

**RELATÓRIO SUMÁRIO DE ACIDENTE COM AERONAVE
 AIRCRAFT ACCIDENT SUMMARY REPORT**

Paragem do motor em voo e aterragem de emergência

Inflight engine shutdown followed by emergency landing

1- SINOPSE
1- SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 2021/ACCID/04		Classificação Classification Acidente Accident	
		Tipo de evento Type of event SCF-PP – Falha de sistema ou componente – grupo motopropulsor System/Component failure – Power-Plant	
OCORRÊNCIA OCCURRENCE			
Data Date 18-11-2021	Hora Time 09:12 UTC	Local Location N41° 15' 14.459" W8° 29' 50.102" – Água Longa - Santo Tirso, Portugal	
AERONAVE AIRCRAFT			
Tipo Type CESSNA C152		N.º de série Serial No. 152-80125	Matrícula Registration CS-EDT
Categoria Category Avião Aircraft			Operador Operator Nortávia – Transportes Aéreos SA
VOO FLIGHT			
Origem Origin LPVL (Vilar da Luz - Portugal)		Destino Destination LPVL (Vilar da Luz - Portugal)	
Tipo de voo Type of flight Aviação geral – Instrução General Aviation - Training		Tripulação Crew 02	Passageiros Passengers 00
Fase do voo Phase of flight Decolagem Take-off		Condições de luminosidade Lighting conditions Diurno Daylight	
CONSEQUÊNCIAS CONSEQUENCES			
Lesões Injuries	Tripulação Crew	Passageiros Passengers	Outros Other
Fatais Fatal	0	0	0
Graves Serious	0	0	0
Ligeiras Minor	0	0	0
Nenhuma None	2	0	0
Total	2	0	0
Danos na aeronave Aircraft damage Substanciais Substantial		Outros danos Other damage nenhuns None	

2- DESCRIÇÃO FACTUAL DA OCORRÊNCIA
História do voo

No dia 18 de novembro de 2021 uma aeronave Cessna 152 descolou do aeródromo de Vilar da Luz às 8:13 para um voo de instrução com um instrutor e uma aluna piloto a bordo.

Após realizarem algumas manobras de treino numa área dedicada, o instrutor decidiu regressar ao aeródromo por se verificar uma atmosfera

2- FACTUAL OCCURRENCE DESCRIPTION
History of the flight

On November 18th, 2021, at 8:13 a Cessna 152 aircraft took off from Vilar da Luz aerodrome for an instructional flight with an instructor and a student pilot on board.

After performing some training manoeuvres in a dedicated area, the instructor decided to return to

turbulenta, inviabilizando os objetivos da lição de voo.

Já em circuitos de aeródromo, pelas 09:03 foi realizada uma manobra de tocar e andar na pista 16.

Durante a subida inicial no rumo da pista, aos 1000 pés estimados (MSL) correspondendo a cerca de 350 pés acima do solo (AGL), ao iniciar uma volta à direita para o vento cruzado, o motor perdeu potência por completo (ref. A fig. 1).

Já aos comandos da aeronave, o instrutor tentou, sem sucesso, o procedimento de arranque do motor. Dada a baixa altura a que a aeronave se encontrava, foi selecionado um primeiro terreno para realizar uma aterragem forçada (área 1 da fig. 1), pois estariam sem possibilidade de regresso ao aeródromo.

A aeronave foi configurada para a aterragem, contudo, devido à elevada velocidade na final, não estavam reunidas as condições para uma manobra em segurança o que levou o piloto instrutor a optar por um segundo local mais à frente, permitindo uma gestão da energia recorrendo à alteração da posição dos *flaps*.

the aerodrome as the objectives of the flight lesson were unattainable due to the turbulent atmosphere.

Already in aerodrome circuit, at 09:03 a touch and go manoeuvre was performed on runway 16.

During the initial climb on the runway heading, at an estimated 1000 feet (MSL), about 350 feet above the ground (AGL), when initiating a right turn into the crosswind, the engine lost all power (ref. A on fig. 1).

With the aircraft controls, the instructor tried, without success, an engine restart. Given the aircraft low height, they determined they wouldn't be able to return to the aerodrome and a terrain (area 1 detailed on figure 1 below) was selected to perform the forced landing.

The aircraft was configured for landing, however, due to the high speed on final, the conditions for a safe manoeuvre were not met, which led the instructor pilot to choose a second location for the landing further ahead, allowing energy management by changing the flaps position.



Figura 1 ||
 Detalhe da trajetória estimada e posição final da aeronave ||

Figure 1
 Aircraft estimated trajectory detail and final position

A aterragem foi realizada com *flaps* recolhidos, tendo a aeronave percorrido cerca de 80 metros sobre o terreno (ref. 2 fig. 1) macio até embater e ficar imobilizada num pequeno muro escondido pela vegetação.

A manhã apresentava-se com o céu limpo, o vento de Sudeste (110°) com 8 kt e uma visibilidade de 10 km ou superior, temperatura na região de 9°C com ponto de orvalho nos 3°C.

Lesões e danos

A cabine permaneceu intacta permitindo que os tripulantes saíssem da aeronave sem lesões.

Os danos na hélice são consistentes com o motor estar parado no momento do impacto com o obstáculo.

No embate final com o pequeno muro, o trem de nariz colapsou por fratura do berço do motor. No mesmo momento, o carburador e respetivo sistema de alimentação (comandos, tubagens e filtro) ficaram danificados.

O ELT (*Emergency Locator Transmitter*) funcionou conforme projetado emitindo um sinal de localização válido, devidamente tratado pelo centro coordenador de busca e salvamento de Lisboa.

Ao local do acidente compareceram as forças de segurança (GNR) e os Bombeiros de Santo Tirso.

3- SOBRE A INVESTIGAÇÃO

O GPIAAF foi notificado às 09:20, tendo desencadeado as ações necessárias para proceder à recolha de evidências.

Considerando as circunstâncias do evento e atendendo a que a ocorrência se configura como um acidente, o GPIAAF abriu um processo de investigação de segurança operacional, 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

The landing was performed with flaps retracted, having the aircraft ran for about 80 meters over the soft ground (ref. 2 of fig. 1) until it hit and was immobilized on a small wall hidden by vegetation.

The weather that morning was with clear skies, wind from 110 with 8 kt and a visibility of 10 km or more, air temperature of 9°C with dewpoint at 3°C.

Injuries and damage

The cockpit remained intact allowing the crew to egress the aircraft unharmed.

Propeller damage was consistent with a stopped engine at impact with the small wall obstacle.

In the final collision with the small wall, the nose gear collapsed due to the engine mount rupture. At the same time, the carburetor and its supply system (controls, hoses and filter) were also damaged.

The ELT (*Emergency Locator Transmitter*) worked as expected, producing a valid location signal, duly processed by Lisboa Rescue Coordination Centre.

The law enforcement forces (GNR) and Santo Tirso firefighters attended the accident site.

3- ABOUT THE INVESTIGATION

GPIAAF was notified at 09:20, dispatched a team to the site and initiated the necessary actions to proceed with gathering evidence.

Considering the event boundaries and circumstances, the occurrence was classified as accident, GPIAAF 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

práticas internacionais, adotará forma apropriada ao tipo e gravidade do acidente ou incidente grave.

Após o transporte dos destroços para um hangar, para avaliação, foi realizada uma peritagem técnica aos principais sistemas da aeronave e motor. Atendendo às evidências, 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 de uma forma mais rápida e num formato mais simples do que o requerido pelo Anexo 13 da ICAO.

4- CONSTATAÇÕES RELEVANTES

Tripulação técnica de voo

A aluna piloto, de 27 anos de idade, nacionalidade portuguesa, era titular de uma autorização de aluno CPL(A), com uma experiência total à data do evento de 80 horas de voo, todas realizadas no tipo da aeronave acidentada.

O piloto instrutor de 26 anos de idade, nacionalidade portuguesa, é titular de uma licença CPL(A) e qualificação de instrutor, tendo os registos evidenciado uma experiência total, à data do evento, de 495 horas de voo, 360 das quais no tipo da aeronave acidentada.

Ambos os ocupantes tinham as licenças e certificados médicos válidos.

Não há indícios de que qualquer condição médica tenha interferido negativamente na ocorrência.

A aeronave

A aeronave acidentada, um Cessna 152, foi fabricada em 1977 e possuía um certificado de aeronavegabilidade com certificado de avaliação de aeronavegabilidade (ARC) válido até agosto de 2022. A aeronave estava equipada com um motor Lycoming O-235-L2C de 110 hp com configuração de quatro cilindros, aspirado com sistema de alimentação de combustível por carburador único.

international rules and practices, shall adopt the most appropriate format to the type and severity of the accident or serious incident.

After transferring the wreckage to a hangar, a technical examination was performed to the aircraft and engine main systems. Considering the evidences collected and the tests performed, the investigation team considered that the event has a low level of complexity and that the extractable safety learnings are limited, being sufficiently covered by the remit of the work carried out so far, thus allowing to present its results in a shorter period and in a simpler way than the formal ICAO Annex 13 format.

4- RELEVANT FINDINGS

Flight Crew

The student pilot, 27 years old, Portuguese nationality, held a CPL(A) student license with a total experience of 80 hours of flight time on the day of the event, all performed in the same aircraft type.

The 26 years old Portuguese nationality instructor pilot, holds a CPL(A) license and an instructor rating, having the records showed a total flight experience, at the time of the event, of 495 hours of flight, 360 in the crashed aircraft type.

Both occupants had valid medical licenses and certificates.

There is no evidence of any medical condition negatively influencing the occurrence.

The aircraft

The accidented Cessna C152 aircraft was manufactured in 1977, had an airworthiness certificate and an airworthiness review certificate (ARC) valid until August 2022. The aircraft was equipped with a 110 hp, four-cylinder Lycoming O-235-L2C engine, aspirated and single carburetor configured fuel induction system.

Sistema de alimentação por carburador

O motor Lycoming O-235-L2C é equipado com um carburador do tipo *updraft*, com venturi de boia de nível constante, instalado na sua parte inferior.

O carburador é um dispositivo que fornece aos cilindros uma mistura de ar e combustível numa quantidade medida. Conforme o combustível sobe na cuba (ref. 3 fig 2), a boia (4) articulada atua como alavanca tendo como fulcro uma válvula da boia (5) onde é controlada a entrada de combustível no carburador. Quando o nível de combustível sobe o suficiente na cuba, a válvula da boia começa a restringir parcialmente ou a interromper o fluxo de combustível. A altura do combustível (linha azul em tracejado) no injetor de descarga (6) é controlada pela posição da boia na cuba pelo comando da válvula.

Carburetor system

The Lycoming O-235-L2C engine is equipped with an updraft, venturi float-type, fixed jet carburetor mounted on the bottom.

The air and metered fuel mixing are supplied to the cylinders by the carburetor. As the fuel rises in the bowl (ref. 3 on fig.2), it lifts a float (4) that is hinged over the float valve (5), controlling the fuel at the carburetor inlet. When the fuel level rises far enough in the bowl, the float valve begins to partially restrict or completely close the fuel flow to the bowl. The height of the fuel in the discharge nozzle (6) is controlled by the float position and the float valve in the float chamber or bowl (fuel level represented with a dashed blue line on figure 2).

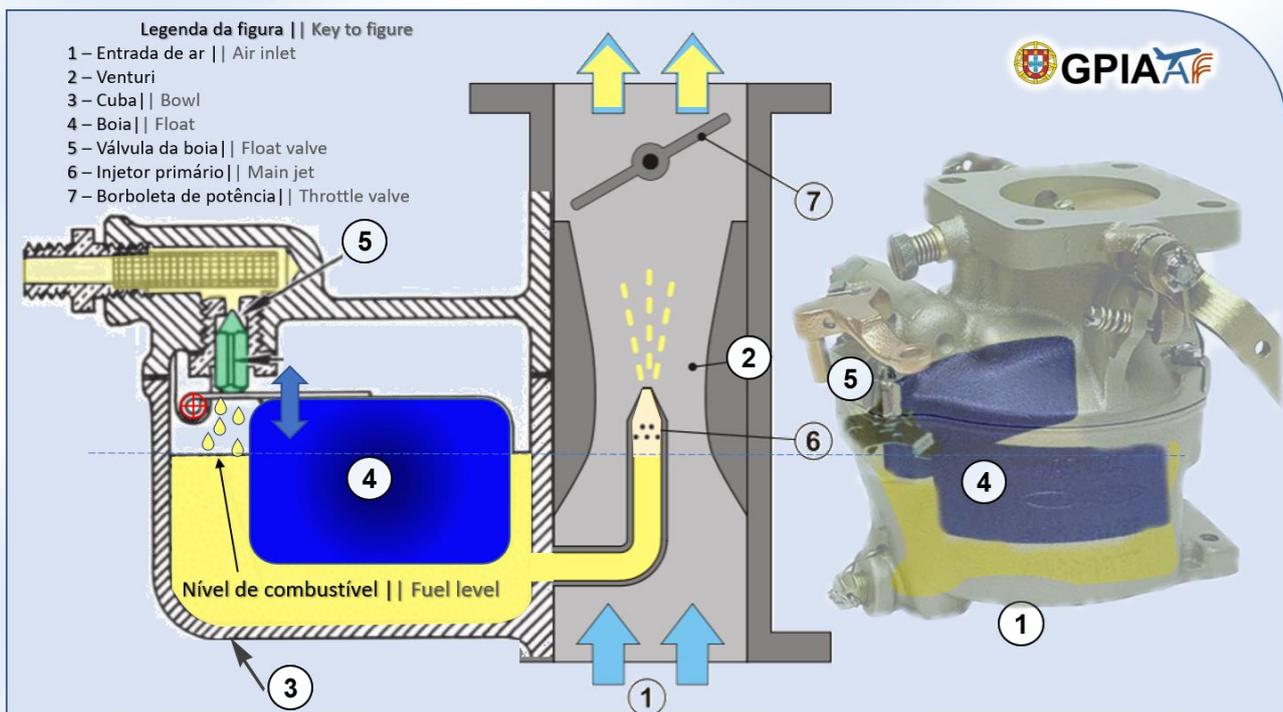


Figura 2 || Esquema de funcionamento e detalhe do carburador MA-3PA

Figure 2 || Carburetor schematics and MA-3PA detail

O fabricante (OEM) do carburador acidentado, a Marvel-Schebler Aircraft Carburetors, originalmente conhecida por Wheeler-Schebler carburetor company, sofreu ao longo dos anos várias fusões e aquisições, tornando-se Precision Airmotive Corporation, depois Volare Carburetors LLC, e por fim Marvel-Schebler® Aircraft Carburetors (MSAC). A

The event carburetor OEM, Marvel-Schebler Aircraft Carburetors, originally known as the Wheeler-Schebler carburetor company, suffered several merges and acquisitions which first became Precision Airmotive Corporation, then Volare Carburetors LLC, then Marvel-Schebler® Aircraft Carburetors (MSAC). MSAC produce carburetors for Continental, Lycoming

MSAC produz carburadores para aplicação em motores de quatro e seis cilindros opostos Continental, Lycoming e Franklin, onde se inclui o modelo do carburador acidentado, o MA-3PA. O fabricante realiza também trabalhos de manutenção ao abrigo da certificação FAA e EASA.

O arranjo e funcionamento do sistema do carburador como um todo, depende da interação de várias peças móveis com reduzidas tolerâncias de funcionamento, requerendo por esse motivo uma atenção e cuidado extremos, tanto no processo de fabrico como nas ações de manutenção consequentes. Com o seu princípio físico de funcionamento a recorrer ao conceito de mistura ar-combustível por efeito de *venturi* e boia de nível constante, são observados problemas e limitações de interferências entre peças móveis do conjunto. Estas são responsáveis por falhas ocasionais no regular funcionamento do sistema de manutenção de nível da cuba e, por consequência, por falhas de funcionamento de motores (como exemplo ¹).

Esta tecnologia e conceito mantiveram-se praticamente inalterados desde os anos 20 do século XX, tendo evoluído sobretudo nos materiais aplicados em alguns dos subcomponentes.

Em 2005 o OEM introduziu no mercado uma nova tecnologia de fabrico, substituindo as boias ocas de latão unidas por processo de soldadura a estanho, por boias sólidas de material epoxy.

Esta tecnologia veio resolver alguns dos problemas identificados há vários anos relacionados com questões de flutuabilidade das boias que, segundo o fabricante², cerca de 50% dos problemas identificados com mau funcionamento de carburadores aeronáuticos reportados ao FAA estavam relacionados com mau funcionamento das boias. Relativamente ao movimento entre peças e possibilidade de interferência entre estas, o conceito manteve-se praticamente inalterado.

Durante a peritagem realizada à aeronave, foi dada especial atenção ao carburador instalado no motor,

and Franklin four and six-cylinder horizontally-opposed aircraft engines, including the accidented MA-3PA carburetor model. The OEM is duly authorized to perform maintenance services under FAA and EASA approvals.

The arrangement and operation of the carburetor system, as a whole, relies on the interaction of various moving parts with reduced operating tolerances, requiring therefore extreme attention and care, both in the manufacturing process and in the subsequent maintenance actions. With its physical principle of air-fuel mixture by venturi effect and constant float level operation, problems and limitations of interference between moving parts of the set are observed. These mechanical interferences, promoting wear from rubbing, are responsible for random failures in the regular operation of the float in the bowl and consequently, for engine failures (as example ¹).

This technology and concept have remained practically unchanged since the 20s of the 20th century, having evolved mainly in some of the subcomponents applied materials.

In 2005, the OEM introduced in the market a new manufacturer technology to the floats, replacing the hollow brass soldered floats by a solid epoxy material.

This technology solved some of the problems identified over the years related to float buoyancy issues, which, according to the OEM², about 50% of malfunctioning identified faults in aviation carburetors and reported to FAA, concerned float malfunctions.

Regarding the parts movement and its interference possibility, the design concept has remained practically unchanged since its origin.

During the aircraft technical assessment and condition, a special attention was paid to the engine

¹ <http://www.gpiaa.gov.pt/upload/membro.id/ficheiros/i007027.pdf>

² <https://msacarbs.com/company/product-innovation/>

tendo-se procedido com a desmontagem e inspeção visual detalhada do mesmo.

Apesar dos danos externos estruturais encontrados no corpo do carburador apenas em consequência da aterragem de emergência, o carburador apresentava um aspeto cuidado, com os filtros sem contaminação ou presença de água na cuba.

Durante a avaliação interna do conjunto foram identificadas duas anomalias relevantes no interior da cuba, caracterizadas por interferências entre peças móveis, em específico:

- 1) Grupilha do veio da boia (1b) com a parede exterior da cuba (1a),
- 2) Boia (2b) com a parede interior da cuba (2a),

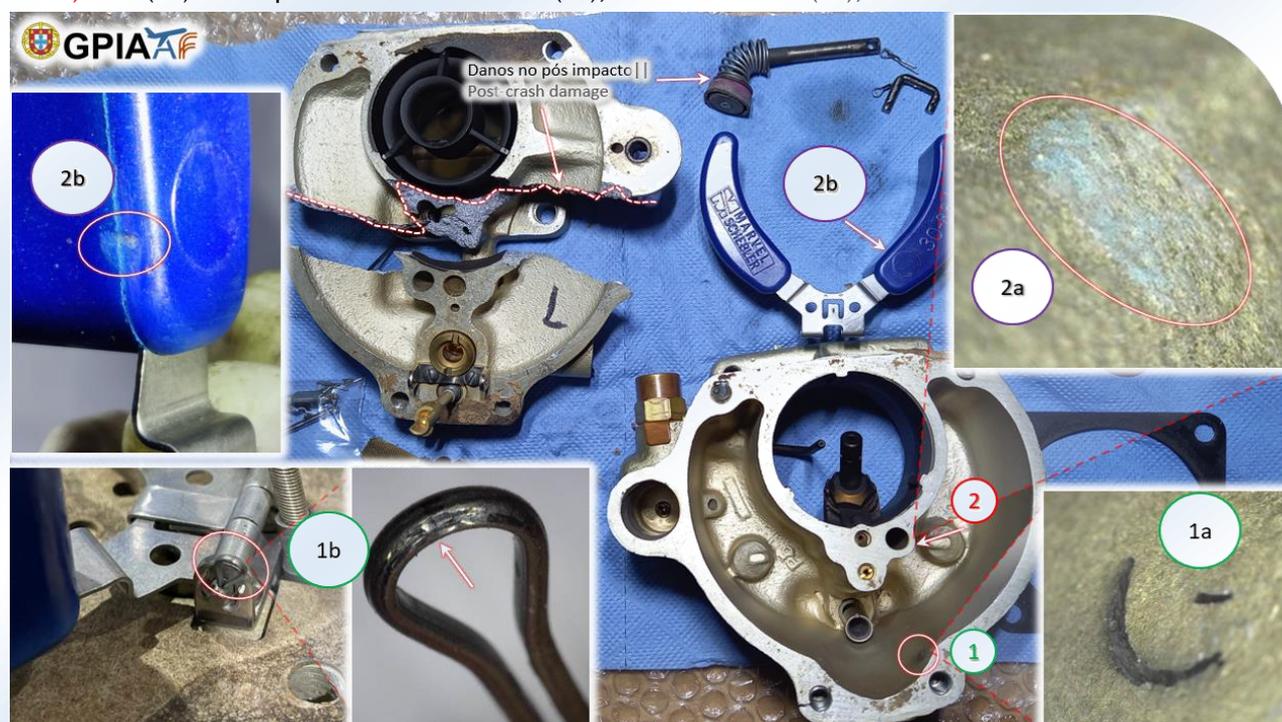


Figura 3 ||
Detalhe dos danos encontrados no carburador

Ambas as anomalias detetadas não são atribuíveis ao acidente e terão resultado de incumprimento dos requisitos de separação entre peças especificados no manual do fabricante (MSACSM Rev-1 Chg-0 de 15 maio 2013).

Da avaliação realizada foi constatado um desalinhamento do conjunto das boias e seu suporte, promovendo ambos os contactos 1 e 2 acima discriminados na figura 3. É provável que o contacto 1, embora fora das especificações, não tenha contribuído para a prisão mecânica do conjunto pela

carburetor, having proceeded with its disassembly and detailed visual inspection.

Despite the external structural damage found in the carburetor body in result of the emergency landing, the carburetor presented a careful appearance with the filters without contamination or presence of water in the bowl.

During the internal evaluation of the set, two relevant anomalies were identified inside the tank, characterized by interference between moving parts, in particular:

- 1) Float shaft cotter pin (1b) with bowl wall (1a),
- 2) Float valve pontoon (2b) with the bowl's throttle bore wall (2a),

Figure 3 ||
Carburetor findings

Both discrepancies detected are not attributed to the accident and may had resulted from non-compliance with clearance requirements between parts as specified in the manufacturer's manual (MSACSM Rev-1 Chg-0 of 15 May 2013).

The performed assessment revealed a misalignment on the float assembly and their support promoting both contacts 1 and 2 as above described in figure 3. It is likely that contact 1, although outside the specifications, did not contribute to the mechanical seizure of the set due to close position to the axis.

proximidade com o eixo de rotação. Já relativamente à anomalia 2, com sinais claros de desgaste por fricção entre a boia e a parede interna da cuba, apresenta-se como tendo probabilidade de motivar a prisão do conjunto e inviabilizar a entrada de combustível na cuba e conseqüente paragem do motor.

A figura 4 abaixo detalha os danos encontrados na boia por interferência com a parede interna da cuba (dano identificado como 2 na figura 3).

Regarding anomaly 2, with clear signs of wear due to rubbing between the float and the inner wall of the bowl, this probably caused the assembly to seize and made it impossible for fuel to enter the bowl and consequently resulted in the engine failure.

Figure 4 below details the damage found on the float due to interference with the bowl inner wall (damage identified as 2 in figure 3).

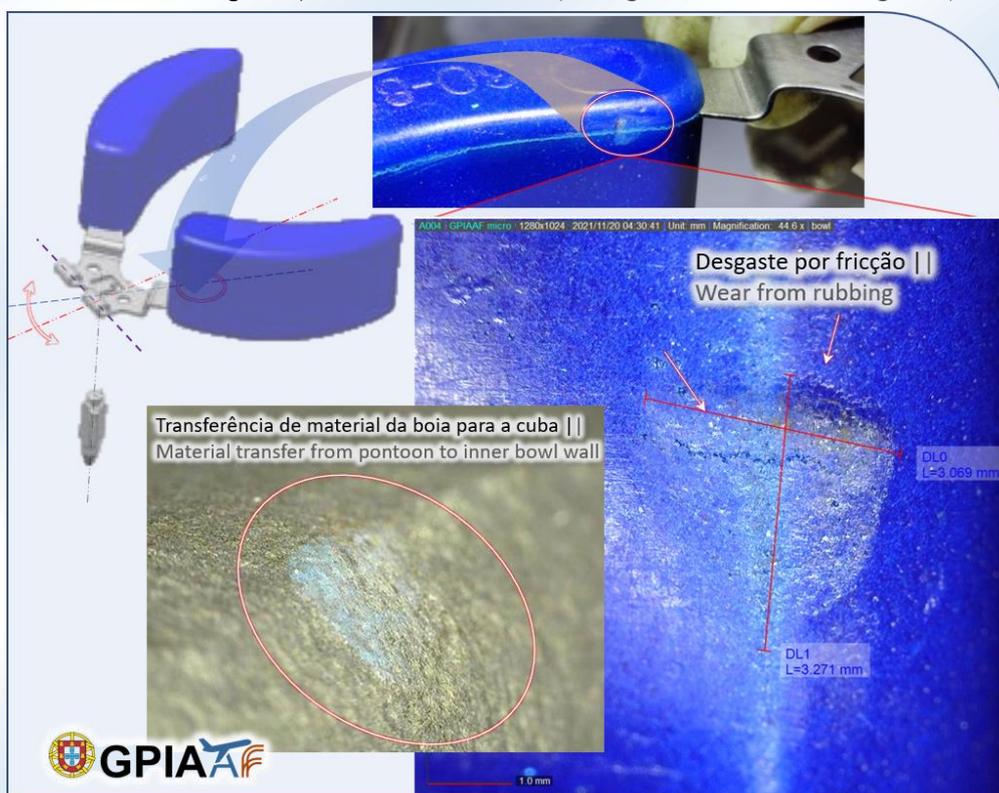


Figura 4

Danos na boia e transferência de material para a cuba

Relativamente à separação das boias na cuba, o manual refere a necessidade de uma folga específica medida por ferramentas desenhadas para o efeito.

O procedimento de verificação de folgas/separação do conjunto das boias em relação à cuba, segundo o manual aplicável ao modelo do carburador acidentado, é realizado, fazendo circular uma ferramenta (pino calibrado de 0,081”) em torno das boias (detalhe A da figura 4), garantindo a separação da ferramenta M-510, que consiste basicamente numa cuba recortada pelo fundo.

Figure 4

Pontoon damage detail and material transfer to the bowl

Regarding the float and bowl separation, the manual mentions the need for a specific clearance measured by tools designed for that purpose.

The procedure for checking clearances/separation of the float assembly to the bowl, according to the manual applicable to the accidental carburetor model, the check is performed, circulating the a tool (0.081” calibrated pin) around the float pontoons (detail A in figure 4) to ensure the proper clearance from the M-510 tool, that is basically a cut-away float bowl.

O conjunto das boias deve permitir a passagem do pino sem contacto em torno das boias. A folga pode ser ajustada aliviando e reposicionando o suporte das boias.

The float should not be so close to the body that the gauge will bind at any point around either of the two floats. The clearance may be adjusted by loosening and repositioning the float bracket.

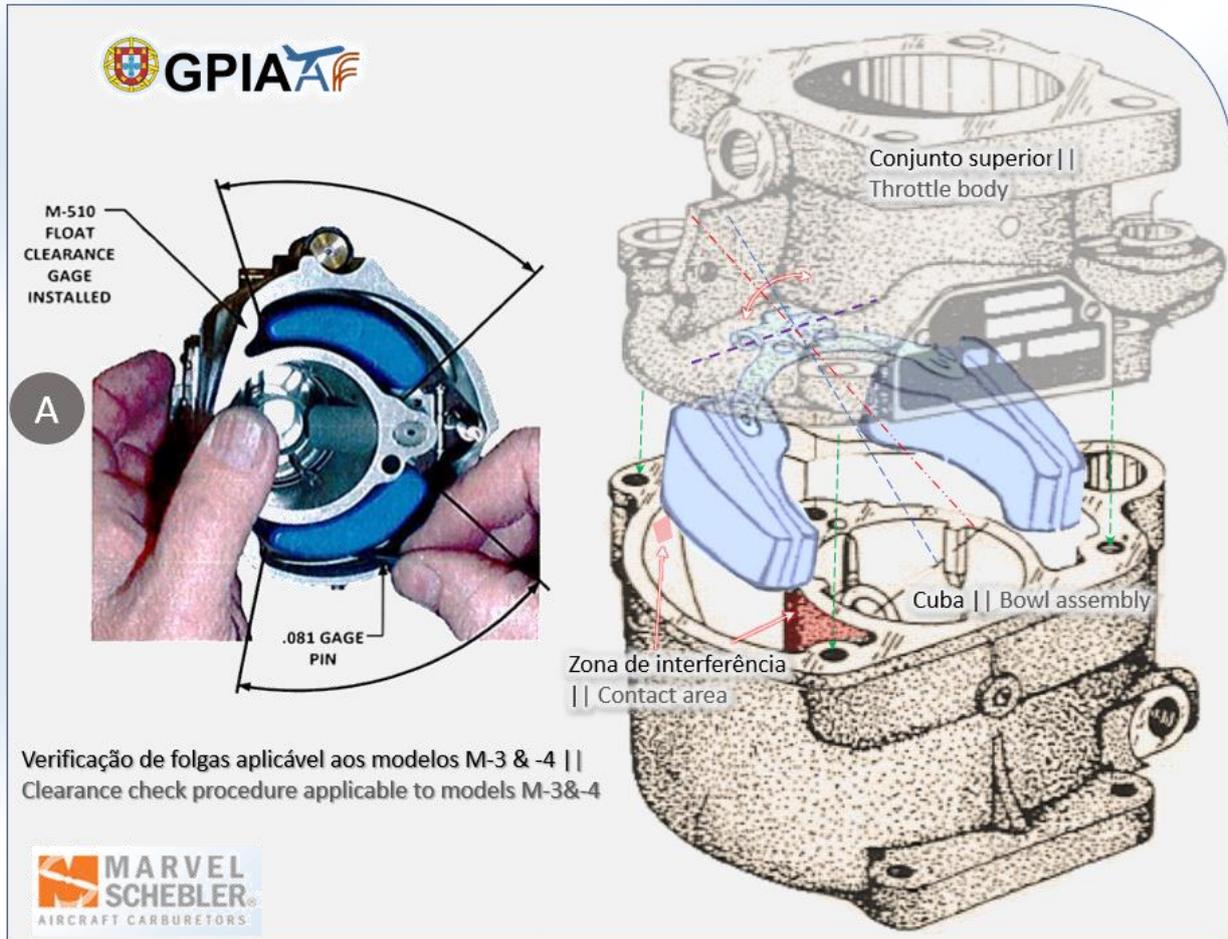


Figura 5 ||

Extrato do manual do fabricante MSACSM Rev-1 Chg-0 15 maio 2013 com detalhe da ferramenta de verificação de folgas

Numa outra publicação do fabricante do carburador, o [SB-4 Rev.B](#)³ de setembro de 2009 aplicável apenas às antigas boias de latão, é claramente identificada a necessidade de garantir uma folga suficiente entre as boias e a cuba, dando instruções sobre as respetivas ações de mitigação.

Nos motivos dessa mesma publicação, são referidos relatos de boias presas, com desgaste e/ou perfuradas por não terem sido garantidas as folgas entre os componentes. São referidas ainda as formas de detetar tal condição através de indicações na operação da aeronave como: a fuga de combustível

Figure 5

Extract from OEM Manual MSACSM Rev-1 Chg-0 15 May 2013 with Float clearance gage tool

In another carburetor manufacturer's publication, [SB-4 Rev.B](#)³ of September 2009 applicable only to old brass floats, the need to ensure sufficient clearance between the floats and the bowl is clearly identified and are given instructions on the respective mitigation actions.

On the reason paragraph of this same publication mentions reports of sticking, leaking and/or worn floats due to insufficient parts clearances. Important clues are mentioned regarding indications of: insufficient float clearance that may be observed during the aircraft operation by as the fuel leaks

³ https://msacarbs.com/pdf/SB-4_rev_B.pdf

pelo carburador, dificuldades em colocar o motor em funcionamento, mistura rica em *idle*, fumo negro pelo escape, queda excessiva dos magnetos, motor com funcionamento irregular, dificuldades em parar o motor por corte de mistura e falha parcial ou total do motor.

Histórico de manutenção

A análise aos registos históricos de manutenção da aeronave acidentada revelou que esta foi importada do Reino Unido em 2020 entrando ao serviço do operador nacional ainda com matrícula G-BMXA, posteriormente integrada nos serviços da escola de pilotagem após a obtenção do certificado de aeronavegabilidade nacional em agosto de 2021.

Os registos de manutenção, ainda com a aeronave em operação no Reino Unido ao serviço do antigo operador, mostram que a aeronave sofreu uma aterragem de emergência em outubro de 2019 motivada por uma falha do bloco do motor promovendo fumos na cabine e consequente corte do motor pelo piloto. O motor foi substituído tendo, contudo, sido transferido o carburador do motor inoperativo para o motor que viria a falhar no presente evento, sem uma avaliação da sua condição pelo fabricante do carburador ou centro de serviços autorizado.

Os registos indicam que no dia 28 de outubro de 2021, portanto 20 dias antes do acidente, a aeronave sofreu uma perda parcial de potência enquanto realizava um voo de instrução tendo o piloto instrutor reportado que o motor evidenciou um funcionamento irregular perdendo 70 a 80% da potência que o levou a declarar e aterrar em emergência. Já no chão a aeronave apresentou um comportamento normal, tendo os serviços de manutenção inspecionado e declarado a aeronave apta para voo após pequenas correções menores. Após este evento, a aeronave voou 146 horas sem registo de anomalias até ao voo do acidente. O tempo total do carburador desde o seu *overhaul* era de 1021 horas de voo, 683 das quais realizadas no motor acidentado em 2019.

Relativamente ao tempo entre inspeções (*overhaul*), o fabricante do carburador refere no seu *Service Bulletin* MAS-3 que deve ser o mesmo do motor ou

from the carburetor, hard starting, rich idle mixture, black smoke in the exhaust, excessive magneto drop, engine running roughly, difficulty stopping the engine with the mixture control, or partial or complete loss of engine power.

Maintenance records

Analysis of the maintenance records revealed that the event aircraft was imported from the United Kingdom in 2020, entering in to service with the national operator still registered as G-BMXA, later integrated into the pilot training organization after obtaining the national airworthiness certificate in August 2021.

The former operator previous maintenance records, still operating in the United Kingdom, show that the aircraft suffered an emergency landing in October 2019 due to an engine crankcase failure, causing smoke in the cabin and consequent engine in-flight shutdown by the pilot. The engine was replaced and the carburetor was transferred from that failed engine to the overhauled engine that would fail in the present event. This component transfer was performed without a condition assessment by the carburetor manufacturer or designated authorized service centre.

The records specify that on October 28th, 2021, 20 days before the accident, the aircraft suffered a partial loss of power while performing an instruction flight, with the flight instructor reporting that the engine exhibited an irregular operation, losing 70 to 80% of the power that led him to declare emergency and land. On the ground, the aircraft behaved normally. The maintenance services inspected and returned the aircraft to service after a few minor corrections. After this event, the aircraft flew for an additional 146 hours without anomalies until the accident flight.

The carburetor total time since the overhaul was 1021 flight hours, 683 of them performed on the previous accidented engine occurred in 2019.

Regarding the carburetor time between overhaul, the OEM dictates on its MSA-3 Service Bulletin that is the same of engine overhaul or 10 years, whichever



10 anos, o que ocorrer primeiro, referindo ainda no ponto 2.C: *É mandatário a realização de um overhaul ao carburador sempre que sujeito a um ambiente agressivo (lista de condições) independentemente do que possa ser referido nas FAR operacionais. É ainda referido: Caso existam dúvidas relativamente aos requisitos para elegibilidade de realização de overhaul, deve ser consultado o fabricante.*

Os registos do referido carburador (SN:MSC38110) mostram que a última inspeção (*overhaul*) foi realizada em maio de 2016 pelo próprio fabricante, a MSAC, onde são evidenciados os passos da instalação e inspeção final do conjunto.

II. Assembly and Final Inspection.

1. Check float level and clearance.
2. Torque nozzle and secure lock tabs.
3. Inspect bowl and throttle body assemblies before closing.
4. Inspect & Calibrate altitude compensating mixture bellows
5. Lubrication applied to accel. pump, assemble throttle body & bowl assembly
6. Leak / Flow test completed per APS-AT-00004 and applicable Test Specification.
7. Drain carburetor
8. Torque throttle body and bowl screws
9. All lock tabs and final wire tie secure.

Extrato do form de reparação do fabricante VC 55022 03/09 || VC 55022 03/09 OEM repair form extract

MECH	INSP

O carburador acidentado foi enviado para o fabricante com o objetivo de ser analisado sob supervisão do NTSB e FAA. As principais conclusões do exame realizado apontam para a confirmação das duas zonas de interferência descritas na figura 3.

O NTSB entende que não existem evidências suficientes que suportem que estas marcas resultaram da ausência de folga entre as peças aquando do *overhaul* do componente.

É também relevante referir que os protocolos de manutenção da aeronave e motor têm previstas intervenções de verificação periódica aos periféricos do carburador como a drenagem da cuba, verificação de filtros de entrada de combustível bem como dos parafusos de fixação da própria cuba (Lycoming Mandatory Service Bulletin No. 366C), não prevendo a desmontagem da mesma, sendo tal atividade reservada apenas a intervenções ao nível do componente em oficina autorizada. A investigação considera que as evidências reunidas são suficientes para excluir hipóteses alternativas relativamente

occurred first. On item 2.C. of the SB also mentions: *A complete overhaul is mandatory regardless of any FAR operational category when carburetor has been subjected to a severe environment such as but not limited to: (listed conditions).* An additional note refers: *If any uncertainty exists regarding the need for overhaul, contact OEM for consultation.*

The records of the failed carburetor (SN:MSC38110) show that the last overhaul inspection was performed in May 2016 by the manufacturer itself, MSAC, where the assembly and final inspection steps were evidenced.

The damaged carburetor was sent to the manufacturer for review under NTSB and FAA oversight. The main conclusions point to the confirmation of the two observed interference zones described on figure 3 above.

The NTSB does not believe that there is enough evidence to support the conclusion that these marks are the result from non-compliance with the clearance requirements when the unit was overhauled.

It is also important to note that the aircraft and engine maintenance protocols provide for periodic checks on the carburetor peripherals, such as bowl draining, checking the fuel inlet filters and throttle body-to-bowl attaching screws (Lycoming Mandatory Service Bulletin No. 366C), not requiring its disassembly, as such activity is exclusively performed at the component level by an authorized workshop.

The investigation considers that the evidence gathered is sufficient to exclude alternative

aos danos terem sido produzidos após a falha do motor.

hypotheses of damages as result after the engine failure event.

5- CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

Da avaliação da condição da aeronave bem como dos dados disponíveis evidenciados na condição dos seus componentes e dados recolhidos dos tripulantes, a investigação aponta como causa mais provável para o evento a falha do motor por um deficiente funcionamento interno do carburador com interrupção de alimentação de combustível.

Para a falha interna do carburador terá contribuído a interferência mecânica entre a boia e a cuba que provocou um desgaste por fricção, criando um sulco na boia, que terá limitando o livre movimento desta na cuba.

As constatações e conclusões da investigação suscitam os seguintes comentários:

Os motores aeronáuticos alternativos atuais e seus componentes, embora assentes em tecnologia experimentada que lhes garante um nível de fiabilidade elevado, não são certamente imunes a falhas nos procedimentos de instalação nos processos de manufatura e manutenção, deixando sempre margem para melhorias.

O procedimento de verificação das folgas da boia em relação à cuba descrito nos procedimentos de manutenção do fabricante (passo 1 do VC 55022 03/09) está assente numa execução sem verificação independente por um segundo técnico qualificado, tornando a operação de manutenção crítica e permeável a eventuais erros de execução sem possibilidade de mitigação conforme requerido pela regulamentação.

Do Regulamento (UE) N.º 1321/2014 referente à aeronavegabilidade continuada, uma tarefa de manutenção crítica envolve a montagem ou perturbação de um sistema ou qualquer parte de uma aeronave, motor ou hélice que, se ocorrer um erro durante a sua execução, possa colocar em risco diretamente a segurança do voo; no seu 145.A.48 referente à execução de tarefas de manutenção, o item (b) exige a implementação de um método de

5- CONCLUSIONS & COMMENTS

From the assessment of the aircraft condition as well as the condition of the examined components and the data collected from the crew, the investigation establishes as most probable cause for the event the engine failure due to an internal malfunction of the carburetor by fuel starvation.

To the carburetor internal failure may have contributed the mechanical interference between the float and the bowl, which caused wear by rubbing, creating a groove in the float and limiting its free movement in the bowl.

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

The nowadays alternative aviation engines and their components, although based on experienced technology that ensures high reliability levels, are not immune to possible conceptual flaws on the manufacturing and assembly processes, certainly with room for improvements.

The float to bowl clearance assurance check described in the manufacturer's maintenance procedures (VC 55022 03/09, step 1) is based on a single person execution without an independent verification by a second qualified technician, thus not following or applying an important error capture method as required by the applicable regulation on critical maintenance tasks.

From (EU) Regulation No.1321/2014 on Continuing Airworthiness, a critical maintenance task means a maintenance task that involves the assembly or any disturbance of a system or any part on an aircraft, engine or propeller that, if an error occurred during its performance, could directly endanger the flight safety; on its 145.A.48 regarding performance of maintenance, item (b) requires that an error capturing method to be implemented after the performance of any critical maintenance task.

captura de erros após a execução de qualquer tarefa crítica de manutenção.

Relativamente aos indícios de falha de motor ocorrido 20 dias antes e que levou à aterragem de emergência realizada com sucesso na pista, é possível que esta tenha igualmente ocorrido por uma prisão temporária da boia na cuba, promovendo uma mistura demasiado rica, consistente com o funcionamento irregular do motor.

Regarding the engine failure signs occurred 20 days before and that led to the successfully emergency landing performed on the runway, it is likely that it also occurred due to the float assembly being temporarily stuck in the bowl, promoting an overrich mixture condition, consistent with the irregular engine operation.

6- AÇÕES DE SEGURANÇA E RECOMENDAÇÕES

Na sequência do acidente, o operador redefiniu um conjunto de procedimentos internos, nomeadamente:

- Foi efetuada uma sensibilização junto de todos os intervenientes operacionais por forma a detetar problemas que possam derivar do mau funcionamento do carburador, baseados na publicação do fabricante SB-4.
- Foi publicada uma nota de alerta de segurança operacional sobre sintomas relacionados com mau funcionamento de carburadores junto da manutenção e aeronavegabilidade, e em caso de dúvida durante o processo de deteção de anomalias, o carburador deverá ser substituído por um novo.

Após uma análise criteriosa de todos os factos, a autoridade de investigação de segurança determinou não ser útil a emissão de recomendações formais de segurança especificamente destinadas ao operador.

Tendo em consideração as fragilidades encontradas no processo de aferição e garantia de ausência de interferência das boias na cuba durante o processo de manutenção dos carburadores da MSAC, é entendimento da investigação que o fabricante deverá reavaliar o processo de instalação final das boias na cuba, considerando tal tarefa como tarefa crítica e garantindo uma inspeção independente conforme regulamentação aplicável. Nesse sentido, recomenda-se formalmente:

6- SAFETY ACTIONS & RECOMMENDATIONS

Following the accident, the operator redefined a set of internal procedures, namely:

- Awareness-raising was carried out among all operational staff in order to detect problems that may rise from the carburetor malfunction, based on the manufacturer's publication, the SB-4.
- An operational safety alert note was published aiming the maintenance and airworthiness staff regarding the carburetor malfunctions symptoms, establishing that in case of any doubt raised during the troubleshooting process, the carburetor must be replaced by a new one.

After a careful review of all the facts, the safety investigation authority deemed that it is not useful to issue formal safety recommendations, specifically to the operator.

Taking into account the weaknesses found in the current version of the MSAC carburetor maintenance process regarding the floats to bowl clearance check, the investigation encourages the manufacturer to reassess the process of final installation of the floats in the bowl by considering this as a critical task and ensuring that an independent inspection is performed as per applicable regulations. In this sense, it is formally recommended:



À Marvel-Schebler Aircraft Carburetors (MSAC),

Recomendação de Segurança N° PT.SIA 2022/001

recomenda-se que o fabricante reavalie o processo de verificação de interferências dos componentes constituintes no sistema de manutenção de nível constante dos seus carburadores, por forma a que estas tarefas sejam consideradas tarefas críticas e sujeitas a uma inspeção independente realizada por um técnico qualificado conforme requerido na Parte 145.A.48 da EASA.

Aos pilotos das aeronaves equipadas com carburadores, sublinha-se a necessidade de estarem atentos aos sinais de um funcionamento irregular dos carburadores conforme referido nos manuais dos fabricantes das respetivas aeronaves, normalmente referido nas inspeções antes de voo onde é requerida a verificação de fugas pelo carburador evidenciadas pelas marcas deixadas pelo combustível em torno do carburador ou capotagens inferiores do motor. Devem ainda ter em consideração o referido na publicação SB-4 do carburador acidentado.

Alertam-se também as empresas de manutenção, gestão da aeronavegabilidade ou proprietários particulares para que, após terem conhecimento de um reporte de mau funcionamento, falha de motor ou componente, 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 suas aeronaves.

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.

To Marvel-Schebler Aircraft Carburetors (MSAC),

Safety recommendation N. PT.SIA 2022/001

it is recommended that the manufacturer reassess the assembly process method for checking the constant fuel level system constituent components clearances or interference on carburetors, in order to consider those tasks as critical tasks requiring an independent inspection by a qualified person as required by EASA part 145.A.48.

Pilots of aircraft equipped with carburetors are emphasized to be aware of signs of irregular operation as mentioned in the respective aircraft manufacturers manuals, usually called in pre-flight inspection checks, where pilots should determine that there is no fuel leaking from the carburetor. Leaking fuel is evidenced by fuel dye stains on the carburetor body or in the cowling below the carburetor. They should pay also attention to the mentioned in the SB-4 event carburetor publication.

Maintenance, airworthiness management organizations or private owners are also advised to, after becoming aware of a difficulty report or malfunction on an engine or component failure, to promote an event information exchange with the OEMs in order have a sustained technical assessment and mitigation measures on the 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.

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.



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.

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, 23 de junho de 2022

Lisbon, June 23rd 2022