido empregues várias estratégias para reduzir a incidência deste tipo de trauma. Estes incluem a utilização de cintos abdominais e sistemas de retenção com arnês dorsal, tornar o *cockpit* menos letal, eliminando superfícies/botões contundentes e outras saliências, aumentando a quantidade de espaço à volta do ocupante e acolchoando superfícies suscetíveis de causar lesões⁷.

Neste domínio, as investigações ao longo dos últimos anos têm provado consistentemente o valor dos capacetes de voo em acidentes de aviação.

The most common cause of death in aircraft accidents of all types is head injury⁶. Over the years, several strategies have been employed to reduce the prevalence of head injuries. These include the use of lap belt and shoulder harness restraint systems and making the cockpit less lethal by eliminating sharp knobs and other protrusions, increasing the amount of space around the occupant, and padding surfaces likely to cause injury⁷.

Investigations over the past several years have consistently demonstrated the importance of flight helmets in aviation accidents.

⁶ McMeekin RR: Aircraft accident investigation. In: Fundamentals of Aerospace Medicine. DeHart RL, (ed). Philadelphia, Lea & Febiger, 1985. pp 762614

⁷ Glaister DH: Head injury and protection In: Aviation Medicine. Ernsting J. King P. (eds). 2nd ed, London, Butterworths, 1988, pp 174-184

São vários os exemplos de acidentes envolvendo aeronaves de asa rotativa em que o uso de capacete foi fator de sobrevivência essencial. Como exemplo o evento de um Bell 206L ([N10864](#)) em que duas pás do rotor principal colidiram com o capacete de um passageiro sentado no lugar da frente evitando lesões permanentes no mesmo.

A Parte SPO.IDE.H205 e respetivo material guia (GM) da EASA refere que cada pessoa a bordo deverá usar equipamento de proteção individual adequado ao tipo de operação realizada. O equipamento de proteção individual deve incluir, mas não está limitado a, fato de voo, luvas, capacetes, sapatos de proteção, etc.

Apesar dos esforços aos longo dos anos nos vários processos de investigação a acidentes envolvendo aeronaves no combate aos incêndios, com a emissão de várias recomendações de segurança, o atual enquadramento nacional não define a obrigatoriedade do uso de capacete nesta atividade de elevado risco.

Atualmente a discussão em outros ambientes regulatórios, que não o português, é feita em torno do tipo de capacete e das proteções que oferecem e não sobre a necessidade da sua utilização na qual há um consenso alargado sobre os seus benefícios.

There are several examples of accidents involving rotary-wing aircraft in which the use of helmets was an essential survival factor. As an example, the event of a Bell 206L ([N10864](#)), in which two blades of the main rotor struck the helmet of a passenger sitting in the front seat, preventing permanent injuries from occurring.

EASA's Part SPO.IDE.H205 and respective GM established that each person on board shall wear individual protective equipment that is adequate for the type of operation being undertaken. Personal protective equipment should include, but not be limited to flight suits, gloves, helmets, protective shoes, etc.

Despite the efforts over the years in the various investigation processes of accidents involving aircraft in firefighting, with the issuance of several safety recommendations, the current national framework does not require the mandatory use of helmets in this high-risk activity.

Currently, the discussion in regulatory circles other than the Portuguese one is made around the type of helmet and the protections it offers and not about the need for its use, in which there is a broad consensus on its benefits.



Figura 27 || **Figure 27**

Imagen representativa da posição do piloto, estrutura do helicóptero e zonas de contacto do capacete

|| Illustration of pilot's position, helicopter cabin frame and helmet contact areas

As marcas e danos no capacete (ver Figura 27) usado pelo piloto decorrente de colisões secundárias deste com a estrutura do helicóptero são testemunhos notórios da proteção oferecida pelo capacete, sendo fator determinante na sobrevivência, seja por lesão direta ou como dispositivo que terá contribuído para não perder os sentidos, o que levaria ao consequente afogamento.

Um capacete de voo é um dispositivo de segurança vital para pilotos e tripulação. Muitas vezes, os pilotos e pessoal de voo são obrigados a usar um capacete de voo, enquanto outros podem optar. A conclusão, no entanto, é que os profissionais de aviação e, em alguns casos, os passageiros enfrentam riscos únicos que podem tornar um capacete de voo indispensável, especialmente em helicópteros. Um capacete de voo é útil, se não crítico, na aviação onde em algumas funções, voar com um capacete se tornou padrão. Detalham-se cenários e riscos onde são evidentes as vantagens do uso de capacete:

Perigos de baixa altitude:

Voar a baixas altitudes aumenta o risco de colisões com linhas elétricas, árvores e outros obstáculos. Uma viseira forte e resistente a impactos fornece proteção ocular crucial contra detritos e potenciais impactos de colisões com aves. Um capacete protetor pode reduzir a probabilidade de concussões, perda de consciência e outros traumatismos cranianos.

Cenários de acidente com capotamento:

No caso de um acidente, o capacete pode proteger a cabeça no impacto, em particular de pás do rotor ou de colisão com o painel de instrumentos, laterais, itens soltos no interior do helicóptero ou em cenários em que a aeronave fica invertida.

Proteção e visibilidade da viseira:

Uma viseira resistente a impactos como a utilizada no evento, protege os olhos do piloto contra possíveis detritos, do vento e dos elementos em caso de quebra do para-brisa, garantindo condições de visibilidade e aumentando a consciência situacional. As viseiras oferecem ainda proteção UV e, em alguns modelos, revestimentos anti embaciamento que podem melhorar a acuidade visual e conforto.

The marks and damage to the helmet (See Figure 27) worn by the accident pilot resulting from secondary impacts with the structure of the helicopter are notorious testimonies of the protection offered by a helmet, being a determining factor in survival, whether by direct injury or as a device that will have contributed to not losing consciousness, which would lead to the consequent drowning.

A flight helmet is a vital safety device for pilots and crew. Often, pilots and flight personnel are required to wear a flight helmet, while others can choose whether to do so. The bottom line, however, is that aviation professionals and, in some cases, passengers face unique risks that can make a flight helmet indispensable, especially in helicopters. A flight helmet is useful, if not critical, in aviation where in some roles, flying with a helmet has become standard. Scenarios and risks are detailed where the advantages of wearing a helmet are evident:

Low-Altitude Hazards:

Flying at low altitudes increases the risk of collisions with powerlines, trees, and other obstacles. A strong, impact-resistant visor provides crucial eye protection from debris and potential impact from bird strikes. A protective helmet shell can reduce the likelihood of concussions, loss of consciousness, and other head trauma.

Crash and rollover scenarios:

In the event of an accident, a flight helmet can shield the head from impact, especially from rotor blades and cockpit instruments and also impact to walls, lose items inside the helicopter or in scenarios where the helicopter becomes inverted.

Visor protection and visibility:

An impact-resistant visor like the one used in the event protects the pilot's eyes from possible debris, wind and the elements in the event of a breakage of the windshield, ensuring visibility conditions and increasing situational awareness. The visors also offer UV protection and, in some models, anti-fog coatings that can improve visual acuity and comfort.

Redução de ruído:

Os *cockpits* e cabines dos helicópteros são ambientes com níveis de ruído elevado. O uso de funcionalidades de cancelamento eletrônico de ruído é essencial para uma comunicação clara, proteção auditiva e redução de fadiga.

Listam-se exemplos de padrões e normas técnicas europeias típicas atuais dos capacetes de voo:

Absorção de choque: EN966:2006 – ANSI Z90.1, com resistência à penetração pelas normas EN966:2012, EN443:2008, EN12492:2012, um isolamento acústico: 23dB @ 1000 Hz, possuir viseira(s) e arnês de libertação rápida.

Se analisarmos um fator básico como a colisão com aves, a maior parte da frota civil de helicópteros da UE não foi concebida para resistir à colisão com aves. A EASA refere no SIB No.: 2021-07 o aumento de colisões de aves envolvendo helicópteros civis, elevando o risco de ferimentos graves ou fatais aos ocupantes e danos substanciais aos rotores. Ao contrário dos projetos de helicópteros militares, os helicópteros civis têm muito pouca proteção balística e apenas 10% da frota de helicópteros civis da UE foi certificada com o requisito de colisão com aves CS29.631. A publicação detalha ainda: *No mínimo, a tripulação deve utilizar, sempre que possível, equipamentos de proteção individual composto por capacete e viseira.*

Não se antevê qualquer razão para que os pilotos de helicópteros a desempenhar funções numa atividade comercial de alto risco, não possam usar capacete de voo. Nesse mesmo sentido, foram feitas, ao longo dos anos, recomendações ao regulador e aos vários gestores dos meios aéreos ao serviço do dispositivo nacional de combate aéreo aos incêndios no sentido de mitigar esta falha de segurança.

É recomendado o uso de capacete de voo por parte dos tripulantes dos helicópteros envolvidos em missões de combate a incêndios florestais. (19-INCID-2008 D-HEPP)

O presente evento, desta vez com resultado positivo para o piloto, atendendo também ao uso de capacete por indicação do operador, é mais uma evidência da necessidade de tornar este equipamento obrigatório neste tipo de operação.

Noise reduction:

Helicopter cockpits and cabins are environments with high noise levels. The use of electronic noise cancellation features is essential for clear communication, hearing protection and fatigue reduction.

Examples of current European technical standards and norms typical of flight helmets are listed below:

Shock absorption: EN966:2006 – ANSI Z90.1, with resistance to penetration EN966:2012, EN443:2008, EN12492:2012 standards, sound insulation: 23dB @ 1000 Hz, have visor(s) and quick-release harness.

If we consider a basic factor such as bird strikes, most of the EU's civilian helicopter fleet is not designed to withstand bird strikes. EASA refers in SIB No.: 2021-07 to the increase in bird strikes involving civilian helicopters, increasing the risk of serious or fatal injuries to occupants and substantial damage to rotors. Unlike military helicopter designs, civil helicopters have very little ballistic protection and only 10% of the EU civilian helicopter fleet has been certified according to CS29.631 bird strike requirements.

The EASA publication details: *Utilise personal protective equipment consisting of a helmet and visor, at least by the crew, when practicable.*

There is no reason why helicopter pilots working in a high-risk commercial environment should not be able to wear flight helmets. In the same sense, recommendations have been made, over the years, to the regulator and to the various managers of the air assets at the service of the national mechanism for aerial firefighting in order to mitigate this flight safety shortcoming.

It is recommended the use of flight helmets by the crew of helicopters involved in forest firefighting missions. (19-INCID-2008 D-HEPP)

The present event, this time with a positive result to the pilot, given the use of a helmet using the operator advice, is further evidence of the need to make this equipment mandatory in this type of operation

2.5.3. O uso de colete pelas tripulações || Life vest usage by crew

Embora o acidente tenha tido um enquadramento distinto pela energia envolvida na colisão com a água, os eventos num passado recente demonstram que os pilotos envolvidos no combate aéreo aos incêndios estão sujeitos a um risco adicional no momento em que estão a recolher água onde não são raras as ocorrências nesta fase do voo. Se no presente acidente a colisão tivesse envolvido uma menor quantidade de energia, o uso de colete poderia ser instrumental na sobrevivência dos ocupantes da aeronave.

Mais uma vez, o regulador nacional e o gestor contratual deixam à descrição do piloto o uso de tais equipamentos sem que haja uma análise de risco que suporte ou isente o seu uso.

Por mera casualidade, o piloto possuía uma preparação prévia em técnicas de sobrevivência em ambiente aquático (*underwater escape training*) para se libertar da cadeira e emersão à superfície, mesmo sem colete.

Em 2015 foi emitida uma recomendação de segurança à ANAC nos seguintes termos:

Recomenda-se que as tripulações envolvidas em operações sobre a água, nomeadamente os pilotos de helicóptero e de aviões anfíbios passem a usar coletes de salva-vidas (...) (12-ACCID-2015 CS-HMH)

Esta recomendação encontra-se sem uma resposta útil por parte da ANAC para a preocupação de segurança elencada no respetivo processo de investigação.

Although the accident had a different context due to the energy involved in the impact with water, events in the recent past demonstrate that pilots involved in aerial firefighting are subject to an additional risk when they are collecting water where occurrences at this stage of the flight are not uncommon. If in the present accident the impact had occurred in a lower energy state, the use of a life vest could have been instrumental in the survival of the occupants of the aircraft.

Once again, the national regulator and the contractual manager leave the use of such equipment to the discretion of the pilot without any risk analysis that supports or exempts its use.

By mere chance, the pilot had a previous preparation in survival techniques in an underwater environment (Helicopter Underwater Escape Training (HUET)) to free himself from the seat and emerge to the surface, even without a life vest.

In 2015, a safety recommendation was issued to ANAC in the following terms:

It is recommended that crews involved in over-water operations, namely helicopter and amphibious aircraft pilots, begin wearing life jackets (...) (12-ACCID-2015 CS-HMH)

This recommendation has not received any useful response from ANAC to the safety concern highlighted in the respective investigation.

3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

3.1. Constatações da investigação || Investigation findings

3.1.1. A aeronave || The helicopter

- 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 relativamente à combinação e configuração do servo atuador RH não tiveram influência na ocorrência;
- d) Todos os danos observados durante o exame da aeronave foram identificados, analisados e determinados como consequência da sequência da colisão;
- e) O motor estava a operar e a debitar potência no momento em que a aeronave colidiu com a superfície da água;
- f) Não havia evidência de falhas na estrutura da aeronave ou mau funcionamento dos sistemas antes da colisão com a água;
- g) A massa e o centro de gravidade da aeronave estavam fora dos limites prescritos no momento da descolagem para a missão;
- h) A observada trajetória em descida constante com baixas cargas G's, não é conducente a contribuir para uma sobrecarga do sistema do rotor principal que pudesse induzir prisões ou bloqueio de comandos;
- i) A aeronave foi destruída pelas forças geradas no impacto com a água;
- j) 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.

3.1.2. Tripulação || Crew

- a) O piloto estava licenciado e qualificado para o voo de acordo com os regulamentos existentes;
- b) O piloto estava declarado como clinicamente apto para exercer os seus privilégios concedidos na respetiva licença de voo;

- a) The records show that the helicopter was certified, equipped and maintained in accordance with existing regulations and approved procedures;
- b) The helicopter was airworthy when dispatched for the flight;
- c) The discrepancies found in the RH servo control configuration had no influence on the occurrence;
- d) All the damage observed during examination of the helicopter wreckage were identified and analysed as a consequence of the impact sequence;
- e) The engine was operating and delivering high power at the moment the helicopter collided with the surface of the water;
- f) There was no evidence of any failures in the helicopter structure or malfunction of the systems before the impact with water;
- g) The mass and centre of gravity of the helicopter were outside the prescribed limits when it took off for the mission;
- h) The observed constant descent trajectory and low G load factor was not conducive to contributing to the on-set of an aerodynamic overload of the rotor system to induce a jam or control lock;
- i) The helicopter was destroyed by the forces generated on impact with water;
- j) The helicopter was not equipped with a flight data recorder (FDR) or cockpit voice recorder (CVR), nor was this required by regulation.

- c) Os registos de formação do piloto não evidenciam formação relevante em fatores humanos e gestão do risco;
- d) Os exames médicos realizados ao piloto no internamento na sequência do acidente não procuraram a presença de álcool ou drogas.
- e) A equipa helitransportada (UEPS) não teve qualquer formação de CRM e enquadramento de fatores humanos em ambiente aeronáutico, nem tal é exigido pela regulamentação nacional.

3.1.3. Operações de voo || Flight operations

- a) O voo foi realizado a altitudes inferiores aos limites referidos nos regulamentos e nos procedimentos do Manual de Operações do operador;
- b) Foi seguido um desvio à rota direta de regresso à base de Armamar, por motivo que não foi explicado pelo piloto nem possível determinar pela investigação. Tais desvios com sobrevoo a baixa altitude o leito do rio Douro não era incomum entre os pilotos dos vários operadores;
- c) As condições meteorológicas eram propícias à realização da missão;
- d) As condições visuais na área do acidente eram propícias ao fenómeno de água espelhada (vítreia);
- e) A avaliação dos destroços e das imagens disponíveis sugerem que o helicóptero esteve sempre sob controlo do piloto;
- f) O sistema de gestão de segurança operacional do operador não contemplava a recolha e análise de dados de voo por forma a detetar possíveis desvios, nem tal é exigido pela regulamentação nacional;
- g) Não foi possível identificar um processo de supervisão efetivo dos pilotos pelo operador relativo aos desvios realizados nas missões;
- h) Não era realizada, pela entidade contratante, qualquer análise de desvios aos voos contratados no dispositivo nacional;
- i) O enquadramento regulamentar da atividade não atende às necessidades de treino em fatores humanos identificadas em vários processos de investigação a ocorrências envolvendo aeronaves no combate aéreo aos incêndios florestais ao longo dos últimos anos.
- c) The pilot's training records do not show any relevant training in human factors and risk management;
- d) The medical examinations carried out on the pilot at the hospital following the accident did not look for the presence of alcohol or drugs;
- e) The heliborne team (UEPS) did not receive any CRM training and human factors framework in an aeronautical environment, nor is this required by national legislation.

- a) The flight was carried out at altitudes below the limits referred to in regulations and procedures of the operator's Operations Manual;
- b) A detour to the direct route back to the Armamar base was followed, for reasons that were not explained by the pilot nor could it be determined by the investigation. Such detours with low-altitude overflights of the Douro River bed were not uncommon among the pilots of the various operators;
- c) The weather conditions were conducive to carrying out the mission;
- d) The visual conditions in the area of the accident were conducive to the phenomenon of mirrored (glassy) water;
- e) The evaluation of the wreckage and the available images suggest that the helicopter was always under the pilot's control;
- f) The operator's safety management system did not include the collection and analysis of flight data in order to detect possible deviations, nor is this required by national legislation;
- g) It was not possible to identify any effective supervision process of pilots by the operator regarding route deviations made during missions;
- h) No analysis of deviations from flights contracted for the national mechanism was carried out by the contracting entity;
- i) The regulatory framework of the activity does not meet the needs for training in human factors as identified in several investigations into occurrences involving firefighting aircraft engaged in forest fires, in recent years.

3.1.4. Sobrevivência || Survivability

- a) O piloto usava os cintos de segurança de quatro pontos;
- b) O piloto usava, por indicação do operador, um capacete adequado à missão que terá contribuído para minimizar lesões e foi fator de sobrevivência no acidente;
- c) A dinâmica da colisão com a água, atendendo à presença do cesto no patim esquerdo, contribuiu para a trajetória de saída do piloto da aeronave, sem lesões maiores;
- d) O treino do piloto em ambiente aquático terá contribuído para a sua libertação da cadeira e emersão à superfície;
- e) Os ocupantes do banco traseiro não usavam cintos dorsais e apenas dois elementos usavam cinto abdominal;
- f) O enquadramento regulamentar da atividade não obriga a uma análise de risco pelos operadores sobre a necessidade de uso de equipamentos de proteção individual, conforme práticas recomendadas em operações de risco inferior.

- a) The pilot was wearing his four-point seat belts;
- b) The pilot wore, following operator advice, a mission suitable helmet that would have contributed to minimizing injuries and was a survival factor in the accident;
- c) The dynamics of the impact with the water, given the presence of the utility basket on the left skid, contributed to the pilot's ejection trajectory from the helicopter, without major injuries;
- d) The pilot's training in underwater environment will have contributed to his release from the seat and emergence to the surface;
- e) The occupants of the rear seat were not wearing their shoulder harnesses and only two persons wore lap belts;
- f) The regulatory framework of the activity does not require a risk analysis by operators on the need to use personal protective equipment, as is best practice in lower risk operations.

3.2. Fatores que podem ser excluídos || Factors that can be ruled out

- a) A investigação não detetou quaisquer falhas técnicas ou irregularidades relacionadas com o helicóptero que pudessem ter tido qualquer influência na sequência dos acontecimentos;
- b) O motor estava a debitar potência no momento da colisão com a água e não há evidência de deficiências;
- c) Para além da declaração do piloto, não há evidência ou indício que sugira que tenha estado envolvido no acidente uma manobra evasiva e/ou de colisão com aves;
- d) Apesar da probabilidade de transparência dos servos no modelo da aeronave aumentar com velocidades elevadas, cargas no coletivo, massa da aeronave elevada e cargas aerodinâmicas, não há evidências que suportem a ocorrência de tal fenómeno durante a sequência do acidente;
- e) As condições atmosféricas não foram um fator para o evento;

- a) The investigation has not found any technical faults or irregularities relating to the helicopter that could have had any influence on the sequence of events;
- b) The engine was delivering high power at the time of the impact with the water and there is no evidence of deficiencies;
- c) Despite the pilot's statement, there is no evidence or indication to suggest that the accident was the result of an evasive manoeuvre and/or a collision with birds;
- d) Although the probability of servo transparency in the aircraft model increases at high speeds, collective loads, high aircraft mass, and aerodynamic loads, there is no evidence to support the occurrence of such a phenomenon during the accident sequence;
- e) The atmospheric conditions were not a factor in the accident;

- f) A intervenção intencional ou não intencional no voo por parte dos elementos da equipa foi excluída pelo próprio piloto;
- g) A possibilidade de interferência nos comandos de objetos soltos é improvável.

- f) Intentional or unintentional intervention of the flight by the team members was excluded by the pilot himself;
- g) The possibility of interference from loose objects in the controls is improbable.

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

3.3.1. Causas prováveis || Probable causes

A causa determinada para o acidente foi o contacto do helicóptero com a superfície da água do rio, num voo a baixa altitude, durante o regresso à base após o cancelamento de uma missão de combate aéreo a um incêndio rural.

The cause determined for the accident was the helicopter's contact with the surface of the river water, on a low-altitude flight, during the return to base after cancellation of an aerial firefighting mission to a rural fire.

3.3.2. Fatores contributivos || Contributing factors

Contribuíram para o acidente:

- a decisão do piloto na escolha da trajetória de regresso à base, com o sobrevoo do rio a elevada velocidade e baixa altitude, aumentando consideravelmente o risco do voo;
- possível perda de consciência situacional do piloto pelas condições visuais (espelho de água) presentes na área da colisão, criando condições para uma deficiente avaliação da distância do helicóptero em relação ao plano de água;
- a elevada massa da aeronave com uma posição dianteira do CG fora do envelope de cargas contribuiu para um atraso na redução da razão de descida nos instantes precedentes à colisão com a água;
- o não cumprimento da regulamentação e procedimentos operacionais relativos às altitudes mínimas de voo;
- a normalização de desvios e aceitação generalizada entre os envolvidos na atividade de combate aéreo aos incêndios das práticas de sobrevoo de determinadas áreas a baixa altitude, sem motivo operacional, pelas aeronaves afetas aos DECIR;
- ausência de supervisão dos voos pelo operador, contratante do serviço e autoridade de certificação da operação.

The following contributed to the accident:

- the pilot's decision to choose the trajectory to return to base, with the overflight of the river at high speed and low altitude, considerably increasing the risk of the flight;
- possible pilot loss of situational awareness due to the visual conditions (glassy/mirrored water) present in the impact area, creating conditions for a deficient assessment of the helicopter distance to the water surface;
- the high mass of the helicopter with a forward CG position out of loading envelope contributed to a delay in reducing the rate of descent in the moments preceding the impact with water;
- the non-compliance with the regulations and operating procedures relating to minimum flight altitudes;
- the normalization of deviations and widespread acceptance among those involved in the aerial firefighting activity of the practices of overflight of certain areas at low altitude, without any operational justification, by aircraft assigned to DECIR;
- absence of flight supervision by the operator, service contractee and certifying authority of the operation.

3.4. Comentários || Comments

O risco é uma função de probabilidade e das respetivas consequências. A percepção do risco é o reconhecimento do risco inerente a uma determinada atividade. Os pilotos de helicóptero, particularmente os pilotos que realizam operações de voo a baixa altitude, por regra estão cientes dos riscos envolvidos.

Contudo, essa percepção de risco pode ser alterada e distorcida a partir de experiências passadas de cada piloto, sendo de esperar que situações que representam um elevado nível de risco para um indivíduo possam significar, no entendimento de outros, um risco reduzido. Adicionalmente, pilotos que vivenciaram eventos de perigo elevado tendem a ter uma menor percepção do risco⁸ quando comparados a pilotos sem experiências passadas. Da mesma forma, indivíduos que repetidamente realizam uma atividade perigosa com nenhuma ou poucas repercussões negativas, podem tornar-se tolerantes ou habituados a um nível elevado de risco. É neste ponto crítico que normalmente surgem as ocorrências de segurança, quando os riscos percecionados da atividade não correspondem aos riscos e perigos reais.

O relaxar dos procedimentos ou simplesmente a aceitação de desvios como os voos a baixa altitude sem motivo de missão, coincidentemente sobre zonas de interesse paisagístico, são práticas observadas com alguma frequência e que se evitadas, poderiam ter impedido a ocorrência.

Daí a necessidade de preparar cada vez melhor os pilotos para reconhecerem a cada e em todo o momento os riscos em que estão envolvidos. Essa consciencialização está longe de ser um trabalho solitário e necessita de alertas constantes dos pares, dos operacionais envolvidos e de um sistema de treino e monitorização eficaz pelas organizações. Saber ouvir e conseguir ler uma e outra vez os sinais das equipas é uma capacidade que se treina. Felizmente é também a base das formações de CRM há muito estudadas e amplamente debatidas em âmbito da operação do transporte aéreo comercial.

Risk is a function of probability and its consequences. Risk perception is the recognition of the risk inherent in a given activity. Helicopter pilots, particularly pilots who perform low-altitude flight operations, are usually aware of the risks involved.

However, risk perception can be altered and distorted from the past experiences of each pilot, and it is to be expected that situations that represent a high level of risk for an individual may mean, in the opinion of others, a reduced risk. Additionally, pilots who have experienced high-hazard events tend to have a lower perception of risk⁸ when compared to pilots without past experience.

Similarly, individuals who repeatedly perform a dangerous activity with no or few negative repercussions may become tolerant or accustomed to a high level of risk. It is at this critical point that usually safety occurrences will arise; when the perceived risks of the activity does not correspond to the real risks and dangers.

The relaxation of procedures or simply the acceptance of deviations such as low-altitude flights without operational reason and coincidentally over sightseeing areas or points of landscape interest, are frequently observable practices that, if avoided, could have prevented the occurrence.

Hence the need to prepare pilots better and to better recognize at all times the risks in which they are involved. This awareness is far from being a solitary work and requires constant alerts from peers, the operatives involved and an effective training and monitoring system by organizations. Knowing how to listen and be able to read the signals of the teams over and over again is a skill that is trained for. Fortunately, it is also the basis of the long-studied and widely debated CRM trainings within commercial air transport operations.

⁸ Rudin-Brown, C. and Jamson, S. (2013) Behavioural Adaptation and Road Safety: Theory, Evidence and Action

Sendo a operação de combate aéreo aos incêndios uma atividade que, de longe, representa um risco operacional superior a qualquer outra atividade aérea, cabe aos reguladores da atividade implementarem barreiras e defesas ativas para não só minimizar a exposição ao risco mas, não menos importante, minimizarem as consequências de um eventual acidente adotando medidas passivas.

Conforme amplamente debatido em relatórios de investigação de eventos semelhantes, a implementação e validação dos requisitos de formação das tripulações, nomeadamente nos aspetos dos fatores humanos deve ser urgentemente revista.

Dentro da mesma temática, embora com profundidades diferentes, a formação e alerta para as questões de segurança operacional, cultura justa e de reporte de ocorrências, é também essencial para os restantes elementos embarcados, em específico, as equipas da UEPS.

Do lado do operador, que está a dar os primeiros passos relativamente à estruturação dos procedimentos e cultura *safety*, será relevante que o seu sistema seja assente em dados reais da operação. O uso de ferramentas de FDM, devidamente adaptadas à realidade da operação, parecem ser um caminho natural, tirando partido da experiência e do caminho traçado por entidades sujeitas também a níveis de risco significativo, p. ex. a operação nas plataformas petrolíferas. A supervisão de comportamentos dos seus operacionais, incluindo pilotos, é um ponto essencial na gestão dos níveis de exposição ao risco.

Na vertente da minimização das consequências, é primordial que a atividade seja regulada no que diz respeito às proteções passivas, desde logo na escolha dos modelos das aeronaves e seus sistemas incorporados que minimizem ferimentos decorrentes de acidentes e, num nível absolutamente básico, a proteção individual dos operacionais.

As atividades aéreas reguladas pela EASA com níveis de exposição ao risco francamente inferiores ao combate aéreo aos incêndios, requerem que “*cada pessoa a bordo deverá usar equipamento de proteção individual adequado ao tipo de operação realizada*” (Parte

As aerial firefighting operation is an activity that, by far, represents an operational risk greater than any other aerial activity, it is up to the regulators of the activity to implement barriers and active defences to not only minimize exposure to risk but, not least, minimize the consequences of a possible accident by adopting passive measures.

As widely discussed in investigation reports of similar events, the implementation and validation of crew training requirements, including in human factors aspects, should be urgently reviewed.

Within the same theme, although with different depth, training and alerting to operational safety issues, just culture and occurrence reporting, is also essential for the other persons on board, specifically, the UEPS teams.

On the operator's side, which is taking the first steps regarding the structuring of procedures and safety culture, it will be relevant that its system is based on real data from the operation. The use of FDM tools, duly adapted to the reality of the operation, seems to be a natural path, taking advantage of the experience and the path traced by entities also subject to levels of significant risk, e.g. offshore operations on oil platforms. Supervising the behaviour of all personnel, including pilots, is an essential point in managing levels of exposure to risk.

In terms of minimizing the consequences, it is essential that the activity is regulated with regard to passive protection, starting with the choice of aircraft models and their incorporated systems that minimize injuries resulting from accidents and, at an absolutely basic level, the individual protection of personnel.

Aerial activities regulated by EASA with levels of exposure to risk significantly lower than aerial firefighting, require that “*each person on board must wear personal protective equipment appropriate to the type of operation carried out*” (Part SPO.IDE.A205). Reinforcing that “*personal*

SPO.IDE.A205). Reforçando que “*o equipamento de proteção individual deve incluir, mas não está limitado a, fato de voo, luvas, capacetes, sapatos de proteção, etc.*”. Não se entende a resistência do regulador nacional quanto à não implementação de obrigatoriedade do uso de tais equipamentos, quando demonstradamente se comprova a sua utilidade e, por oposição, não foram realizados estudos que não o recomendem conforme requerido pela legislação.

Tomando como exemplo o uso de cintos de segurança, 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.

O operador deverá assegurar que os dispositivos desenhados para garantir a segurança dos ocupantes das aeronaves são efetivamente utilizados. Todos os desvios a este princípio básico devem ser sujeitos a uma análise de sustentação técnica com o suporte do fabricante e regulador.

protective equipment should include, but is not limited to, flight suit, gloves, helmets, protective shoes, etc.”. The resistance of the national regulator regarding the non-implementation of mandatory use of such equipment is not understandable, when its usefulness is demonstrated and, on the contrary, no studies have been carried out that do not recommend it as required by legislation.

Taking the use of seat belts as an example, 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 torso seat belts are installed on aircraft and used by their occupants.

The operator should ensure that devices designed to ensure the safety of aircraft occupants are effectively used. All deviations from this basic principle must be subject to a technically supported analysis with the support of the manufacturer and regulator.

4. RECOMENDAÇÕES || RECOMMENDATIONS

De acordo com o artigo 17.3 do Regulamento Europeu (SAI) 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 subsistem.

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 FAP || By Portuguese Air Force – FAP

Tendo em consideração os achados iniciais da investigação transmitidos em sede própria à estrutura da Força Aérea Portuguesa, esta, seguindo os seus procedimentos internos, definiu um processo de supervisão de desvios aos serviços contratados aos operadores:

Foi constituída internamente uma equipa para analisar as rotas seguidas pelas aeronaves contratadas pela Força Aérea, no decurso das missões que lhes são atribuídas, no âmbito do DECIR pela ANEPC, com o objetivo de identificar eventuais desvios que possam suscitar dúvidas relativamente à finalidade da missão. A Força Aérea declarou e informou os contratados que perante tais “desvios” e em caso de dúvida, a Força Aérea, através do Gabinete Coordenador

Taking into account the initial findings of the investigation transmitted at its headquarters to the structure of the Portuguese Air Force, the latter, following its internal procedures, defined a process for supervising deviations from the services contracted to the operators:

A team was set up internally to analyse the routes followed by the aircraft contracted by the Air Force, during the missions assigned to them, within the scope of DECIR by ANEPC, with the aim of identifying any deviations that may raise doubts regarding the purpose of the mission. The Air Force declared and informed the contractors that in the face of such “deviations” and in case of doubt, the Air Force, through the Coordinating Office of the Mission in the scope of Rural Fires

da Missão no âmbito dos Incêndios Rurais (GCMIR), irá solicitar informações adicionais aos respetivos operadores.

Ainda no mesmo tema de utilização dos dados dos *trackers*, é fundamental que no modelo de gestão contratual definido para estes meios sejam tidos em devida consideração os ensinamentos de segurança retirados de eventos de segurança passados, com vista a eliminar fatores de risco controláveis antecipadamente, como são os casos de operação nas proximidades de linhas de transporte de energia ou de desvios intencionais e sistemáticos às missões atribuídas.

As especificações europeias de certificação para helicópteros ligeiros (CS-27) não exigem que os helicópteros estejam equipados com gravadores de dados, situação semelhante nos requisitos operacionais para a maioria da frota mundial de helicópteros. A consequente falta de dados de voo tem um impacto significativo nos esforços de investigação de acidentes, impedindo frequentemente a identificação de fatores causais ou da cadeia de eventos conducentes ao acidente, o que, por sua vez, impede o estabelecimento de barreiras adequadas para evitar situações semelhantes de acidentes futuros.

No seguimento de acidentes passados, o GPIAAF emitiu uma recomendação de segurança à Força Aérea (PT.SIA 2023/05) para alterar os parâmetros de recolha de dados dos *trackers* para que estes pudessem ser úteis à investigação. Conforme debatido em 2.2.1, seria de todo relevante que a FAP implementasse rapidamente o requisito técnico de uma maior frequência na transmissão de dados.

Relativamente ao uso obrigatório de capacete pelos pilotos, a Força Aérea informou:

"A Força Aérea tornou obrigatória a utilização de capacete, por parte de todos os pilotos de helicópteros, o que já está refletido, em todos os novos contratos em vigor. Esta disposição passa por verificação da existência de capacete, no início de cada contrato, complementada por visualização do seu uso em cada missão, através de terceiros ou dos inspetores da Força Aérea, sempre que se desloquem aos CMA, em missão de fiscalização."

(Gabinete Coordenador da Missão no Âmbito dos Incêndios Rurais - GCMIR), will request additional information from the respective operators.

Still on the same topic of using tracker data, it is essential that in the contractual management model defined for these assets, due consideration is given to the safety lessons learned from past safety events, with a view of eliminating risk factors that can be controlled in advance, such as cases of operation in the vicinity of power transmission lines or intentional and systematic deviations from the assigned missions.

EU certification specifications for small rotorcraft (CS-27) do not mandate that helicopters be equipped with data recorders, nor do operational requirements for a large part of the worldwide helicopter fleet. The resulting lack of flight data severely impacts the effort needed for accident investigation and often prevents the identification of causal and contributing factors or the chain of events leading to an accident, which in turn prevents the establishment of suitable barriers for future avoidance of similar accidents.

Following past accidents, GPIAAF issued a safety recommendation to the Air Force (PT.SIA 2023/05) to change the trackers' data collection parameters so that they could be useful for investigation. As discussed in 2.2.1, it would be most relevant for the FAP to quickly implement the technical requirement of a higher frequency in data transmission.

Regarding the mandatory usage of helmets by the pilots, the Air Force informed:

"The Air Force has made the use of helmets mandatory for all helicopter pilots, which is already reflected in all new contracts in force. This provision involves verification of the existence of a helmet, at the beginning of each contract, complemented by oversight of its use in each mission, through third parties or Air Force inspectors, whenever they travel to the CMA, on the oversight activities."

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:

4.2.1. Ao operador || To the operator

A recolha e análise de dados de segurança é um processo contínuo que permite uma monitorização do desempenho de indicadores de segurança operacional. A recolha de dados permite que as organizações avaliem a eficácia das medidas implementadas e façam os necessários ajustes. Os indicadores de desempenho (SPIs) são frequentemente utilizados para acompanhar a evolução dos temas sinalizados e identificar novos domínios em que são necessárias melhorias.

A tecnologia atualmente disponível facilita a recolha desses dados não se vislumbrando qualquer razão válida para a não adoção de medidas, procedimentos e tecnologia que permita a recolha de dados reais da operação.

Tendo em atenção o tipo de operação, as ferramentas disponíveis e os métodos de monitorização comprovadamente eficientes e disponíveis, o operador deverá fortalecer o seu sistema de gestão de segurança com tais ferramentas. Nesse sentido:

Ao Operador:

Recomendação de Segurança PT.SIA 2025/02

Recomenda-se que o operador reavalie o seu Sistema de Gestão de segurança por forma a implementar um sistema de recolha e tratamento de dados de voo, agindo sobre os desvios identificados conforme práticas estabelecidas e ferramentas de monitorização de dados de voo em helicópteros (HFDM) ou outra que entenda como pertinente.

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:

Safety data collection and analysis are ongoing processes, allowing for continuous monitoring of safety performance.

Data collection enables organizations to evaluate the effectiveness of implemented measures and make adjustments as needed. Safety performance indicators (SPIs) are often used to track progress and identify new areas where further improvement is needed.

The technology currently available facilitates the collection of this data, and there is no valid reason not to adopt measures, procedures and technology that allow the collection of real data from the operation.

Taking into account the type of operation, the available tools and the monitoring methods proven to be efficient and available, the operator should strengthen its safety management system with such tools. In this sense:

To Operator:

Safety Recommendation PT.SIA 2025/02

It is recommended to the operator to re-evaluate its Safety Management System in order to implement a process to collect and process flight data, acting on deviations identified according to established practices and helicopter flight data monitoring (HFDM) tools or other considered pertinent to the purpose.

A exposição ao risco numa operação de combate aéreo aos incêndios justifica, por si só, a adoção de todas as medidas de mitigação comprovadamente eficazes na prevenção das ocorrências, redução da sua frequência e, em último caso, minimização das suas consequências.

Os equipamentos de proteção individual são a última barreira na mitigação das consequências de um acidente. A obrigatoriedade de uso de equipamento de proteção individual como o fato de voo, capacete, calçado adequado, etc., por política interna do operador, serão o primeiro passo para demonstrar um compromisso com os princípios de segurança.

Ao Operador:**Recomendação de Segurança PT.SIA 2025/03**

Recomenda-se que o operador faça uma análise de risco da sua operação e determine os equipamentos de segurança mínimos a bordo tendo por base o previsto na Part-SPO.IDE.H205 e respetivo GM. Deve ainda estabelecer procedimentos efetivos por forma a garantir que os ocupantes utilizam os sistemas de segurança a bordo previstos pelos fabricantes das aeronaves e determinado pelos reguladores.

Exposure to risk in aerial firefighting operations justifies, in itself, the adoption of all mitigation measures proven to be effective in preventing occurrences, reducing their frequency and, ultimately, minimizing their consequences.

Personal protective equipment is the last barrier in mitigating the consequences of an accident. The mandatory use of personal protective equipment such as a flight suit, helmet, appropriate footwear, etc., by internal policy of the operator, will be the first step to demonstrate a commitment to safety principles.

To Operator:**Safety Recommendation PT.SIA 2025/03**

It is recommended to the operator to carry out a risk analysis of its operation and determine the minimum necessary safety equipment on board based on the provisions of Part-SPO.IDE.H205 and respective GM. It shall also establish effective procedures to ensure that occupants use the aircraft's safety systems foreseen by the aircraft manufacturers and determined by regulators.

A dimensão e complexidade da interação humana com as máquinas e, não menos importante, entre os operacionais, é há muito debatida na indústria. A evolução destes conceitos da dimensão dos fatores humanos e CRM demonstram que, quando devidamente aplicadas as barreiras de consciencialização, gestão do erro, assertividade, gestão de carga de trabalho, liderança e tantos outros fatores listados no Anexo III Part-ORO da Subpart Flight Crew do Regulamento (UE) No. 965/2012, embora não se consigam mitigar por completo eventuais fatores que possam desencadear o acidente, a aplicação destas ferramentas tem demonstrado resultados promissores no setor da aviação civil de transporte comercial.

Com as devidas adaptações e adequação destas ferramentas, será óbvio que as operações especiais de alto risco como o combate aéreo aos incêndios, terão muito a beneficiar deste aprendizado realizado ao longo das últimas três décadas, especialmente quanto as equipas a

The extent and complexity of human interaction with machines and, not least, between persons, has long been debated in the industry. The evolution of these concepts of human factors and CRM demonstrate that, when properly applied the barriers of awareness, error management, assertiveness, workload management, leadership and so many other factors listed in Annex III Part-ORO of Subpart Flight Crew of Regulation (EU) No. 965/2012, although it is not possible to completely mitigate any factors that may trigger the accident, the application of these tools has shown promising results in civilian commercial air transport.

With the proper adaptations and adequacy of these tools, it will be obvious that high-risk special operations such as aerial firefighting will have a lot to benefit from the lessons learned over the last 3 decades, especially when the

bordo são constituídas por elementos de formações e cultura aeronáutica muito díspares.

Ao Operador:

Recomendação de Segurança PT.SIA 2025/04

Ainda que não especificados na atual redação do regulamento ANAC 641/2022, recomenda-se que o operador estabeleça um programa de formação detalhado nos aspectos de fatores humanos e CRM para os seus operacionais, seguindo os referenciais e princípios enunciados na legislação europeia, como o AMC1 ORO.FC.115.

teams on board are made up of elements of very different aviation training and culture.

To Operator:

Safety Recommendation PT.SIA 2025/04

Although not specified in the current wording of ANAC regulation 641/2022, it is recommended that the operator establish a detailed training program in aspects of human factors and CRM for its personnel, following the references and principles set out in European legislation, such as AMC1 ORO. FC.115.

4.2.2. À GNR (UEPS) || To UEPS

As equipas da UEPS, para além das funções que desempenham em terra no combate aos incêndios, têm um papel relevante na missão onde tomam decisões, interagem e estão inseridas no processo de decisão do piloto e efetivamente não podem ser consideradas como passageiros.

A esse respeito e tomando como referência o enquadramento regulamentar europeu para missões com aspectos semelhantes, a EASA definiu um conceito de especialista de missão (*task specialist*) que tem lugar e enquadramento próprio onde é dado a estes operacionais um papel relevante e integrante nas missões.

Atendendo a experiências passadas e às funções atualmente desempenhadas pelos operacionais da UEPS, o caminho de integração destes operacionais no ambiente aeronáutico parece óbvio, garantido naturalmente a adequação ao âmbito das missões.

A formação destes operacionais não poderá ser diferente de qualquer profissional de aviação onde todos têm a formação nos aspectos de fatores humanos.

À GNR - UEPS:

Recomendação de Segurança PT.SIA 2025/05

Recomenda-se que a UEPS da GNR trabalhe em conjunto com os operadores aéreos que prestam o serviço de combate aéreo aos incêndios florestais no âmbito do DECIR, e com a ANAC, forma a estabelecer um sílabo de formação em fatores humanos, cultura justa e CRM para treino operacional das suas equipas EHATI integrando e adaptando o conceito de especialistas de missão previstos na PartSPO.SPEC.HEC.100 da EASA.

The UEPS teams, in addition to the functions they perform on the ground in firefighting, have a relevant role in the mission where they make decisions, interact and are included in the pilot's decision-making process and effectively cannot be considered as passengers.

In this regard and taking as a reference the European regulatory framework for missions with similar aspects, EASA has defined a concept of task specialist that has its own place and framework where these workers are given a relevant and integral role in the missions.

Given past experiences and the functions currently performed by the UEPS team members, the path of integration of these workers in the aeronautical environment seems obvious, naturally guaranteeing adequacy to the scope of the missions.

The training of these workers cannot be different from any other aviation professional where everyone has training in aspects of human factors.

To GNR - UEPS:

Safety Recommendation PT.SIA 2025/05

It is recommended that the GNR's UEPS work together with the air operators that provide the aerial firefighting service to forest fires within the scope of DECIR and, with ANAC, in order to establish a training syllabus in human factors, just culture and CRM for operational training of its EHATI teams, integrating and adapting the concept of task specialists foreseen in EASA's Part-SPO.SPEC.HEC.100.

4.2.3. À ANAC || To ANAC

Este acidente bem como a envolvente regulamentar da atividade de combate aéreo aos incêndios e o número de eventos de segurança resultando em fatalidades registadas anualmente, evidenciam que há necessidade e margem para uma revisão urgente do Regulamento n.º 641/2022. É necessário um acompanhamento e avaliação da implementação prática dos requisitos, das dificuldades dos operadores, assim como uma supervisão do tipo, detalhe e eficácia do treino fornecido aos pilotos pelos operadores.

A ANAC deverá garantir, entre outros aspetos, a supervisão da implementação e validação dos requisitos de formação, nomeadamente nos aspetos dos fatores humanos determinados como contributivos ou estando envolvidos na maioria das ocorrências passadas como sendo, mas não limitado a:

- Perda de consciência situacional,
- Visão em túnel com foco na missão,
- Excesso de motivação ou voluntarismo com consequência nos desvios aos SOPs definidos,
- Gestão de expectativas do cliente e resposta a pressões externas,
- Conceitos de CRM envolvendo as equipas de solo.

Nesse sentido, e por terem sido mais uma vez identificadas lacunas no detalhe dos conteúdos em vários aspetos da formação dos pilotos envolvidos em atividade de combate a incêndios, que teriam sido relevantes para evitar o acidente, reitera-se a Recomendação de Segurança PT.SIA 2023/01:

This accident, as well as the regulatory framework for aerial firefighting activity and the number of safety occurrences resulting in fatalities recorded every year, is clear evidence that ANAC's Regulation no. 641/2022 demands and has room for urgent revision and improvement. It is necessary to monitor and evaluate the practical implementation of those requirements, the operators' difficulties in such implementation, as well as a supervision of the type, detail and effectiveness of the training delivered to the pilots by the operators.

ANAC should ensure, among other aspects, the oversight of the implementation and validation of training requirements, namely human factors aspects established as contributing factors or being involved in past occurrences such as (not limited to):

- Loss of situational awareness,
- Mission-focused tunnel vision,
- Excessive motivation or will resulting in deviations from the established SOPs,
- Management of customer expectations and response to external pressures,
- CRM notions involving the teams on the ground.

In this sense, and because gaps have once again been identified in the detail of the contents in various aspects of the training of pilots involved in firefighting activity, relevant to avoid the accident, the following Safety Recommendation is reiterated:

À ANAC – Autoridade Nacional de Aviação Civil:

Recomendação de Segurança [PT.SIA 2023/01](#)

Recomenda-se que a ANAC ajuste e detalhe os requisitos de formação de pilotos envolvidos em atividades de combate a incêndios, em específico nos princípios gerais e transversais de fatores humanos expressos no Artigo 6.º do regulamento ANAC n.º 641/2022, nomeadamente, mas não limitado à perda de consciência situacional, visão em túnel, excesso de motivação, gestão de pressões externas e conceitos de CRM, por forma a garantir que tal conformidade resultará num nível aceitável de desempenho de segurança operacional.

To ANAC – Autoridade Nacional de Aviação Civil:

Safety Recommendation [PT.SIA 2023/01](#)

It is recommended that ANAC adjust and detail the training requirements for pilots involved in firefighting activities, particularly in the general and overarching principles of human factors stated in Article 6 of ANAC Regulation No. 641/2022, namely but not limited to the loss of situational awareness, tunnel vision, excessive motivation, external pressures management, CRM notions, in order to ensure that compliance will result in an acceptable level of safety performance.

No domínio dos equipamentos de proteção individual, atendendo à exposição ao risco e frequência dos eventos de segurança observados na operação, será consensual a adoção das medidas previstas estabelecidas pela EASA em operações com risco inferior na Parte SPO (SPO.IDE.H205 e respetivo material guia).

A ANAC, ao aprovar procedimentos (SOP) para operações de combate aéreo aos incêndios, deve garantir que a avaliação de risco do operador tem em consideração as respetivas barreiras e aspetos relacionados ao uso de equipamentos de proteção individual, como capacetes e fatos de voo. Atendendo ao consenso regulatório e respetiva documentação de suporte à decisão emanada pela EASA, é essencial uma revisão dos requisitos nacionais para uma operação com riscos acrescidos.

Apesar dos contratos celebrados entre a Força Aérea Portuguesa (FAP) e as organizações prestadoras de serviços de combate a incêndios garantirem atualmente a obrigatoriedade do uso operacional de capacete pelos pilotos, considera-se pertinente que os requisitos operacionais da atividade de combate a incêndios por meio aéreo, estabelecidos por regulamentação nacional, sejam revistos, assegurando o alinhamento com, pelo menos, o estabelecido na Parte-SPO para operações especiais, tornando obrigatório o uso de capacete, conforme recomendado pela EASA na SIB n.º 2021-07, independentemente do enquadramento ou aplicação contratual da atividade.

In the field of personal protective equipment, given the exposure to risk and frequency of safety events observed in the operation, it will be consensual to adopt the measures established by EASA in operations which carry lower risk in Part-SPO (SPO.IDE.H205 and its GM).

ANAC, when approving procedures (SOP) for aerial firefighting operations, must ensure that the operator's risk assessment takes into account the respective barriers and aspects related to the use of personal protective equipment such as helmets and flight suits. Given the regulatory consensus and respective documentation supporting the decision issued by EASA, a review of the national requirements for an operation with increased risks is essential.

Although the contractual obligations between the Portuguese Air Force (FAP) and the organizations providing firefighting services currently guarantees the mandatory use of helmets by pilots, it is considered pertinent that the operational requirements of the aerial firefighting activity, established by national regulations, to be revised to ensure alignment with, at least, that which is established in Part-SPO for special operations, making the use of a helmet mandatory, as recommended by EASA in SIB No. 2021-07, regardless of the activity framework or contractual obligations.

Tendo ainda em consideração as recomendações passadas e o desfecho do presente evento para o piloto, recomenda-se:

À ANAC – Autoridade Nacional de Aviação Civil:

Recomendação de Segurança PT.SIA 2025/06

Para que reveja os requisitos operacionais da atividade de combate aos incêndios por meio aéreo, atividade autorizada sob regulamentação nacional, por forma a acompanhar e contemplar, no mínimo, o estabelecido na Part-SPO para operações especiais, tornando obrigatório o uso de capacete conforme recomendado pela EASA na SIB No.: 2021-07, assim como outros equipamentos que considere necessários em resultado da necessária análise de risco.

Also taking into account past recommendations and the outcome of this event for the pilot, it is recommended:

To ANAC – Autoridade Nacional de Aviação Civil:

Safety Recommendation PT.SIA 2025/06

To review the operational requirements of aerial firefighting activity, an activity authorized under national regulations, in order to monitor and examine, at least, what is established in Part-SPO for special operations, making the use of a helmet mandatory, as recommended by EASA in SIB No.: 2021-07, as well as other equipment that it deems necessary as a result of the necessary risk analysis.

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.

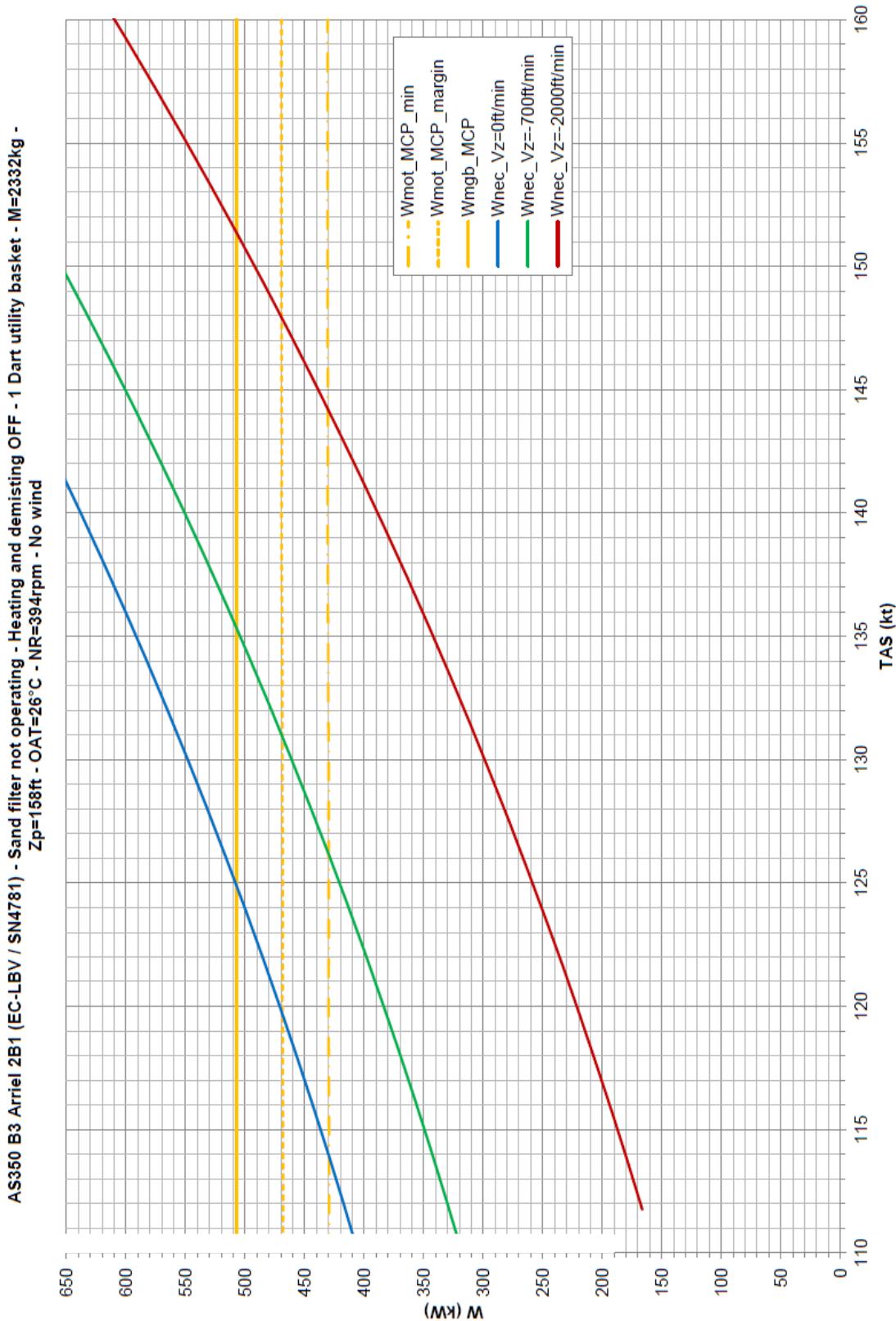
This final report was approved by the director of the Portuguese SIA, as per article 26, no. 3, of Decree-Law no. 318/99.

A equipa de investigação.

The investigation team.

5. APÊNDICES || APPENDICES

5.1. AH AS350 performance - complementary analysis





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

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