

RELATÓRIO SUMÁRIO DE ACIDENTE COM AERONAVE
AIRCRAFT ACCIDENT SUMMARY REPORT

 Falha de motor em voo com aterragem de
 emergência em terreno não preparado

 Engine failure inflight with emergency landing on
 unprepared field

1- SINOPSE
1- SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID		Classificação Classification	
2020/ACCID/03		Acidente Accident	
		Tipo de evento Type of event	
		FUEL: Contaminação do combustível Fuel contamination	
OCORRÊNCIA OCCURRENCE			
Data Date	Hora Time	Local Location	
06-AGO-2020	15:32 UTC	38°42'31.7"N 009°27'56.1"W, Cascais - Portugal	
AERONAVE AIRCRAFT			
Tipo Type		N.º de série Serial No.	Matrícula Registration
Socata TB9 Tampico		1554	CS-DAB
Categoria Category			Operador Operator
Avião Airplane			AWA
VOO FLIGHT			
Origem Origin		Destino Destination	
LPCS - Cascais		LPCO - Coimbra	
Tipo de voo Type of flight		Tripulação Crew	Passageiros Passengers
Aviação Geral General Aviation		01	02
Fase do voo Phase of flight		Condições de luminosidade Lighting conditions	
Em rota En-route		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	1	2	n/a
Total	1	2	0
Danos na aeronave Aircraft damage		Outros danos Other damage	
Destruída Destroyed		Nenhum None	

2- DESCRIÇÃO FACTUAL DA OCORRÊNCIA
História do voo

No dia 6 de agosto de 2020, três pilotos prepararam para voo uma aeronave Socata TB9 da escola de aviação, com o objetivo de se deslocarem até às instalações da empresa de manutenção do operador, localizada no aeródromo de Coimbra. Os procedimentos de preparação terão decorrido com normalidade onde foram abastecidos 65 litros de Avgas. Pelas 15:25 a aeronave, com indicativo de voo

2- FACTUAL OCCURRENCE DESCRIPTION
History of the flight

On August 6th, 2020, three pilots prepared for a flight on the operator's (an aviation training school) Socata TB9 aircraft, in order to travel to the operator's maintenance company facilities, located at Coimbra aerodrome. The pre-flight procedures were normal and the aircraft was filled with 65 liters of Avgas.

At 15:25 the aircraft with callsign WEY065, took off from Cascais aerodrome according to the flight plan,

WEY065, descolou do aeródromo de Cascais conforme plano de voo traçado e devidamente coordenado com os serviços de controlo de tráfego aéreo (CTA).

Decorridos cerca de 5 minutos de voo, a uma altitude em torno dos 1000 pés, ao chegar à linha costa e quando iniciavam o rumo a Norte, com volta pela direita, o motor perde potência apresentando um funcionamento irregular.

Ao não ser possível manter a altitude, o piloto opta por rumar a Sul procurando um local para uma aterragem forçada. Após declarar a emergência (MAYDAY) ao CTA e discutidas as opções entre os ocupantes da aeronave quanto ao local para a aterragem, o campo de golfe nas proximidades da linha costa foi entendido pelo piloto como adequado.

properly coordinated with the air traffic control services (ATC).

After about 5 minutes of flight, at an altitude of about 1000 feet, when reaching the shoreline and upon performing a right turn heading north, the engine lost power exhibited an irregular operation.

As it was not possible to maintain the flight altitude, the pilot elected to head south and looked for a suitable place for a forced landing. After the MAYDAY distress call to ATC and discussing the landing site options with the aircraft occupants, the golf course near the shoreline was considered appropriate by the pilot.

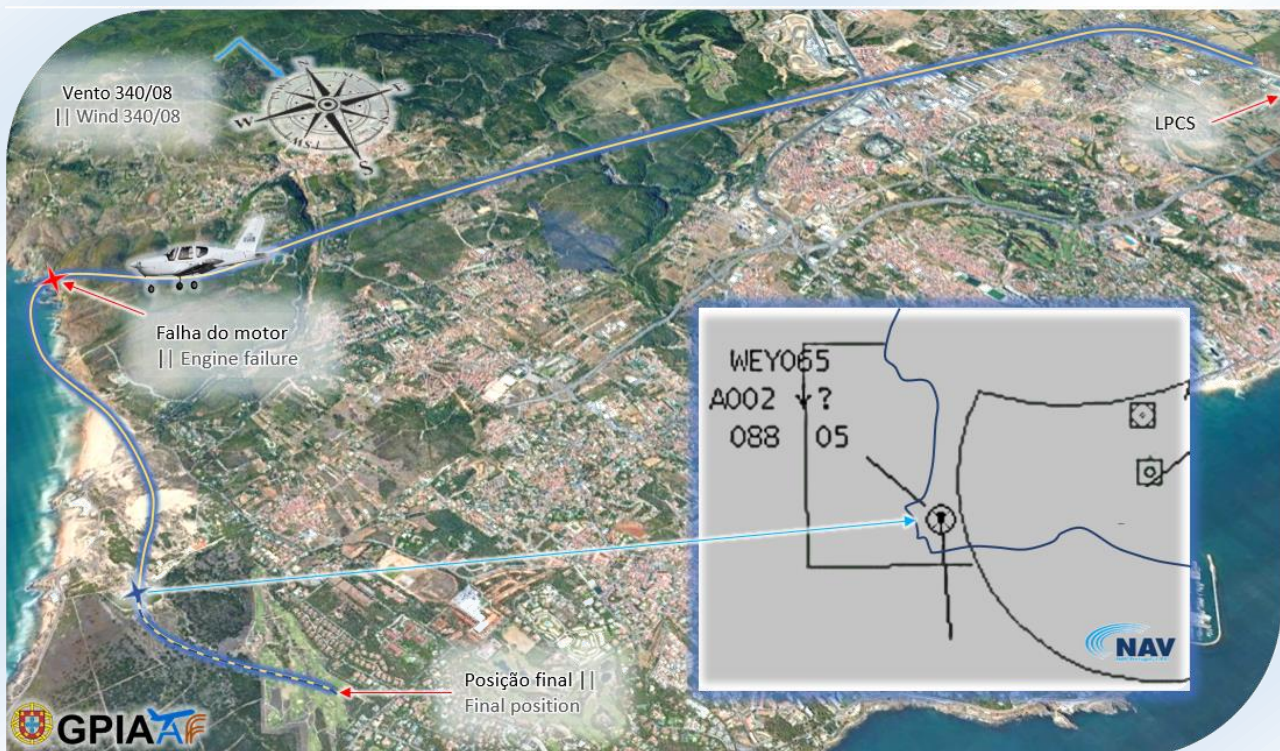


Figura 1 ||
Trajetória da aeronave
Fonte: Dados radar NAV

Figure 1 ||
Aircraft flight path
Source: NAV radar data

A aeronave executou uma aproximação final ao campo com uma velocidade terreno significativa, tendo indicado no último ponto de radar em torno dos 200 pés de altitude, 88 nós de velocidade terreno

The aircraft performed a final approach to the elected field with significant ground speed, having the last radar spot indicated at an altitude of around 200 feet, 88 knots of ground speed and a rate of

e com 500 pés por minuto de razão de descida. O vento de cauda na aproximação terá potenciado uma aterragem saltada (*bounced*) e dificuldades em dissipar energia. A aeronave colide com duas árvores de grande porte, inicialmente com a asa esquerda e imobiliza-se numa segunda poucos metros à frente.

Desde o primeiro toque no solo até à imobilização final, a aeronave percorreu cerca de 265 metros.

descent of 500 feet per minute. The tailwind component, during the final approach, contributed to the bounced landing and difficulties to dissipate energy. The aircraft collided with two large trees, initially with the left wing and came to a stop striking a second one, a few meters further.

From the first ground contact to the final position, the aircraft covered about 265 meters.

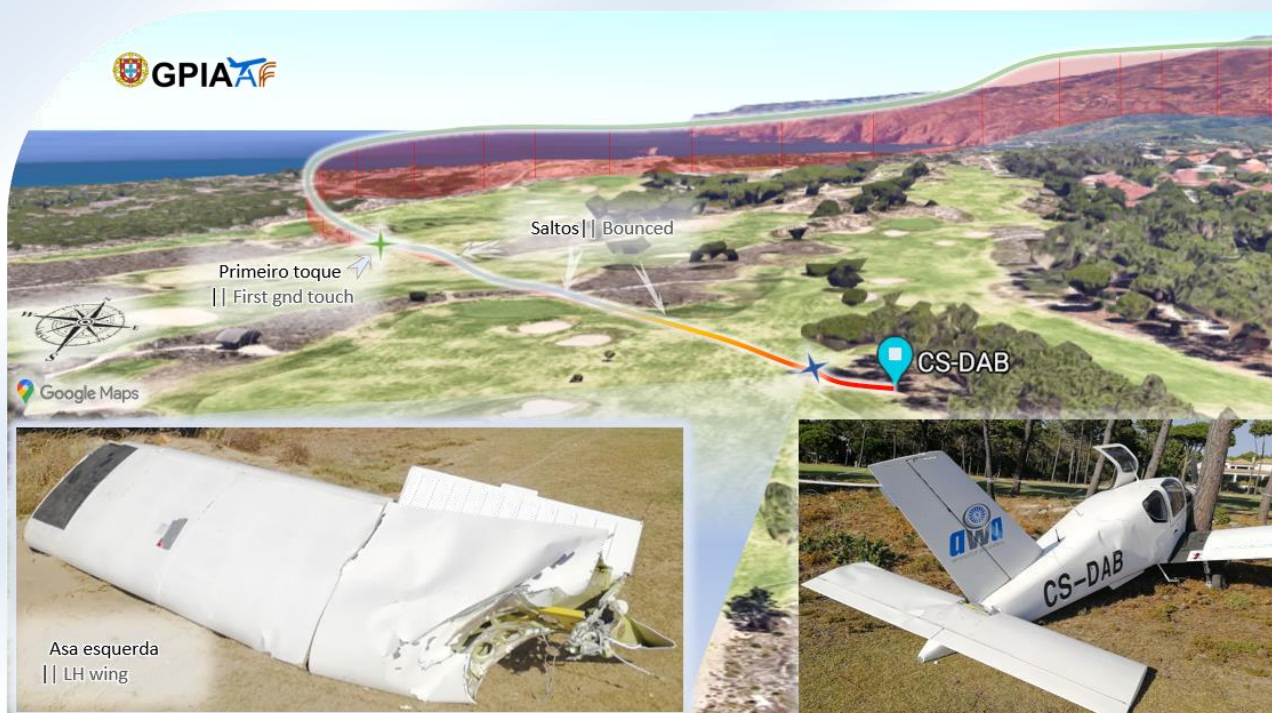


Figura 2 ||
Trajetória e posição final da aeronave

Figure 2 ||
Aircraft final path and position

As condições meteorológicas reportadas no aeródromo de Cascais eram de vento de 340° com 8 kt de intensidade, com algumas nuvens a 1600 ft e visibilidade de 10 km ou superior. A pressão atmosférica de 1021 hPa, temperatura do ar nos 31°C e ponto de orvalho nos 15°C.

The meteorological conditions reported at LPCS were 340° wind with 8 kt, few clouds at 1600 ft, visibility with 10 km or more. The atmospheric pressure was 1021 hPa, air temperature of 31°C and dew point at 15°C.

Foram estimados dois minutos e dez segundos desde a falha do motor e a aterragem de emergência. Segundo informação do piloto, não foi tentado o arranque do motor em voo ou qualquer ação de avaliação da condição do mesmo, estando a atenção concentrada na escolha do local para a aterragem de emergência.

Two minutes and ten seconds have been estimated from the engine failure to the emergency landing. According to the pilot, no engine re-start was attempted in flight or any action to assess the engine condition because attention was focused on choosing a site for the emergency landing.

A configuração da aeronave adotada para a aterragem, não estando de acordo com o POH, foi de *flaps* na posição recolhida (0°), válvula seletora de

The adopted aircraft configuration for landing was flaps in the retracted position (0°), fuel selector

combustível na asa esquerda e a bomba de combustível auxiliar desligada.

Lesões e danos

O piloto e os passageiros saíram pelos próprios meios da aeronave e sem ferimentos significativos.

A aterragem em terreno não preparado provocou danos substanciais na asa esquerda quando esta se separou da fuselagem ao embater numa primeira árvore. Em sequência e após percorrer 20 metros, a fuselagem e asa direita embatem com uma segunda árvore danificando substancialmente a fuselagem com deformações múltiplas, incluindo redução de espaço do lado direito do cockpit, canóia e berço do motor. A hélice, praticamente intacta, não apresentava evidências de que o motor estivesse a produzir potência.

valve on the left wing and auxiliary fuel pump in off position, in deviation from POH procedure.

Injuries and damage

The pilot and the passengers left the aircraft with no significant injuries.

The landing on unprepared soft ground caused substantial damage to the left wing when it collided with a tree and separated from the fuselage. Subsequently and after covering 20 meters, the fuselage and right wing hit a second tree, substantially damaging the fuselage with multiple deformations, canopy, engine mount and including a space reduction on the right side of the cockpit. The propeller, nearly intact, exhibited no evidence that the engine was producing power.

3- SOBRE A INVESTIGAÇÃO

O GPIAAF foi notificado às 15:40, tendo deslocado uma equipa ao local 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, 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, indo ao encontro das normas e práticas internacionais, adotará forma apropriada ao tipo e gravidade do acidente ou incidente grave.

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 de uma forma mais rápida e 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

3- ABOUT THE INVESTIGATION

The GPIAAF was notified at 15:40 with a team deployed to the site to proceed with the evidence gathering.

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

investigação, divulgando de forma célere 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.

disseminating within the aeronautical community and in a short timeframe, 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.

4- CONSTATAÇÕES RELEVANTES

4- RELEVANT FINDINGS

Tripulação técnica de voo

O piloto estava devidamente autorizado a realizar o voo, tendo as respetivas licenças de voo CPL/IR (A) com qualificação de instrutor de voo na categoria de monomotor a pistão (SEP) e certificado médico classe 1 e 2 válidos. Contava com um total de 2775 horas de experiência de voo, das quais 1920 realizadas em SEP.

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

A bordo seguiam dois passageiros, também estes pilotos e instrutores SEP, contudo sem desempenharem funções no voo do acidente.

Segundo os dados recolhidos, os passageiros influenciaram o processo de decisão do piloto na gestão da emergência com sugestões na escolha do local para aterragem, colocando pressão adicional na sequência de ações de condução do voo.

A aeronave

O Socata TB9 Tampico é uma aeronave de construção totalmente metálica em liga de alumínio de estrutura semi-monocoque, monomotor de asa baixa tipo cantiléver de quatro ou cinco lugares. É equipada com trem de aterragem tipo triciclo fixo, projetada para utilização nas categorias normal e utilitária. As asas alojam tanques de combustível integrados, construídos com nervuras estampadas rebitadas ao revestimento da asa e na longarina tipo monobloco.

Os registos mostram que a aeronave teve vários proprietários antes de entrar ao serviço do atual operador. A aeronave foi registada a 14 de março de 2019 pela AWA, porém voou poucas horas desde

Flight Crew

The pilot was duly authorized to perform the flight, having both valid CPL/IR (A) flight licenses with flight instructor qualification in the single engine piston (SEP) category and the Class 1 and 2 medical certificates. He logged a total experience of 2775 flight hours, 1920 performed in SEP type.

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

Additionally, on board there were two pilots, also SEP instructors, however without flight functions in the accident flight, traveling as passengers only.

According to the gathered information, the passengers influenced the pilot's decision-making process during the emergency management with suggestions on the choice of the landing site, placing additional pressure on flight sequence tasks.

The aircraft

The Socata TB9 Tampico is an all-metal aluminium alloy structure of semi monocoque design, four or five-place, cantilever low wing, single-engine aircraft equipped with fixed tricycle landing gear and it is designed to be used in normal and utility categories.

The wings contain integral fuel tanks, constructed of stamped metal ribs riveted to the wing skin and to the monobloc spar.

The records show that the aircraft had several owners before entering into service with the current operator. The aircraft was registered on March 14th, 2019, with AWA, however it had flown few hours

então, não tendo realizado qualquer voo em 2019 e apenas dois voos em 2020, ambos voos de aceitação.

Tais voos de aceitação e respetivas ações de manutenção terão estado relacionados com o processo de mudança de proprietário e adequação da aeronave ao novo operador, onde se incluíram trabalhos de pintura para além das inspeções programadas, ambos realizados pelo prestador de serviços de manutenção do antigo operador.

A entidade responsável pela gestão de aeronavegabilidade da aeronave, a Styl Aviation NV, certificada pela Autoridade Belga, realizou a avaliação de aeronavegabilidade a 8 de janeiro de 2020 tendo emitido o respetivo ARC.

O sistema de combustível

O combustível é armazenado em dois tanques estruturais embutidos e parte integrante da estrutura da asa. A vedação do tanque é conseguida pela aplicação de selante próprio entre as várias peças no momento da construção.

Cada tanque é equipado com uma tampa localizada na superfície superior da asa, tendo como objetivo a vedação do bocal do tanque, através da qual é realizado o abastecimento. Com a tampa instalada, o tanque deve garantir a estanquicidade (sem ventilação), evitando vazamento de combustível e a introdução de substâncias estranhas (como água).

Os tanques de combustível estão equipados com uma válvula de drenagem no intradorso de cada asa. A válvula de drenagem está localizada no ponto mais baixo do tanque de combustível para garantir a drenagem de possíveis contaminantes. Além dos pontos de drenagem dos tanques de combustível, devido ao sistema de alimentação estar mais baixo que os tanques, foi instalada uma válvula adicional de drenagem na fuselagem, junto à raiz da asa direita.

A água é de longe o contaminante mais comum no combustível de aviação. Como a água é mais densa do que o combustível, esta é depositada nas partes mais baixas dos tanques.

O manual de operação da aeronave refere que o sistema deve ser drenado todos os dias antes do

since then, having no flights in 2019 and only two flights in 2020, both acceptance flights.

Such acceptance flights and the related maintenance activities would have been associated to the process of changing owner and adapting the aircraft to the new operator, which included painting tasks in addition to the scheduled inspections, both carried out by the previous operator's maintenance organization.

Styl Aviation NV, the responsible entity certified by the Belgium Authority to ensure the aircraft airworthiness, performed the inspection to the aircraft in January 8th 2020 and issued the Airworthiness Review Certificate.

The fuel system

The fuel is stored in two structural tanks built in as part of the wing structure. Tank sealing is built in at the time of construction by applying sealant between skins and ribs.

The filler cap for each tank is located on the upper wing surface, that blanks off an opening in the tank by which fuelling is carried out. When this cap is installed, the tank must be sealed (no vent) to prevent against fuel leakage and from the introduction of any foreign substance (such as water).

The fuel tanks are equipped with a drain valve on the lower surface of each wing. The drain valve is located at the lowest point of the fuel tank to provide a collection point for contamination.

In addition to fuel tank bleeding and draining points, as the system is lower than the tanks, an additional bleeding and draining point is installed beneath the right-hand forward fuselage near its intersection with the wing.

Water is by far the most common contaminant in aviation fuel. Because water is denser than avgas, it will settle on the lowest part of the tanks.

The pilot operating manual refers that the system should be drained every day before the first flight

primeiro voo e após cada reabastecimento. Menciona ainda que os tanques de combustível devem ser abastecidos após cada voo para minimizar a condensação.

Segundo informação do piloto, as purgas realizadas antes do voo do acidente não revelaram qualquer anomalia no combustível drenado.

Foram recolhidas pela investigação duas amostras de combustível, na cuba do carburador (8) e filtro da seletora (12). Foi encontrada água em suspensão em ambas as amostras.

and after each refuelling. It also mentions that the fuel tanks should be filled after each flight to minimize condensation.

According to the pilot's information, the draining carried out before the accident flight did not reveal any anomaly in the drained fuel.

Two fuel samples were collected by the investigation, one in the carburettor bowl (8) and another in selector filter (12). Water in suspension was found in both samples.

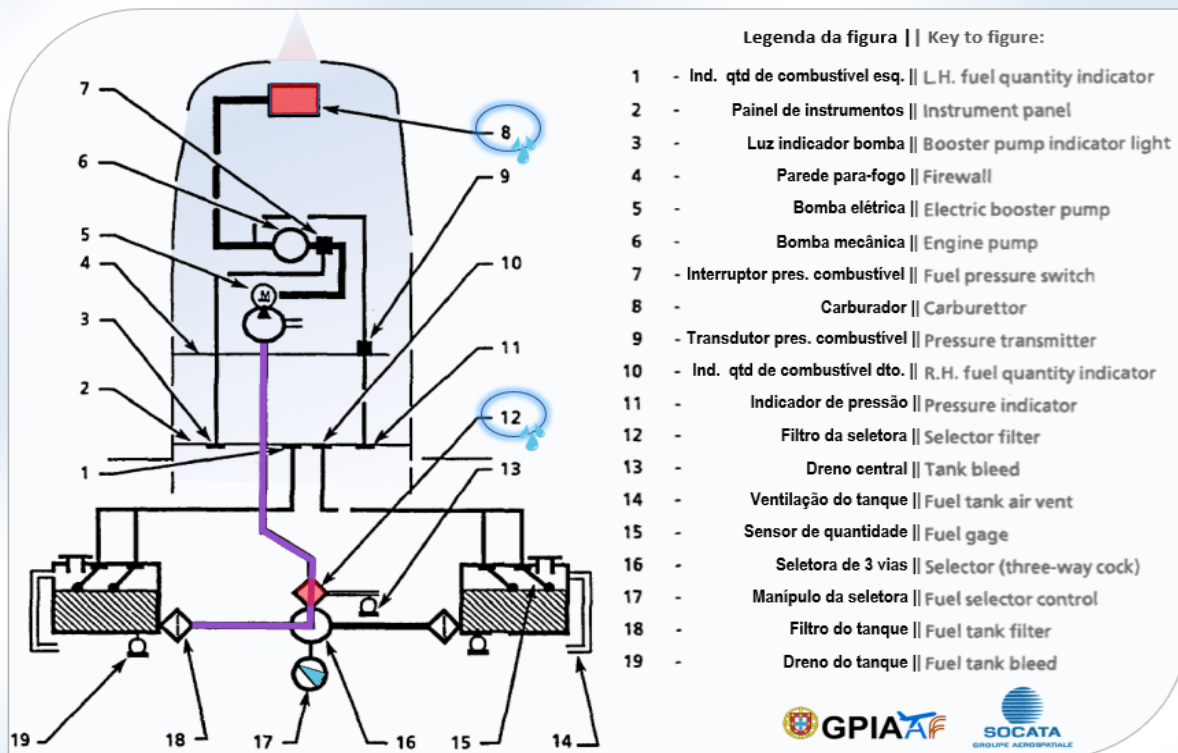


Figura 3 ||
Detalhe do sistema de combustível da aeronave ||

Figure 3
Aircraft fuel system detail

Para determinar a quantidade de água diluída e não visível, a amostra retirada da cuba do carburador foi enviada para um laboratório acreditado onde foi realizado o teste para determinação de presença de água por Karl Fischer¹ com um resultado de 0,009 (+/-0,002) % (m/m)² ou 90 ppm que corresponde, em massa, a 90g de água por cada 1000kg de combustível.

To determine the amount of water that was diluted and not visible, the sample taken from the carburettor bowl was sent to an accredited laboratory where the Karl Fischer¹ test for determining the presence of water was performed with a result of 0.009 (+/- 0.002)% (m/m)² or 90 ppm which corresponds, in mass, to 90 g of water for each 1000 kg of fuel.

¹ Teste de Karl Fischer, normas EN ISO 12937:2000, ASTM D6304-16e1 pretende determinar a quantidade de água diluída no combustível, não em suspensão || Karl Fischer test, standards EN ISO 12937:2000, ASTM D6304-16e1 is intended to determine the amount of water diluted in fuel, not in suspension.

² % m/m- valor "por massa" e ppm – partes por milhão || %m/m means "by mass" and ppm parts per million

A amostra retirada do filtro da válvula seletora, detalhe A da figura 4 abaixo, continha 4,5 cm³ de água em suspensão num total de 88,1 cm³ da amostra.

Foram ainda recolhidas amostras do sistema do carro utilizado no abastecimento da aeronave, tendo o resultado das análises efetuadas sido negativas para a presença de água.

O projeto do tipo de tanques integrais contempla barreiras internas ou anteparas para evitar a movimentação de combustível com as mudanças de atitude da aeronave. Tais barreiras devem ainda assegurar que o coletor do tanque está sempre submerso em combustível, utilizando para tal dispositivos de passagem em um só sentido como válvulas ou anilhas tipo flap conforme mostrado na figura 4 abaixo (3).

The sample taken from the selector valve filter, detail A on figure 4 below, revealed 4.5 cm³ of water suspended in a total of 88.1 cm³ of the sample.

Samples from the fuel truck system used in the aircraft fuelling on the accident day were also collected for analysis, with negative results for water.

The integral tanks type design includes internal barriers or bulkheads to prevent the movement of fuel with changes in aircraft attitude. Such barriers should also ensure that the tank collector is always submerged in fuel, using one-way devices such as valves or flap-type washers as shown in figure 4 below (3).

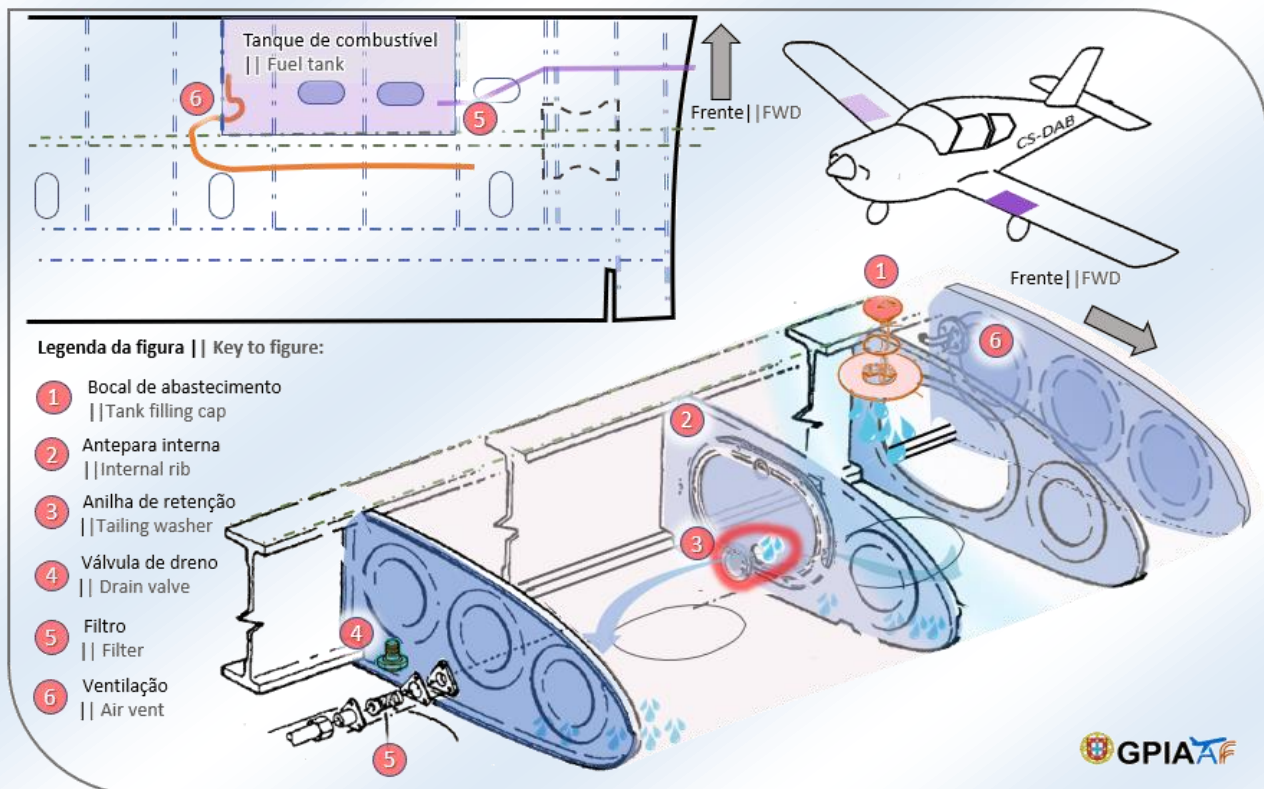


Figura 4 || Figure 4

Configuração interna do tanque de combustível da aeronave

Aircraft fuel tank internal configuration

As anteparas interiores potenciam a retenção de combustível ou água em certas zonas do tanque que podem não chegar às purgas ou ao coletor do tanque.

The internal bulkheads may cause fuel or water to get trapped in certain areas of the fuel tank and prevent them from reaching the drains or the tank fuel collector.

Os dispositivos de retenção limitam a capacidade de utilização total do combustível dos tanques, que associado à complexidade geométrica dos mesmos, constitui-se como combustível não utilizável, em que parte deste é denominado de combustível não drenável.

Pelas características de imiscibilidade da água no combustível, atendendo à geometria do tanque, é provável que uma parte significativa da água que exista por entrada pelo bocal de enchimento, tenha ficado retida nas anteparas conforme ilustrado na figura acima.

A aeronave, ao voltar pela direita ao chegar à linha de costa, terá potenciado a movimentação de depósitos de água para junto do coletor de combustível do tanque da asa esquerda, tanque que se manteve selecionado nessa posição desde a descolagem até à aterragem de emergência.

Manutenção da aeronave e respetivos registos

Durante o processo de compra e venda da aeronave, o antigo operador realizou, através da sua empresa de manutenção part145, vários trabalhos com o objetivo de fazer o retorno ao serviço da aeronave após um longo período de imobilização. Foram ainda realizados trabalhos de pintura para adequação ao novo operador.

Nas várias fases dos trabalhos, o novo operador realizou testes e/ou voos de aceitação da aeronave. Num desses voos/ensaios, a 1 de junho de 2020, a aeronave terá apresentado falhas de operação do motor, tendo como causa identificada, após o respetivo processo de pesquisa de anomalia, a presença de água nos tanques de combustível.

Os registos de manutenção, apesar de incoerentes nas datas, mostram que foi realizada a remoção do combustível contaminado, sem, no entanto, especificar o método de limpeza dos tanques.

Pelo histórico recente de problemas de contaminação de combustível da aeronave e que levou à falha de motor, pela condição dos vedantes das tampas dos tanques e, por alegada falta de material para a sua substituição, o prestador de serviços de manutenção, com o acordo do novo

These restraint devices limit the total fuel tank capacity, which, associated with their geometric complexity, constitutes a non-usable fuel amount, part of which is called non-drainable fuel.

Due to the immiscibility characteristics of water in fuel and considering the tank geometry, it is likely that a significant amount of water that entered the tank from the filling cap was retained by the bulkheads as shown in the figure above.

It is likely that the free water trapped in the internal rib was moved to the left-wing fuel collector tank when the aircraft turned to the right near the shoreline. The left tank remained selected from take-off to the emergency landing.

Aircraft Maintenance and related records

During the aircraft purchase and selling process, the former operator carried out, through his part145 maintenance company, several tasks aimed at returning the aircraft to service after a prolonged period of immobilization. Aircraft painting was also performed to cover the new operator's requirements.

At different stages of the work, the new operator carried out aircraft tests and/or acceptance flights. In one of these flights/tests, on June 1st, 2020, the aircraft experienced engine failures, having identified as cause, after the troubleshooting process, the presence of water in the fuel tanks.

The aircraft maintenance records, despite being inconsistent regarding dates, show that the contaminated fuel was removed, without specifying the tanks cleaning method.

Due to recent aircraft fuel contamination problems leading to engine failure, the condition of fuel cap O-rings and, the assumed lack of material for their replacement, the former operator maintenance service provider, with the new owner's agreement and pilot acceptance, improvised a procedure, not

proprietário e aceitação do piloto, improvisou um procedimento não autorizado no manual, aplicando fita adesiva sobre os bocais para evitar a entrada de água nos tanques (detalhe C da figura 5 abaixo).

approved by the aircraft manufacturer, by applying duct tape over the fuel cap to prevent water from entering in the tanks (detail C of figure 5 below).

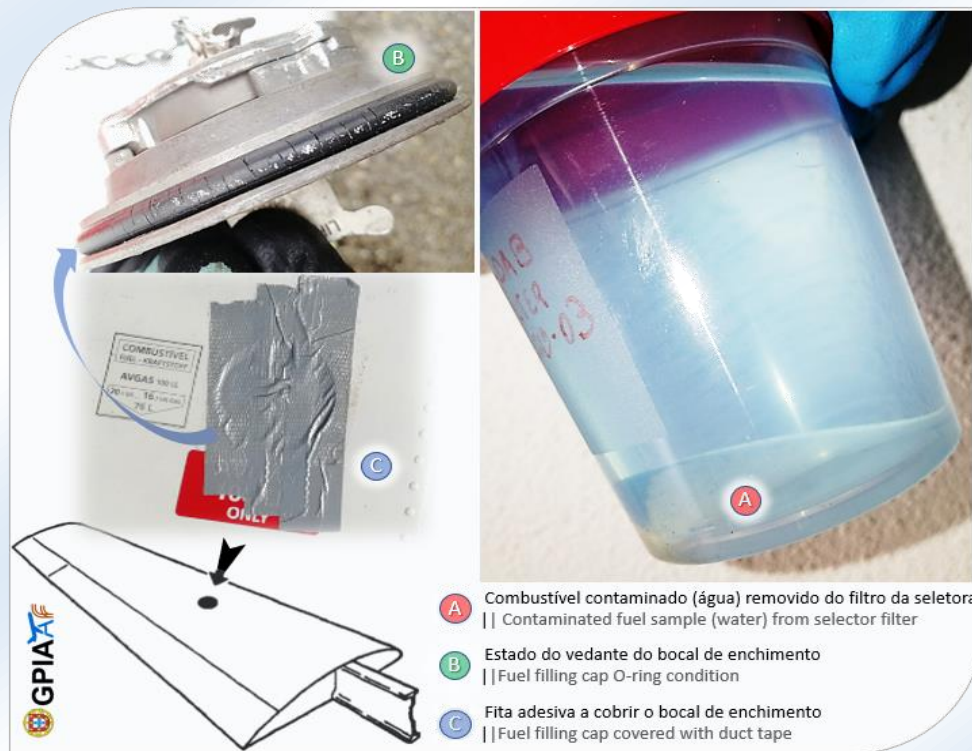


Figura 5

Achados do sistema de combustível

Figure 5

Fuel system findings

Desde novembro de 2018, data em que a aeronave termina os voos que realizava com alguma regularidade ao serviço do antigo operador e até à data do acidente, a aeronave permaneceu por períodos significativos fora de hangar sujeita a agentes exógenos.

Since November 2018, date on which the aircraft ended regular flights performed at the former operator and until the accident date, the aircraft remained for significant periods of time outside the hangar exposed to exogenous agents.

Não estão evidenciados no processo de manutenção registos de práticas de preservação da aeronave por longos períodos conforme requerido no manual de manutenção. Tal condição não foi detetada pela entidade responsável pela gestão de aeronavegabilidade (BE.MG.0111) na avaliação realizada em janeiro de 2020.

The aircraft maintenance manual practices required for long-term storage are not evidenced in the maintenance process records. Such condition was not detected by the airworthiness management organization (BE.MG.0111) on the airworthiness review conducted on January 2020.

É, no entanto, referido no processo n.º 200341 referente à última manutenção 100h/Anual, realizada a 29 de maio de 2020, a execução da instrução EASA SIN2008-08 relativa a deteção de falhas no bocal de enchimento que podem resultar na contaminação de combustível.

It is, however, referred in the maintenance process no. 200341 referring to the last 100h/Annual maintenance, carried out on May 29th, 2020, the accomplishment of EASA SIN2008-08 instruction regarding failure of fuel filler cap, resulting in fuel contamination.

Conforme demonstrado na condição dos vedantes dos bocais dos tanques de combustível com fissuras e sinais de tinta (detalhe B da figura 5 acima), é legítimo afirmar que a instrução de manutenção EASA acima referida, não foi devidamente cumprida com implicações na falta de estanquicidade do tanque, permitindo a entrada de água.

No mesmo processo de manutenção são referenciados trabalhos no carburador que, se devidamente executados, deveriam ter detetado a presença evidente de corrosão e depósito de sedimentos provocados por exposição à água por longos períodos.

O motor, após a remoção da aeronave acidentada, foi testado com sucesso em banco de ensaio de uma empresa autorizada para o efeito. Foi de seguida desmontado o carburador e avaliado em bancada, de onde se destacaram de imediato a presença de corrosão na bomba de aceleração (1), cuba (2) e, adicionalmente, sinais de contaminação microbológica na boia plástica (3), conforme mostrado na figura 6 abaixo.

As demonstrated in the fuel tank cap seals (O-rings) condition with cracks and paint signs, detail B on figure 5 above, it is legitimate to state that the mentioned EASA maintenance instruction was not properly followed with direct consequences in the tank sealing (weathertightness) allowing water to enter.

In the same maintenance process, work on the carburettor is mentioned, which, if properly accomplished, should have detected the evident signs of corrosion and slush deposits caused by the presence of water for long periods of time.

The engine, after removal from the crashed aircraft, was successfully tested at an authorised company test bench. The carburettor was then disassembled and evaluated on a bench, where the presence of corrosion in the acceleration pump (1), bowl (2) and, in addition, signs of microbiological contamination in the plastic float (3), as shown in figure 6 below.



Figura 6

Detalhes da condição interna do carburador

Figure 6

Carburettor internal detailed findings

Dos factos recolhidos e analisadas as condições técnicas da aeronave, destacam-se os principais achados:

- O período temporal alargado de paragem da aeronave sujeita a agentes exógenos criou as condições necessárias para a presença de água sobre os depósitos de combustível da aeronave,
- A condição dos vedantes das tampas dos bocais de enchimento dos tanques de combustível apresentavam fissuras que permitiam a entrada de água nos tanques,
- O incorreto cumprimento dos procedimentos de manutenção, desde a preservação da aeronave por longos períodos de inatividade, a decisão de manter em serviço os vedantes das tampas atendendo à sua condição, o procedimento de remoção e limpeza dos tanques, a falha na inspeção/drenagem da cuba do carburador e por fim a aplicação de fita adesiva sobre os bocais de enchimento dos tanques nas asas,
- O motor foi testado em banco de ensaio, tendo apresentado um funcionamento normal.

A gestão da emergência pelo piloto

O manual de operação da aeronave, na sua secção 3.5 e transcrito no *checklist* do operador, refere os procedimentos de falha de motor em voo:

ENGINE FAILURE IN FLIGHT	
Glide speed	86 KIAS
Main switch	ON
Fuel pump	ON
Fuel selector	SWITCH TANKS
Magneto switch	BOTH
Fuel gages	CHECK

A sequência de ações, devidamente estudada pelo fabricante, dá especial foco à gestão do combustível, com ações simples de verificação que não terão sido executadas no voo do acidente. Situação semelhante terá ocorrido na configuração da aeronave na fase de aproximação final para a aterragem, ao não terem sido selecionados os *flaps* para a posição de aterragem, conforme requerido nas mesmas instruções do fabricante.

O conceito de cockpit estéril não foi imposto pelo piloto durante a gestão da emergência, permitindo

From the collected facts and the analysed aircraft technical conditions, the main findings are highlighted:

- The prolonged out-of-service condition of the aircraft, parked exposed to exogenous agents, created the necessary conditions for the presence of water over the aircraft fuel tanks,
- The fuel tank filling cap seals' poor condition with cracks allowed water to enter the fuel tanks,
- Incorrectly accomplished maintenance procedures, since the aircraft's preservation for long-term inactivity, the failure releasing to service the fuel tank cap seals considering the material condition, the fuel tank cleaning procedures, failure to inspect/drain the carburettor bowl and finally, the duct tape applied over the wing tank caps,
- The engine was successfully tested exhibiting a normal operation.

Emergency management by the pilot

The aircraft operation manual, in its section 3.5 and transcribed in the operator's checklist, refers to the following in-flight engine failure procedures:

The sequence of actions, duly studied by the manufacturer, gives special focus to fuel management, with simple verification actions that were not accomplished on the accident flight. A similar situation occurred regarding aircraft configuration during the final approach landing phase, when the flaps for the landing position were not selected, as required in the same instructions from the manufacturer.

The sterile cockpit principle was not imposed by the pilot during emergency management, allowing



sugestões e pressões dos outros ocupantes e influenciando a cadeia de decisões tomadas pelo piloto.

suggestions and additional pressure from the other occupants, influencing the pilot's chain of decisions.

5- CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

5- CONCLUSIONS and COMMENTS

Da avaliação da condição da aeronave, dos dados recolhidos do piloto e das constatações da peritagem realizada ao motor, a investigação aponta como causa provável para a falha de motor em voo a contaminação do combustível por presença de água nos tanques.

From the aircraft assessment condition, the data collected from the pilot and the findings from the engine examination, the investigation establishes as probable cause for the inflight engine failure, the fuel system contamination by water deposits in the tanks.

Analisados os factos recolhidos sobre a envolvente da operação e manutenção da aeronave, os seguintes fatores terão contribuído para o evento:

Analysing the collected facts regarding the conditions of the aircraft's operation and maintenance, the following factors may have contributed to the event:

- As práticas de preservação por longos períodos de inatividade da aeronave promovidas pela parte 145 e aceite pelo proprietário,
- As diversas falhas nos procedimentos de manutenção pela part145 nas várias fases e oportunidades de deteção e correção da condição da aeronave, nomeadamente:
 - na avaliação da condição dos vedantes das tampas,
 - nos procedimentos de limpeza dos tanques,
 - na deteção da condição do carburador,
 - no retorno ao serviço da aeronave utilizando procedimentos não aprovados,
- A não deteção ou reconhecimento pelo piloto da presença de água no combustível durante a inspeção antes de voo,
- Falhas no seguimento dos procedimentos padronizados na emergência pelo piloto, para os quais terão contribuído os fatores de diversão de atenção promovidos pelos passageiros.

- The part 145 long-term preservation practices for the stored aircraft, with the owner's acceptance,
- Part 145 multiple maintenance procedure failures at several stages and missed opportunities for detecting and correcting the aircraft's condition, namely:
 - the assessment of the condition of the cap seals,
 - fuel tank cleaning procedures,
 - detecting the carburettor condition,
 - the aircraft return to service using unapproved procedures,
- The lack of positive detection or recognition of water presence in the fuel during the pre-flight inspection,
- Failure to follow the standard emergency procedures by the pilot, to which may have contributed the attention diversion factors promoted by passengers.

As constatações e conclusões da investigação suscitam os seguintes comentários:

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

A presença de água no combustível em suspensão e na forma diluída estiveram na origem da falha do motor da aeronave. Os motores alternativos não toleram água em suspensão, contudo, para as pequenas quantidades diluídas, uma taxa inferior a

The water presence, both as dissolved water and free water was the root cause for the aircraft engine failure. Reciprocating engines do not tolerate water in suspension, however, for small diluted quantities, a rate of less than 30 ppm is considered by the

30 ppm é considerada pela indústria³ como um limite máximo aceitável para não interferir significativamente com o rendimento do motor. O valor laboratorialmente aferido usando o método de Karl Fisher foi cerca de 3 vezes superior.

As práticas de manutenção nas diversas intervenções realizadas demonstram desvios relevantes à regulamentação ao serem assinados documentos sem o devido cumprimento, como é o caso do EASA SIN2008-08. Atalhos nos trabalhos realizados no sistema de combustível como a drenagem da cuba do carburador e limpeza dos tanques contribuíram para o desfecho do evento e devem ser devidamente analisados pelo prestador de serviços part145.

Conforme mencionado na orientação e material de alerta dos vários reguladores, EASA SIN2008-08, FAA AC 20-125 e outras, a forma mais eficaz para evitar problemas de água no combustível é adotar ações responsáveis em toda a cadeia de manuseio do combustível. As informações e procedimentos descritos nas diretrizes e circulares, bem como as boas práticas de inspeção, limpeza e uma constante vigilância devem reduzir significativamente a probabilidade de acidentes com origem na contaminação de combustível.

Por outro lado, as ações do piloto na gestão da emergência, ao não seguir o definido pelo fabricante da aeronave nos procedimentos padronizados, levaram ao desfecho do evento com uma aterragem de emergência em terreno não preparado, que embora tenha sido bem-sucedida na preservação das vidas a bordo, eventualmente teria sido evitada caso tivesse sido selecionado o tanque direito e ligada a bomba auxiliar de combustível. Apesar do volume de combustível na cuba do carburador ficar reduzido devido à presença de água no fundo da mesma, provavelmente teria sido possível alimentar o motor e eventualmente normalizar o seu funcionamento.

A gestão da emergência pelo piloto, a forma e a envolvente como foram geridos os recursos disponíveis no *cockpit* durante os pouco mais de dois minutos, devem ser objeto de análise e ação pelo sistema de gestão de segurança do operador.

industry³ as an acceptable upper limit to not significantly interfere with engine performance. The laboratory attained value using the Karl Fisher method was about 3 times higher.

The maintenance practices applied in the course of various tasks, exhibited relevant regulation deviations by documental signoffs without due accomplishment as demonstrated in EASA SIN2008-08. Shortcuts in the performed work on the fuel system, such as carburettor bowl draining and fuel tank cleaning, contributed to the event and should be properly addressed by the part145 service provider.

As mentioned on several regulators' guidance and alerting material, EASA SIN2008-08, FAA AC 20-125 and others, the best safeguard against a water-in-fuel problem is a responsible chain for fuel handling. The information and procedures outlined in those guidelines and advisory circulars as well as good inspection and housekeeping practices and constant vigilance³ should significantly reduce the possibility of an aircraft accident due to water-in-fuel contamination.

On the other hand, the pilot's actions while handling the emergency failed to follow what was established by the aircraft manufacturer in the standardized procedures and led to the event outcome; an emergency landing on unprepared terrain, which although it was successful in preserving the lives of those on board, could have been avoided had the right-hand tank been selected and the auxiliary fuel pump switched on. Although the fuel volume in the carburettor bowl being reduced due to the presence of water in the bottom, it would probably allow an engine fuel feed and, eventually, made it properly run.

The pilot emergency management, the available cockpit resources management during the nearly two minutes, must be properly analysed and addressed with changes that need to be put in place by the operator's safety management system.

³ FAA AC 20-125 Water in Aviation Fuels

6- AÇÕES DE SEGURANÇA E RECOMENDAÇÕES

Após uma análise criteriosa de todos os factos deste evento, a autoridade de investigação de segurança determinou não ser eficaz a emissão formal de recomendações de segurança.

Contudo, os ensinamentos retirados deste evento devem:

- Alertar todos os pilotos, desde o aluno piloto ao instrutor examinador para a necessidade de cumprir com os procedimentos padronizados (*checklist*), evitando saltar passos simples, mas importantes, na gestão de uma emergência que podem contribuir positivamente para evitar o acidente,
- Alertar os proprietários e operadores para o escrupuloso cumprimento das instruções de operação e manutenção, não aceitando qualquer tipo de atalho que, embora possam parecer insignificantes, podem vir a ter implicações sérias na segurança operacional por não se conhecerem todas as variáveis que podem conflitar com tais atalhos,
- Consciencializar os prestadores de serviços de manutenção aprovadas de acordo com a EASA Parte 145 para o rigoroso cumprimento das normas e boas práticas e, não menos importante, para as consequências que as suas ações, decisões ou aconselhamentos informais podem ter na segurança operacional das aeronaves e seus ocupantes,
- Alertar as autoridades aeronáuticas para a importância de um seguimento próximo dos diferentes intervenientes, desde os procedimentos operacionais das ATOs, aos processos de manutenção realizados pelas organizações aprovadas pela EASA Parte 145 e o necessário controlo de aeronavegabilidade, tanto na delegação de competências na aprovação das organizações EASA Parte M como na própria Autoridade nas avaliações de aeronavegabilidade das aeronaves (ARC's).

6- SAFETY ACTIONS & RECOMMENDATIONS

After a careful review of all the facts of this event, the safety investigation authority deemed that it is not effective to issue formal safety recommendations.

However, the lessons learned from this particular event should:

- Alert all pilots, from the student pilot to the flight examiner for the need to strictly follow and comply with standardized procedures (*checklist*), avoiding skipping simple, but important, steps in the emergency managing that can positively contribute to avoid the accident,
- Alert the owners and operators for the strict compliance with the operating and maintenance instructions, not accepting any type of shortcut that, although may seem insignificant, can have serious safety implications, for not knowing all the variables that may come into conflict with such a shortcut.
- Make the EASA approved maintenance service providers vigilant for strict compliance with part 145 standards and good practices and, not least, the consequences that their actions, decisions or piece of advices may have on the aircraft and their occupant's safety,
- To alert the aeronautical authorities to the importance of a close follow-up of different stakeholders, from the ATOs operational procedures, to the maintenance processes carried out by the EASA part 145 and the necessary airworthiness control, both in the power delegation when approve the EASA part M organizations and in the Authority itself in the aircraft assessments for the airworthiness review certificate (ARC's).

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.

GPIAAF stresses to the aeronautical community to which this investigation findings and conclusions may be relevant for the importance of, within their own responsibilities, to take 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, 17 de novembro de 2020

Lisbon, November 17th, 2020