

RELATÓRIO SUMÁRIO DE ACIDENTE COM AERONAVE
AIRCRAFT ACCIDENT SUMMARY REPORT
Falha de motor em voo e subsequente manobra de amaram
In-flight engine failure followed by a ditching manoeuvre
1- SINOPSE
1- SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 20/ACCID/2015		<i>Classificação Classification</i> Acidente Accident	
		<i>Tipo de evento Type of event</i> SCF-PP – Falha de sistema ou componente – grupo motopropulsor System/Component failure – Power-Plant	
OCORRÊNCIA OCCURRENCE			
<i>Data Date</i> 30-08-2015	<i>Hora Time</i> 11:40 UTC	<i>Local Location</i> 38°40.649'N 09°15.157'W Trafaria – Almada - Portugal	
AERONAVE AIRCRAFT			
<i>Tipo Type</i> CESSNA FR172H		<i>N.º de série Serial No.</i> 0318	<i>Matrícula Registration</i> CS-AHQ
<i>Categoria Category</i> Avião Airplane			<i>Operador Operator</i> Aero Vip
VOO FLIGHT			
<i>Origem Origin</i> Cascais (LPCS)		<i>Destino Destination</i> Cascais (LPCS)	
<i>Tipo de voo Type of flight</i> Aviação Geral - TA General Aviation - AW		<i>Tripulação Crew</i> 02	<i>Passageiros Passengers</i> 00
<i>Fase do voo Phase of flight</i> Manobra Maneuvering		<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>
Fatais Fatal	0	0	0
Graves Serious	0	0	0
Ligeiras Minor	2	0	0
Nenhuma None	0	0	0
Total	2	0	0
<i>Danos na aeronave Aircraft damage</i> Destruída Destroyed		<i>Outros danos Other damage</i> Derrame de hidrocarbonetos Hydrocarbons spillage	

2- DESCRIÇÃO FACTUAL DA OCORRÊNCIA
2- FACTUAL OCCURRENCE DESCRIPTION
História do voo

No dia 30 de agosto de 2015, pelas 11:05 UTC, uma aeronave Cessna FR172H com o registo CS-AHQ, descolou do aeródromo de Cascais (LPCS) para um voo de reboque de manga com trajeto previsto para o Guincho, linha de costa até Caxias, seguindo posteriormente para Sul atravessando o Rio Tejo até à Fonte da Telha e regresso a Cascais. O voo seria o segundo do dia da aeronave, com dois pilotos a bordo

History of the flight

On August 30th 2015, at 11:05 UTC, a Cessna FR172H aircraft registered CS-AHQ, took off from Cascais aerodrome (LPCS) for a banner towing flight planned to overfly Guincho, the shoreline to Caxias, then heading south crossing the Tagus River to Fonte da Telha and back to Cascais. The aircraft's second flight of the day, with two pilots on board, also intended to provided banner

pois tinha previsto o treino e qualificação na operação de reboque de manga do piloto sentado à direita.

Com 35 minutos de voo, após abandonarem Caxias e a cerca de 2 milhas náuticas da povoação da Cova do Vapor a 600 pés de altitude, o motor da aeronave começou a dar indícios de perda de potência com barulhos anormais identificados pelos pilotos.

O piloto à esquerda efetuou os procedimentos de deteção e resolução de anomalia do motor, sem conseguir reverter a situação. Já a voar sobre terra a 53 nós de velocidade terreno (ref. 1 da figura 1), numa tentativa de manter a aeronave em voo com as referidas limitações de potência, foi tomada a decisão de largar a manga na margem esquerda do rio Tejo tendo o piloto comunicado as intenções ao serviço de controlo de tráfego aéreo e iniciado uma volta pela esquerda em direção a terreno escolhido, a praia adjacente aos silos da Trafaria.

A cerca de 450 pés de altura sobre o terreno selecionado (ref.2 fig.1), imediatamente após a largada da manga, o motor parou por completo tendo sido referido pelos pilotos que “a hélice parou após um grande estrondo”.

Dadas as circunstâncias, o piloto reviu a sua estratégia e decidiu proceder a uma aterragem de emergência na praia em frente (ref. A fig.1). A aeronave foi configurada com *full flaps* (40°) na tentativa de reduzir a velocidade de terreno.

Afetada pela redução do arrasto aerodinâmico após libertação da manga e pela componente de vento de cauda que se fazia sentir, a aeronave não perdeu energia suficiente para assegurar as condições para a aterragem no terreno remanescente. O piloto iniciou uma volta pela esquerda com o intuito de tentar aterrar no mesmo terreno em sentido contrário e com o vento de frente.

Durante a referida volta, a aeronave perdeu altitude onde não foi possível completar os 180° e alcançar a praia. Já muito próximo da superfície da água, o piloto decidiu nivelar as asas, segurou o nariz em cima e amarou a aeronave (ref.3 fig.1).

towing operation training and associated rating to the right seated pilot.

With 35 minutes of flight time, after leaving Caxias and about 2 nautical miles from Cova de Vapor township, at about 600 feet, the aircraft's engine began to show signs of power loss with abnormal noises identified by both pilots.

The pilot on the left performed the troubleshooting procedures trying to solve the engine anomaly, without being able to reverse the situation. Already flying over land at 53 knots ground speed (ref. 1 of figure 1), in an attempt to keep the aircraft in flight with the abovementioned power limitations, the decision was made to release the banner over the Tagus River left shore, having the pilot communicated those intentions to the ATC and initiating a left turn towards the spotted terrain close to the Trafaria silos.

At about 450 feet above the selected terrain (ref.2 fig.1), immediately after releasing the banner, the engine completely stopped, having the pilots reported “the propeller stopped after a big knock”.

Given the circumstances, the pilot revised his strategy and decided to proceed with an emergency landing on the beach in front of his position (ref. A fig.1). The aircraft was configured with full flaps (40°) in an attempt to reduce the ground speed.

Affected by a significant drag reduction after releasing the banner and with a significant tailwind component, the aircraft did not lose enough energy to ensure proper landing conditions in the remaining terrain. The pilot decided to initiate a left turn and try to perform the landing on the same selected terrain, however, in the opposite direction where a headwind component was expected.

During the maneuver, the aircraft lost altitude and it was not possible to complete the 180° turn and reach the beach. Already very close to the water surface, the pilot decided to level the wings, held the nose up and ditched the aircraft (ref.3 fig.1).

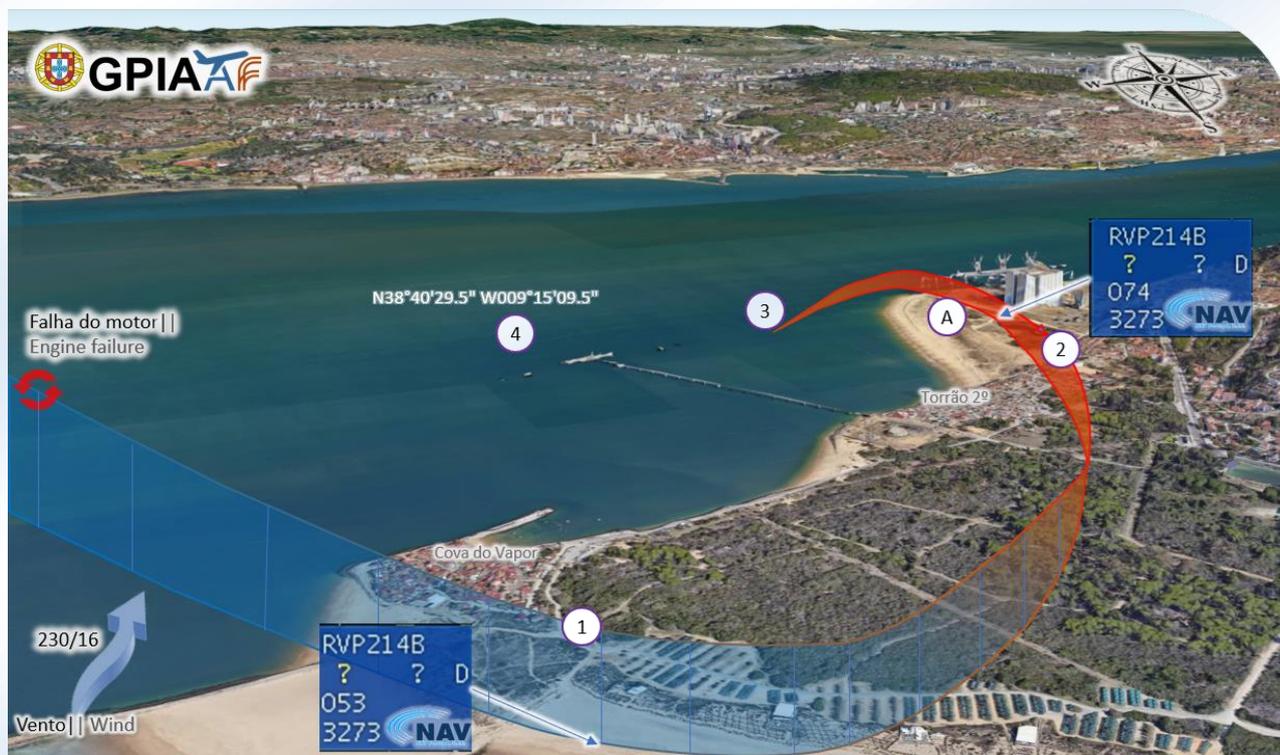


Figura 1
 Detalhes locais com trajetória estimada e posição final da aeronave

Figure 1
 Local details with estimated trajectory and aircraft resting position

A aeronave manteve-se com as suas partes constituintes agrupadas em flutuação na sua posição horizontal por alguns minutos, permitindo que ambos os ocupantes saíssem pelos próprios meios. A aeronave submergiu e foi arrastada pela corrente, tendo sido localizada (ref.4 fig.1) no dia 1 de setembro.

The aircraft remained with its constituent parts grouped and floating in its horizontal position for a few minutes, allowing both occupants to egress by their own means. The aircraft submerged and was dragged by the river current, having been located (ref.4 fig.1) on September 1st.

As condições meteorológicas reportadas para a região de Lisboa à hora do acidente eram de céu com algumas nuvens, vento de 230° com 16kt de intensidade, uma temperatura de 26°C com uma visibilidade de 10 km ou superior.

The reported meteorological conditions for Lisbon region at the time of the accident were cloudy sky, wind 230° with 16kt, temperature of 26°C and visibility of 10 km or more.

Lesões e danos

Injuries and damage

O piloto sentado à direita conseguiu abandonar de imediato a aeronave pela porta direita previamente destrancada ainda em voo pelo próprio, enquanto que o piloto sentado à esquerda, por não conseguir abrir a respetiva porta, recorreu à janela traseira para a saída após orientação e auxílio do outro piloto que, entretanto, partiu um dos vidros.

The right seated pilot managed to immediately egress the aircraft through the right door that was previously unlocked while in flight; the left seated pilot was unable to open the door and used a rear window to egress the aircraft after proper guidance and assistance from the other pilot, who helped to brake the window transparency.

Foram ambos socorridos por pescadores que se encontravam nas proximidades e de seguida, transportados a uma unidade hospitalar pelos serviços de socorro para observação por apresentaram ferimentos ligeiros.

Os pilotos não usavam coletes salva-vidas nem estes estavam disponíveis a bordo da aeronave. Os cintos de segurança contribuíram para a contenção dos pilotos durante o impacto com a água causando, contudo, algumas dificuldades ao ocupante da esquerda durante a saída.

A aeronave foi localizada pelo Grupo de Mergulho Forense do Comando de Setúbal da Polícia Marítima após mapeamento do leito do rio Tejo realizadas por uma embarcação do Instituto Hidrográfico. A aeronave foi encontrada a cerca de 25 metros de profundidade na sua posição invertida com danos significativos.

Ambas as semi-asas, fuselagem e berço do motor sofreram deformações significativas, algumas das quais atribuídas ao processo de remoção da aeronave do fundo do rio Tejo.

They were both rescued by fishermen who were nearby and later transported to the hospital by the rescue services for observation due to the minor injuries.

The pilots did not wear life jackets, nor were they available on board the aircraft. The seat belts contributed to the pilots restrain during the water impact, however, they caused some difficulties to the left seated occupant during the egress process.

The aircraft was located by the Setúbal Maritime Police Command Forensic Diving Group after mapping of the Tagus river riverbed carried out by a Hydrographic Institute vessel. The aircraft was found about 25 meters deep in its inverted position with significant damage.

Both wings, fuselage and engine mount suffered significant deformations, some of which were attributed to the removal process from the river bed.



Figura 2 || Localização e remoção da aeronave da água

Figure 2 || Aircraft location and removal from the water

Avaliação dos destroços

Os principais componentes da aeronave foram encontrados agrupados e foram recuperados para serem examinados. Foi notada a ausência do cone da hélice (*spinner*).

Os danos no berço do motor bem como a deformação da asa e suas fixações são coerentes com uma amargem com asa praticamente nivelada, com tendência para a semi-asa esquerda em baixo e com velocidade reduzida, provavelmente, pela realização de um *flare* pronunciado associado à posição de *flaps* que foram encontrados totalmente estendidos -40° .

A deformação significativa da semi-asa esquerda junto à raiz e respetivo tanque de combustível terá contribuído para a dificuldade de abertura da porta do piloto sentado à esquerda.

O motor apresentava o bloco partido na sua parte superior, junto ao cilindro #2. A quebra da cambota terá proporcionado a desintegração e deslocação da biela #2 que veio a colidir com a parede do bloco e consequente rutura do mesmo.

Wreckage assessment

The aircraft's main components were found bundled together and were recovered for examination. The absence of the propeller spinner was noticed.

The engine mount damage, as well as the wing and its attachments distortion, are consistent with a near wings leveled ditching maneuver, with a left wing down tendency and a low speed water impact, probably due to a pronounced nose-up flare associated with the flaps position found to be fully deployed at about 40° .

The significant left-wing root and fuel tank surrounding deformation, may have contributed to the left seated pilot's difficulty in opening his door.

The engine case was found broken at the top, close to cylinder #2. The crankshaft failure on that area may have caused the connecting rod #2 separation and displacement, colliding with the case wall and consequent breakdown.



Figura 3 || **Figure 3**
Danos externos do motor || Engine external damage

3- SOBRE A INVESTIGAÇÃO

O ex-GPIAA foi notificado tendo desenvolvido as ações necessárias para proceder à recolha de evidências da ocorrência.

Considerando as circunstâncias do evento e atendendo a que a ocorrência se configura como um acidente, o ex-GPIAA abriu um processo de investigação de segurança, em cumprimento do Regulamento (UE) n.º 996/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de outubro, e do Decreto-Lei n.º 318/99, de 11 de agosto.

A referida legislação prevê que o relatório da investigação, conformando-se com as normas e práticas internacionais, adotará forma apropriada ao tipo e gravidade do acidente ou incidente.

Após a recolha de evidências e os testes realizados, a equipa de investigação entende que o evento tem reduzida complexidade e que os ensinamentos de segurança a retirar do mesmo são limitados, ficando cobertos pelo âmbito e abrangência do trabalho já realizado, permitindo assim a apresentação dos seus resultados num formato mais simples do que o requerido pelo Anexo 13 da ICAO.

Nestas circunstâncias, com o presente Relatório Sumário dá-se por encerrado o processo de investigação, divulgando junto da comunidade aeronáutica os factos apurados e as constatações relevantes, assim como as conclusões e ensinamentos resultantes da investigação no sentido de prevenir a sua repetição através do alerta para os aspetos de segurança que o acidente suscita e da emissão das recomendações adequadas.

4- CONSTATAÇÕES RELEVANTES

Tripulação técnica de voo

A tripulação técnica do voo era constituída por dois pilotos. À esquerda, o piloto comandante responsável pelo voo, com ambas as licenças de voo e certificados médicos válidos. A licença CPL(A) tinha averbada a qualificação SEP e reboque de manga. O piloto à direita, realizava um voo de treino para obtenção da qualificação de reboque de manga, tinha também

3- ABOUT THE INVESTIGATION

The former GPIAA was notified having developed the necessary actions to proceed to the evidence gathering of the event.

Considering the event boundaries and circumstances, the occurrence was classified as accident, former GPIAA initiated a safety investigation process in accordance with EU Regulation No. 996/2010 from the European Parliament and Council, of October 20th, and Portuguese Decree-Law No. 318/99, of August 11th.

The above-mentioned legislation states that the investigation report, while complying with international rules and practices, shall adopt the format most appropriate to the type and severity of the accident or incident.

After evidence collection and the performed tests, the investigation team considers that the event has a low level of complexity and that the extractable safety learning is limited, being sufficiently covered by the remit of the work carried out so far, thus allowing to present its results in a simpler way than the formal ICAO Annex 13 format.

In these circumstances, the safety investigation is closed with the publishing of this Summary Report, disseminating within the aeronautical community the relevant evidence and findings, as well as the conclusions and learning resulting from the investigation, to prevent its reoccurrence by raising the awareness to the safety issues evidenced by the accident and issuing the appropriate recommendations.

4- RELEVANT FINDINGS

Flight Crew

The flight crew consisted of two pilots. On the left, the pilot-in-command responsible for the flight with both valid flight permit and medical certificates. The CPL(A) license was endorsed with the SEP qualification and banner towing. The pilot on the right seat, performing a training flight to obtain the banner towing rating, also

ambas as licenças de voo CPL(A) e certificados médicos válidos.

O piloto comandante e o piloto em treino totalizavam respetivamente 4120 e 223 horas de experiência de voo.

O piloto comandante do voo do acidente, um dos pilotos habituais da aeronave acidentada, referiu que os serviços de manutenção do operador procederam à remoção do *spinner* da hélice uns dias antes do voo do acidente. O motivo alegado para tal ação, referia a tentativa de resolução, por parte da manutenção, de vibrações sentidas e reportadas pelos pilotos da aeronave. Segundo as mesmas declarações, o referido problema de vibrações era já recorrente, tendo inclusivamente ocorrido no passado a separação/perda em voo de um *spinner*.

A aeronave

O Cessna FR172H Reims Rocket é uma aeronave de 4 lugares, asa alta, trem fixo, uma versão de construção Francesa do 172L, equipado com um motor mais potente com hélice de passo variável.

A aeronave estava equipada com um motor Continental R-I0360D31B, com uma configuração boxer de seis cilindros com sistema de injeção de combustível, refrigerado a ar, capaz de debitar 210 hp às 2800 RPM, associado a uma hélice de passo variável McCauley D2A34C67-OP.

Atendendo à configuração de projeto do motor com seis cilindros, este utiliza uma cambota equipada com um sistema de absorção de vibrações por pêndulo centrífugo (CPVA).

Navegabilidade e manutenção

Os registos de manutenção indicam que o motor foi reconstruído pelo fabricante em 1992, tendo acumulado 2482 horas de funcionamento desde então, e 1031 horas desde a sua última revisão geral realizada em Portugal em dezembro de 2009.

O fabricante refere na sua SIL98-9C uma vida útil estimada para o motor de 1500 horas entre eventos de revisão geral. A publicação refere também que os motores usados em atividades de paraquedismo, reboque de planadores, reboque de manga, propulsão

had both CPL(A) flight license and a valid medical certificate.

The pilot in command and the trainee pilot totaled 4120 and 223 hours of flight experience, respectively.

The accident flight pilot in command, one of the regular pilots of the accident aircraft, mentioned that the operator's maintenance services removed the propeller spinner few days before the accident flight.

The reason for such maintenance action referred to the attempt to resolve perceived and reported vibrations by the aircraft pilots. According to the same statements, the vibrations problem was frequent, where a spinner separation/loss in flight had occurred in the past.

The aircraft

The Cessna FR172H Reims Rocket is a 4-seat, high-wing, fixed-gear aircraft, a French-built version of the 172L, equipped with an updated engine with a constant speed propeller.

The aircraft was equipped with a Continental R-I0360D31B engine, a fuel-injected, air-cooled, horizontally opposed six-cylinder producing 210 hp at 2800 RPM driving a constant speed McCauley propeller D2A34C67-OP.

Given the six-cylinder engine configuration design, the crankshaft is equipped with a centrifugal pendulum vibration absorber (CPVA) system.

Airworthiness and maintenance

Maintenance records indicated that the engine was rebuilt by the OEM in 1992, had cumulative 2482 operating hours since then, and 1031 hours since its last overhaul performed in Portugal in December 2009.

The engine had a life of 1500 hours between overhaul as listed by the manufacturer on SIL98-9C. This same publication notes that engines used in parachute jumping, glider towing, banner towing, blimp propulsion, or other unusually

de dirigíveis ou outras aplicações mais exigentes podem requerer revisões mais frequentes.

A última inspeção de manutenção programada, uma inspeção de 50 horas, foi realizada em 08/07/2015. A aeronave foi liberada para voo sem o cone (*spinner*) da hélice devido ao reporte de vibrações no motor.

O operador e a aeronave estavam, à data, certificados para o reboque de manga.

Exame detalhado do motor

Sob supervisão do GPIAAF, o motor foi desmontado e sujeito a uma peritagem técnica por uma oficina certificada, com o objetivo de recolher evidências para determinar o modo de falha dos seus componentes.

Após a abertura do cárter do motor e realizada uma avaliação detalhada dos danos, foi observada uma fratura por fadiga da cambota junto ao moente da biela #2 com propagação da superfície de fenda compatível com mecanismos de ruína por ciclos de carregamento evidenciando linhas de paragem por alteração cíclica dos esforços mecânicos aplicados ao componente.

stressful applications may require more frequent overhauls than listed.

The last scheduled maintenance inspection, a 50-hours inspection, was performed on 08/07/2015. The aircraft was released for flight without the propeller spinner due to reported engine vibrations.

The operator and the aircraft were, at the time, certified for banner towing operation.

Engine detailed inspection

Under GPIAAF supervision, the engine was dismantled and a technical assessment was conducted by a certified service centre, aiming to collect evidence to determine the failure mode.

After opening the engine case and a detailed damage assessment, a crankshaft fatigue crack was observed near the connecting rod #2 journal with surface crack propagation compatible with failure mechanisms related with load cycles showing beach marks by cyclic mechanical stress loads applied to the component over time.

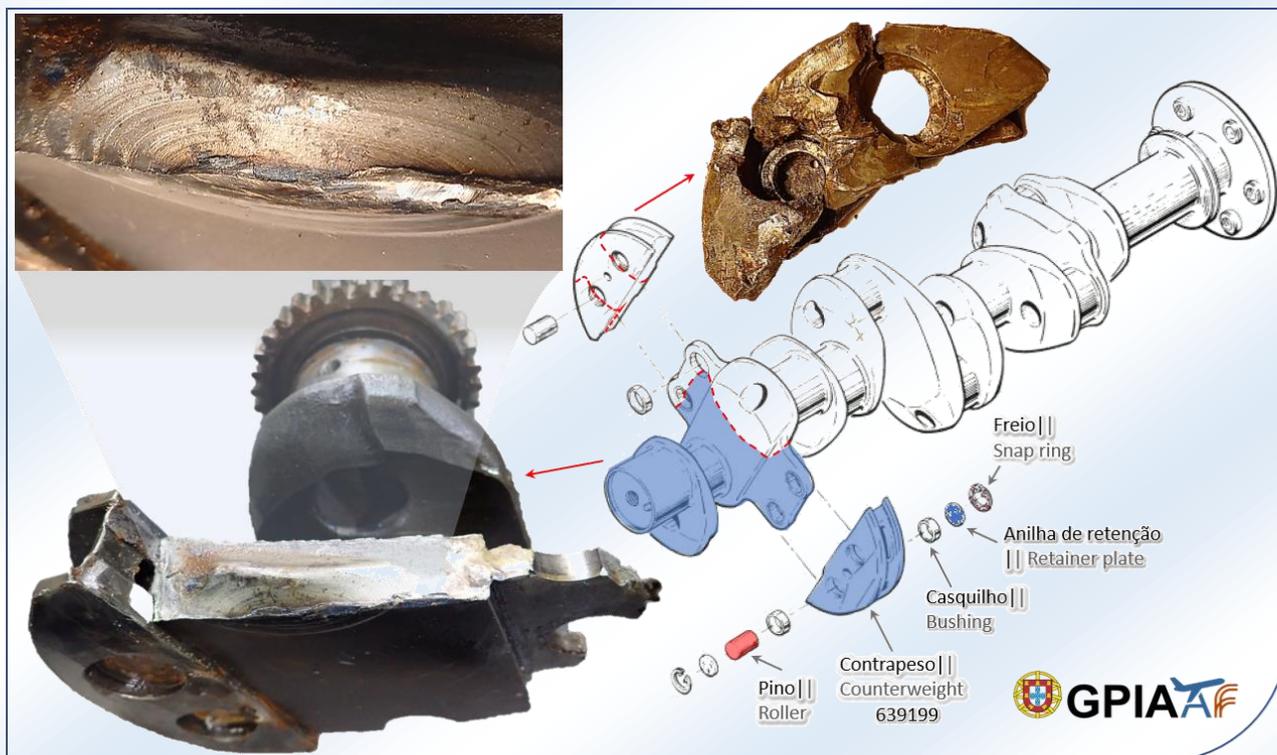


Figura 5 ||
Elementos do sistema CPVA e respetivos danos

Figure 5 ||
CPVA system layout and damage

Identificado o ponto de fratura e relacionando as respectivas marcas na cambota com os relatos de vibrações continuadas do motor bem como com a descrição da falha pela tripulação do voo do acidente, foi traçado o seguinte cenário de falha como mais provável:

- Degradação continuada do sistema de absorção de vibrações da cambota (CVPA) que se manifestou de forma significativa no voo do acidente com a libertação de um ou vários componentes,
- Em sequência, os moentes da biela #2 entretanto desalinhados, mantiveram contacto com a cambota, fragilizando termicamente a mesma e consequente deformação e mecânica,
- Após a libertação da manga e consequente aumento de rotação do motor com alteração/inversão das cargas na cambota, estas foram suficientes para ultrapassar a sua resistência mecânica remanescente acabando por ceder.

Sistema de absorção de vibrações por pêndulo centrífugo (CPVA)

A aplicação de um sistema CPVA é uma opção eficaz para reduzir vibrações de torção até determinada ordem de grandeza conforme demonstrado ao longo dos anos em motores aeronáuticos de combustão interna. Para otimizar espaço e massa, o CPVA é implementado na cambota com a vantagem de utilizar massas existentes como massa absorvedora. Para otimizar a efetividade do CPVA nas faixas de torque de cada motor, o dispositivo conta com um arranjo mecânico para que o centro de massa do pêndulo percorra um trajeto epicicloidal. O CPVA, embora não elimine na totalidade as vibrações por torção, estas são significativamente reduzidas.

Tanto o entalhe de suporte do contrapeso da cambota quanto o contrapeso contêm casquilhos de aço temperado que são retificadas com um acabamento muito fino e anular. No caso de um destes casquilhos sofrer danos ou desgastar, o contrapeso torna-se ineficaz, podendo este contribuir para vibrações adicionais, que por sua vez podem causar danos graves ou falhas no motor.

Em 2000, após relatos de problemas com vibrações do motor ou defeitos encontrados nos contrapesos da

Having identified the crack starting point and relating those evidence on the crankshaft with reports of continued engine vibrations and the accident flight crew's description as well, the following failure scenario was drawn as the most likely:

- Continued crankshaft vibration absorption system (CVPA) degradation that significantly exposed itself in the accident flight with the release of one or more of its components,
- In sequence, the misaligned connecting rod #2 journals maintained mechanical contact and thermally weakening the crankshaft with consequent deformation,
- After releasing the banner with a consequent engine rotation increase and change/inversion of the loads on the crankshaft, those loads were enough to overcome its remaining mechanical strength, eventually failing.

Centrifugal Pendulum Vibration Absorber (CPVA)

The CPVA is a very effective option to reduce torsional vibration of certain order as demonstrated over the years with the usage in aircraft internal combustion engines. To minimize space and weight, the CPVA is implemented on the crankshaft with the advantage to use existing weights as absorber material. To extend the outcome of a CPVA device over the complete range of input torque required by each engine, the pendulum center of mass has to move in an epicycloidal path. This mechanical arrangement will not eliminate the torsional vibration but reduce them significantly.

Both the counterweight supporting lug of the crankshaft and the counterweight contain hardened steel bushings that are ground to a very smooth and annular finish. If any of these bushings becomes damaged or worn out, the counterweight will become ineffective and cause vibrations that may lead to severe engine damage or failure.

In 2000, after several reported issues with engine vibrations or defects found on the crankshaft

cambota e respetiva fixação, o fabricante do motor, a Teledyne Continental emitiu um Boletim de Serviço (SB00-3) com instruções de inspeção e reparação da aba de suporte do contrapeso da cambota. A revisão A do documento, emitida em outubro de 2004, requeria que a inspeção/retrabalho fosse realizada durante a próxima revisão geral do motor (*overhaul*) ou sempre que a cambota, contrapesos ou bielas fossem intervencionados/removidos.

O referido SB00-3A fornece informações relevantes aos técnicos para aplicação durante o processo de revisão da aba da cambota que suporta o contrapeso. Esta tarefa requer ferramentas especiais, soluções químicas para deteção do processo de endurecimento de nitrocarbonização em banho de sal (*tuftriding*), inspeção de partículas magnéticas por método fluorescente, inspeção ultrassónica, assim como equipamentos de medição de precisão para garantir os critérios de aceitação ou rejeição adequados nas diferentes partes e conjuntos com reduzidas tolerâncias de funcionamento.

counterweights and its attachments, Teledyne Continental issued a Service Bulletin (SB00-3) containing instructions for crankshaft counterweight hanger blade and counterweight inspection/repair. The revision A of the document, issued on October 2004, required the inspection/rework to be performed at the next engine overhaul or anytime crankshaft, counterweights or connecting rods are removed.

Crankshaft counterweight hanger blade and counterweight inspection as per referred SB00-3A, provides relevant information to the technicians to be used during the overhaul process. The task requires special tools, chemical solutions for salt bath nitrocarburising (*tuftriding*) hardening process detection, magnetic particle inspection by fluorescent method, ultrasonically inspection and close tolerance equipment to ensure proper acceptance or rejection criteria on those sensitive parts.

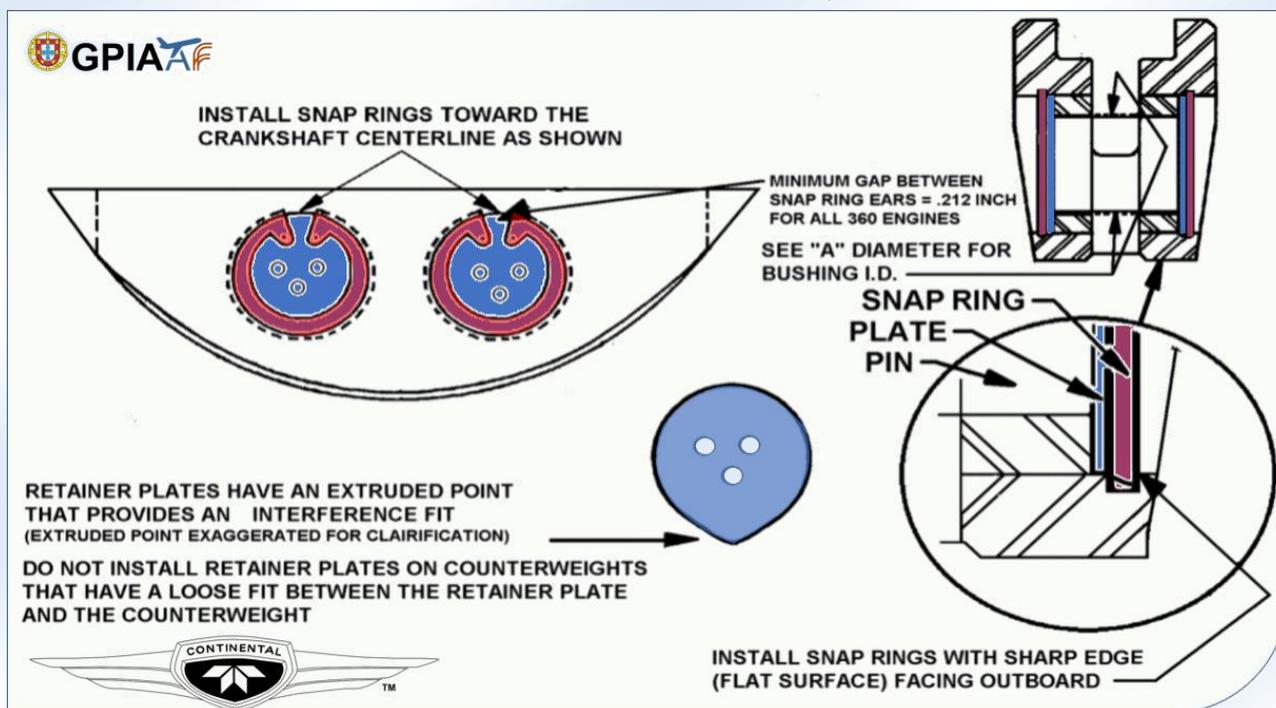


Figura 6 || Detalhe das instruções de inspeção do contrapeso pelo SB00-3A

Figure 6 || SB00-3A instructions detail for crankshaft counterweight

Os registos da última manutenção do motor, realizada em dezembro de 2009, não mencionam ou comprovam que este Boletim de Serviço foi

The engine records from the last overhaul, performed on December 2009, do not mention or show that this Service Bulletin was accomplished by

cumprido pelo prestador de serviço. Não foi evidenciado à investigação qualquer outro método aprovado de conformidade para validação das referidas peças do motor ou se estas terão sido devidamente inspecionadas. Conforme mencionado no SB, o incorreto manuseamento destes componentes de tolerâncias apertadas (0,001”) pode resultar em danos irreparáveis na cambota e/ou contrapesos.

**Informações organizacionais e de gestão:
Regulamentos aplicáveis**

A atividade comercial de reboque de manga, é realizada em conformidade com o regulamento (UE) n.º 965/2012 da Comissão, de 5 de outubro de 2012 em específico o Anexo VIII - Parte SPO relativo a operações especializadas.

O referido Regulamento exige que o operador prepare Procedimentos Operacionais Padrão com base numa análise de risco realizada nas especificidades da sua operação. No requisito SPO.OP.230 dos procedimentos operacionais, é referido no ponto a) *“Antes de iniciar uma operação especializada, o operador deve efetuar uma avaliação dos riscos, avaliar a complexidade da atividade para determinar os perigos e riscos associados inerentes à operação e estabelecer medidas mitigadoras”*.

Em específico e relativamente a equipamentos a bordo de aviões terrestres monomotores que efetuem voos sobre a água a uma distância da costa superior à distância em voo planado, segundo o SPO.IDE.A.195, estes devem *“estar equipados com um colete salva-vidas para cada pessoa transportada a bordo, que deve ser usado ou arrumado num local facilmente acessível a partir do assento ou do posto da pessoa a quem se destina”*.

O operador, à data do evento, não reconhecia nos seus procedimentos operacionais tal risco.

the overhaul service provider. No other data or acceptable means of compliance were provided to verify that those relevant engine parts were duly inspected against an approved acceptance criterion. As mentioned on the SB, mishandling of those close tolerance parts (0,001”), may result in irreparable damage to the crankshaft and/or counterweight.

**Organizational and management information:
Applicable Regulations**

The banner towing commercial activity is conducted following Commission Regulation (EU) No 965/2012 of 5 October 2012, specifically the Annex VIII - Part SPO regarding specialized operations.

The mentioned Regulation requires the operator to prepare Standard Operating Procedures based upon the risk analysis performed to the operation specifications. On SPO.OP.230 operating procedure, is required on item a) *“Before commencing a specialised operation, the operator shall conduct a risk assessment, assessing the complexity of the activity to determine the hazards and associated risks inherent in the operation and establish mitigating measures”*.

In specific, regarding the onboard equipment applicable to a single-engine aircraft operating outside gliding distance from land, according to the SPO.IDE.A.195 flight over water requirement, *“single-engine aeroplanes shall be equipped with a life-jacket for each person on board, that shall be worn or stowed in a position that is readily accessible from the seat or station of the person for whose use it.*

The operator, at the time of the event, did not recognize such risk in its operating procedures.



5- CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

Da avaliação da condição da aeronave, dos dados recolhidos dos ocupantes e dos dados disponíveis evidenciados na condição dos componentes, a investigação aponta como causa provável para a falha catastrófica do motor por fratura da cambota, a degradação continuada do sistema de absorção de vibrações por pêndulo centrífugo (CPVA).

Para a esta degradação terá contribuído:

- o processo de inspeção e avaliação dos componentes do sistema CPVA durante o *overhaul* do motor sem cumprimento das instruções de manutenção aplicáveis e,
- a decisão, por parte do prestador de serviços de manutenção, em manter o motor em operação após continuados sinais de vibrações reportadas, sem uma avaliação técnica completa e detalhada às suas causas.

As constatações e conclusões da investigação suscitam os seguintes comentários:

O normal desgaste das partes constituintes internas do motor afeta a frequência do sistema de pêndulo que por sua vez permite o aumento das forças de torção presentes na cambota. Nesta condição, tais tensões levam a que o próprio pêndulo deixe de oscilar nos pinos e colida contra os seus extremos. Esta dinâmica pode resultar na falha do freio e placa de retenção (mecanismo de retenção) que, em sequência, pode libertar o pino e o pêndulo.

Assim, a falha de cambotas equipadas com massas de balanceamento pode ser atribuída a uma dissonância do próprio sistema de contrapeso. Os contrapesos são projetados para se posicionarem pelas forças de inércia geradas durante a rotação da cambota e absorver ou amortecer as vibrações da mesma. Se os contrapesos estiverem desafinados (com liberdade para bater nos extremos), as vibrações não serão amortecidas que podem causar danos e conseqüente falha da cambota.

O fabricante Lycoming, que usa uma tecnologia de absorção de vibrações semelhante nos seus motores de seis e oito cilindros, adverte para o seguinte: “A dessincronização do sistema de contrapesos do

5- CONCLUSIONS & COMMENTS

From the assessment of the aircraft condition, the data collected from the occupants and from the available data evidenced in the condition of the components, the investigation establishes as probable cause for crankshaft failure, the centrifugal pendulum vibration absorption system (CPVA) continued degradation over the time.

To this degradation will have contributed:

- the CPVA system components inspection/assessment process during engine overhaul without complying with applicable maintenance instructions, and,
- the maintenance service provider decision to keep the engine in service after sustained and continued vibrations report, without a complete and detailed technical assessment of its causes.

The findings and conclusions from the investigation suggest the following comments:

Normal wear and tear of engine internal parts shifts the pendulum's frequency allowing more torsional forces. In this condition the crankshaft stress increases and the pendulum itself stops swinging on the pins and is instead rattling against its restraint. This can result in snap ring and retainer plate failure (restrain mechanism) that in the end it may release the pin and pendulum.

Thus, failure of balance weights equipped crankshaft can be attributed to a detuning of those counterweight systems. The counterweights are designed to position themselves by the inertial forces generated during crankshaft rotation and effectively absorb and dampen crankshaft vibrations. If the counterweights are detuned (allowed to slam on mounts), the vibrations are not properly dampened and a crankshaft damage and failure may occur.

Other engine OEM, Lycoming that apply the same CPVA system on its six- and eight-cylinder engines, warns that: “Detuning the counterweight system of the engine can occur when the engine operates



motor pode ocorrer quando o motor opera fora de sua faixa normal e pela alteração abrupta da manete de potência. Nessas situações, os contrapesos dinâmicos não conseguem seguir o espectro de frequências para o qual foram projetados e podem ocorrer danos rápidos e severos nos contrapesos, pinos e casquilhos, culminando na falha do motor.”

O mesmo fabricante adverte ainda na sua publicação operacional (Service Bulletin No. 245D) para os riscos de uma operação do motor que possa colocar em causa o “desafinar” do sistema de absorção de vibrações, identificando condições que podem contribuir para uma falha do referido sistema, sendo que duas delas se podem claramente identificar em operações de treino de pilotos ou reboque de manga, operações estas em que a aeronave era maioritariamente usada:

- Movimentos bruscos na manete de potência (como exemplos, a recolha de manga ou treino de falha de motor);
- Rotações elevadas com baixa pressão de admissão, (descidas com potência reduzida);

Um motor antes de sofrer uma falha catastrófica, normalmente fornece sinais indicativos, tais como baixa de pressão do óleo, aumento da temperatura do óleo, queda de RPM ou pressão de admissão e vibrações, que devem ser avaliados pelos pilotos e técnicos de manutenção.

Relativamente aos voos realizados por aeronaves monomotor sobre a água, ou no caso, em voo sobre a linha de costa, o evento reforça a necessidade de estas estarem equipadas com dispositivos de flutuação e respetivo treino dos ocupantes na sua utilização, por forma a não limitar ou condicionar as opções da tripulação na escolha dos locais para a manobra de emergência em caso de falha de motor.

outside of its normal range and by abrupt throttle change. When this happens, the dynamic counterweights cannot follow the spectrum of frequencies for which they were designed and rapid and severe damage to the counterweights, rollers and bushings may result, culminating in engine failure.”

The same manufacturer also advises in its operational publication (Service Bulletin No. 245D) for the risks of engine operation that could jeopardize the “out of tune” of the vibration absorption system, identifying several operating conditions that can cause the counterweight system to detune, two of them are clearly identified on pilot training or banner towing operation, both applied by the operator to the event aircraft:

- rapid throttle operation (banner pick-up or engine failure simulation as examples).
- high engine speed and low manifold pressure (such as might be the case during a power-off descent);

An engine before having a catastrophic failure, typically provides evidences or signs of concern such as low oil pressure, high oil temperature, drop in RPM or manifold pressure and vibrations, which must be assessed by the pilots and maintenance personnel.

Regarding the single-engine aircraft over water flights, or in this case, flying across the shoreline, the event reinforces the relevance to have the aircraft equipped with flotation devices and respective crew training in their usage, in order to ensure full availability of options to the crew when choosing the locations for the emergency manoeuvre in the event of engine failure.

6- AÇÕES DE SEGURANÇA E RECOMENDAÇÕES

O operador implementou algumas medidas de mitigação e reforço da sua matriz de risco na operação de reboque de manga em situação de falha de motor em rota sobre a água, nomeadamente:

1. Inspeção pré-voos detalhada, incluindo drenos de combustível, com atenção especial à condensação nos tanques de combustível;
2. Teste de motor no solo de acordo com a lista de verificação;
3. Monitorização constante dos parâmetros do motor em voo;
4. Em caso de amargem, será tentativamente realizada próximo de um barco e afastado da praia;
5. Uso obrigatório de coletes salva-vida;
6. Implementar no programa de treino a manobra de amargem;
7. Manter uma distância segura à costa.

Após uma análise criteriosa de todos os factos do evento, enquadramento temporal da ocorrência e às medidas entretanto tomadas pelo operador, a autoridade de investigação de segurança determinou não ser útil a emissão de recomendações formais de segurança.

Alertam-se, contudo, as empresas de manutenção, gestão da aeronavegabilidade ou proprietários particulares para que, após terem conhecimento de um reporte de mau funcionamento como vibrações, no motor ou falha de um componente como a separação do cone da hélice, promovam uma troca de informação com os respetivos fabricantes com o objetivo de serem avaliadas e tomadas as medidas de mitigação técnica do evento. É essencial uma ação conjunta de resolução assertiva e sustentada sobre as anomalias e suas causas primárias, por vezes não óbvias ou perceptíveis no imediato pelos técnicos de manutenção ou pilotos, por forma a garantir a segurança operacional das aeronaves.

No âmbito da manutenção e ao nível da intervenção em oficina de componentes autorizada, é essencial a atenção ao detalhe para uma inspeção e avaliação cuidada, seguindo escrupulosamente as indicações do fabricante. No caso de um técnico

6- SAFETY ACTIONS & RECOMMENDATIONS

The operator implemented additional mitigation and reinforcement actions established on its risk matrix by considering a scenario of over water engine failure in banner towing operation, namely:

1. Conduct a carefully pre-flight inspection, performing the fuel drains, with special attention to fuel tanks water condensation;
2. Engine run-up in accordance with the checklist;
3. During the flight monitor all the engines' instruments;
4. In case of ditching try to perform it near a boat and away from land;
5. Always wear Safety Vest;
6. Implement ditching maneuvers in the training program;
7. Keep a safe distance from land.

After a careful review of all the facts of this event and considering the timeframe of the occurrence as well as the measures taken in the meantime by the operator, the safety investigation authority deemed that issuing formal safety recommendations is not useful.

Maintenance, airworthiness management organizations or private owners are stressed to, after becoming aware of a difficulty report such engine vibrations or component failure as the spinner detachment, to promote an event information exchange with the OEMs in order have a sustained technical assessment and mitigation measures on the observed findings. A joint assertive and sustained action over the reported anomalies, their resolution and root causes, sometimes not obvious nor immediately noticeable to the maintenance technicians or pilots, is an essential step to a safer aircraft operation.

Regarding the maintenance shop level performed by an authorised service centre, a careful inspection and assessment with attention to detail is essential by rigorously following the manufacturer's instructions. If a technician does not feel qualified

não se sentir capacitado para realizar uma tarefa nova, seja por falta de ferramental, material, informação ou até formação, o técnico deve sinalizar o problema para que seja tomada uma decisão conjunta pela organização de manutenção e fabricante. Ignorar um problema não o fará desaparecer.

Por outro lado, os pilotos que, conscientemente, aceitam uma aeronave para voo que demonstre problemas de operação, estão a colocar-se numa posição de fragilidade podendo colocar em risco a missão, a aeronave e no limite a si próprio.

Alerta-se ainda toda a restante comunidade aeronáutica para a qual sejam relevantes as constatações e conclusões da presente investigação, no sentido de, no âmbito das respetivas responsabilidades, tomarem as ações adequadas com vista a minimizar a possibilidade de causas similares resultarem em acidentes ou incidentes.

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 Regulamento (UE) n.º 996/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, e com o Decreto-lei n.º 318/99, a investigação e o relatório correspondente não têm por objetivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades.

Nos termos da legislação aplicável, o GPIAAF remeteu, para obtenção de comentários, uma versão preliminar do relatório final às entidades envolvidas.

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

to perform a new task, either due to lack of tools, material, information or even proper training, the technician must signal the problem so that a joint decision can be taken by the maintenance organisation and the aircraft or engine manufacturer. Ignoring a problem will not make it disappear.

On the other hand, pilots who consciously accept an aircraft for flight that demonstrates operating problems, are putting themselves in a weakened position which may jeopardize the mission, the aircraft and, in the end, themselves.

GPIAAF stresses to the aeronautical community to which this investigation findings and conclusions may be relevant of the importance of, within their own responsibilities, taking whatever necessary actions to minimize the opportunity for similar causes to result in accidents or incidents.

Safety investigation is a technical process conducted only for the purpose of accident prevention, comprising the gathering and analysis of evidence, in order to determine the causes and, if appropriate, to issue safety recommendations

In accordance with EU Regulation No. 996/2010 from the European Parliament and Council, and Decree-Law No. 318/99, it is not the purpose of any safety investigation and associated investigation report to apportion blame or liability.

According to the applicable legislation, GPIAAF has sent a draft version of the final report seeking comments from the involved parties:

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

Lisboa, 5 de maio de 2022

Lisbon, May 5th 2022