

**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**

<b>PROCESSO GPIAAF    GPIAAF PROCESS ID</b>  <b>2020/ACCID/01</b>		<i>Classificação    Classification</i> Acidente    Accident	
		<i>Tipo de evento    Type of event</i> SFC-PP: Falha ou mau funcionamento do grupo motopropulsor    Powerplant failure or malfunction	
<b>OCORRÊNCIA    OCCURRENCE</b>			
<i>Data    Date</i> 17-MAIO-2020	<i>Hora    Time</i> 15:22 UTC	<i>Local    Location</i> N38°56'33.2" W008°39'11.2", Vale do Sorraia, Fajarda – Coruche - Portugal	
<b>AERONAVE    AIRCRAFT</b>			
<i>Tipo    Type</i> Jabiru SK		<i>N.º de série    Serial No.</i> P153	<i>Matrícula    Registration</i> CS-UIN
<i>Categoria    Category</i> Avião - UL    Airplane - UL			<i>Operador    Operator</i> Privado    Private
<b>VOO    FLIGHT</b>			
<i>Origem    Origin</i> Alqueidão UL		<i>Destino    Destination</i> Alqueidão UL	
<i>Tipo de voo    Type of flight</i> Aviação Geral    General Aviation		<i>Tripulação    Crew</i> 01	<i>Passageiros    Passengers</i> 01
<i>Fase do voo    Phase of flight</i> Em rota    En-route		<i>Condições de luminosidade    Lighting conditions</i> Diurno    Daylight	
<b>CONSEQUÊNCIAS    CONSEQUENCES</b>			
<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	0	0	0
Nenhuma    None	1	1	0
Total	1	1	0
<i>Danos na aeronave    Aircraft damage</i> Substanciais    Substantial		<i>Outros danos    Other damage</i> Nenhum    None	

**2- DESCRIÇÃO FACTUAL DA OCORRÊNCIA**
**2- FACTUAL OCCURRENCE DESCRIPTION**
**História do voo**
**History of the flight**

No dia 17 de maio de 2020 pelas 15:10, uma aeronave Jabiru SK descolou do aeródromo do Alqueidão UL - Azambuja para um voo de recreio com o piloto e um passageiro a bordo. O plano de voo traçado e coordenado com os serviços de controlo de tráfego aéreo (CTA), tinha como

On May 17, 2020 at 15:10, a Jabiru SK aircraft took off from Alqueidão UL - Azambuja aerodrome for a recreational flight with the pilot and a passenger on board. The filled flight plan duly coordinated with the air traffic control services (CTA), aimed overflying the northern part of Alentejo shoreline and returning to the departure aerodrome.

objetivo o sobrevoo da zona norte da costa alentejana e regresso ao aeródromo de partida.

Decorridos cerca de 10 minutos de voo e após autorização do CTA, o piloto iniciou a subida dos 1500 para os 3500 pés, ajustando em conformidade a potência do motor.

Ainda em subida, a uma altitude em torno dos 3000 pés e a cerca de 2 milhas a Oeste da localidade da Fajarda, o piloto sente uma vibração intensa do motor com falha parcial de potência, seguida de paragem brusca do mesmo.

After about 10 minutes of flight and after authorization from CTA, the pilot started a steady climb from 1500 to 3500 feet, adjusting the engine power accordingly.

During the climb, at an altitude of around 3,000 feet and about two miles west of Fajarda, the pilot feels an intense engine vibration with partial power loss followed by sudden propeller stop.



**Figura 1** ||  
 Trajeto da aeronave  
 Fonte: Dados do GPS a bordo

**Figure 1** ||  
 Aircraft flight path  
 Source: On board GPS data

Declarada a emergência (MAYDAY) ao CTA, foi iniciada a busca de um local para a aterragem de emergência e executados os procedimentos, incluindo várias tentativas de reiniciar o motor.

Após realizadas três voltas pela esquerda, a aeronave foi alinhada ao vento e configurada para a aterragem num terreno agrícola, onde tocou e rolou por cerca de 40 metros até se imobilizar em posição invertida por cedência do trem de nariz que soterrou no solo macio.

As condições meteorológicas reportadas para a região eram de vento de 300° com 9kt de intensidade, variável entre 270 e 340, com visibilidade de 10km ou superior. A pressão atmosférica de 1021 hPa, temperatura do ar nos 25°C e ponto de orvalho de 13°C.

The emergency was declared (MAYDAY) to the CTA, the search for the emergency landing site was initiated and the procedures were carried out, including several attempts to restart the engine.

After three turns by the left, the aircraft was aligned with the wind and configured for landing on an agricultural field, where it touched and rolled for about 40 meters. The aircraft nose gear buried in the soft ground and nosed over, coming to rest inverted.

The meteorological conditions reported to the region, at the time of the event, were 300° wind with 9kt, variable between 270 and 340, visibility with 10km, or more. The atmospheric pressure was 1021 hPa, air temperature about 25°C and dew point at 13°C.





**Figura 2** ||  
Posição final da aeronave ||

**Figure 2**  
Aircraft final position

### Lesões e danos

O piloto e o passageiro saíram ilesos da aeronave.

Para além da falência interna do motor, a aterragem em terreno não preparado provocou danos substanciais no trem de nariz, no estabilizador vertical e leme de direção, na asa esquerda e hélice.

### Injuries and damage

The pilot and the passenger left the aircraft unharmed.

In addition to the internal engine failure, the landing on unprepared soft ground caused substantial damage to the nose gear, vertical stabilizer and rudder, left wing and propeller.

## 3- SOBRE A INVESTIGAÇÃO

O GPIAAF foi notificado às 15:28, tendo desenvolvido as necessárias ações 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 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, conformando-se com as normas e

## 3- ABOUT THE INVESTIGATION

The GPIAAF was notified at 15:28 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, GPIAAF initiated a safety investigation process in accordance with EU Regulation No. 996/2010 from the European Parliament and Council, of October 20<sup>th</sup>, and Portuguese Decree-Law No. 318/99, of August 11<sup>th</sup>.

The above-mentioned legislation states that the investigation report, while complying with international rules and practices, shall adopt the

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 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 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.

#### 4- CONSTATAÇÕES RELEVANTES

##### Tripulação técnica de voo

O piloto e proprietário da aeronave estava devidamente autorizado a realizar o voo, tendo as respetivas licenças de voo UL MEA-G3 e certificado médico classe 2 válidos. Contava com um total de 73 horas de experiência, 36 realizadas no tipo desde junho 2019, 4 das quais realizadas nos últimos 7 dias.

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

##### A aeronave

O Jabiru SK é um ultraleve de fabrico Australiano, asa alta de dois lugares, de construção simples em material compósito; é equipado com o motor Jabiru 2200A de quatro cilindros e quatro tempos e uma hélice bi-pá de passo fixo de madeira, também Jabiru.

Os documentos referem que a aeronave foi registada em Portugal em julho de 1998 e estava autorizada a voar pelo certificado de voo n.º2033/6, emitido pela Autoridade Nacional da Aviação Civil em 31 de maio de 2019, após transferência de propriedade.

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 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, 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- RELEVANT FINDINGS

##### Flight Crew

The pilot and aircraft owner was duly authorized to conduct the flight, with a valid UL MEA-G3 flight licenses and medical certificate class 2. He had a total of 73 hours of flight experience, 36 in type since June 2019, 4 of which were carried out in the last 7 days.

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

##### The aircraft

The Australian manufactured Jabiru SK is a high-wing two-seat ultralight of simple composite construction, fitted with the four-cylinder, four-stroke Jabiru 2200A engine and wooden two blade fixed pitch propeller, also made by Jabiru.

The records show that the aircraft was registered in Portugal in July 1998 and was authorized to fly under flight certificate No. 2033/6, issued by the National Civil Aviation Authority on May 31, 2019, after owner change.



Pode-se constatar nos mesmos registos que a aeronave teria um tempo de voo total de pouco mais de 650 horas, contando com pelo menos cinco mudanças de proprietário, incluindo uma escola de aviação.

### O motor

O motor instalado na aeronave era um Jabiru 2200 de primeira geração, o qual é um motor a pistão de quatro cilindros dispostos na horizontal (boxer) a quatro tempos, normalmente aspirado e refrigerado a ar. Com 2200 cc de cilindrada, produzindo 85 hp às 3.300 rpm. Este motor de primeira geração utiliza impulsadores sólidos para comando das válvulas, obrigando a ajustes regulares. A aeronave estava equipada com sondas de recolha de temperatura de cabeça do cilindro (CHT) e de gases de escape (EGT), conectados aos indicadores digitais MGL no cockpit.

O piloto não se apercebeu ou reportou qualquer anomalia nos sistemas de indicação de temperatura.

O motor funcionou com três cilindros por alguns segundos, após falha do cilindro #1, com a consequente redução de potência.

O exame ao motor revelou que a cabeça da válvula de escape do cilindro #1 partiu na sua haste, com a consequente destruição do pistão, biela, o próprio cilindro e o cárter do motor.

A avaliação da válvula de escape #1 mostrou que a fratura ocorreu na haste da válvula adjacente ao raio de curvatura da cabeça, como mostrado na figura 3, detalhe B.

No mesmo detalhe B, a haste da válvula evidencia marcas de progressão de fissuração, características de falha de fratura por fadiga.

A guia da válvula de escape partida foi também analisada e medida, evidenciando um desgaste significativo (detalhe A da figura 3), com valores de folga nominal encontrados (> 1 mm), bem acima dos limites estabelecidos pelo fabricante nos manuais do motor para a folga entre a haste da válvula e a sua guia, definidos entre 0,05 e 0,08 mm.

Não estando diretamente relacionadas com a causa do acidente, foram identificadas algumas

It can be seen in the same records that the aircraft has a total flight time of just over 650 hours, with at least five owner changes, including a flight school.

### The engine

The installed first-generation Jabiru 2200 is a four-stroke horizontally opposed four-cylinder piston engine, normally aspirated and air cooled. The displacement is 2200 cc which produces nominally 85 hp at 3,300 rpm. This earlier engine employs solid lifters for valve actuation, requiring regular adjustments during scheduled maintenance activities. The aircraft was equipped with both cylinder head (CHT) and exhaust gas (EGT) temperature probes, which are connected to MGL digital gauges in the cockpit.

The pilot did not notice or reported any anomalies on any of the temperature indication systems.

The engine ran with three cylinders for a few seconds, after cylinder #1 failure with consequent power reduction.

The engine examination revealed that the head of the cylinder #1 exhaust valve had broken away from the valve stem and subsequently destroyed the piston, connecting rod, cylinder and engine case.

Examination of the #1 exhaust valve showed that the fracture occurred in the stem of the valve adjacent to the head radius, as shown on figure 3, detail B.

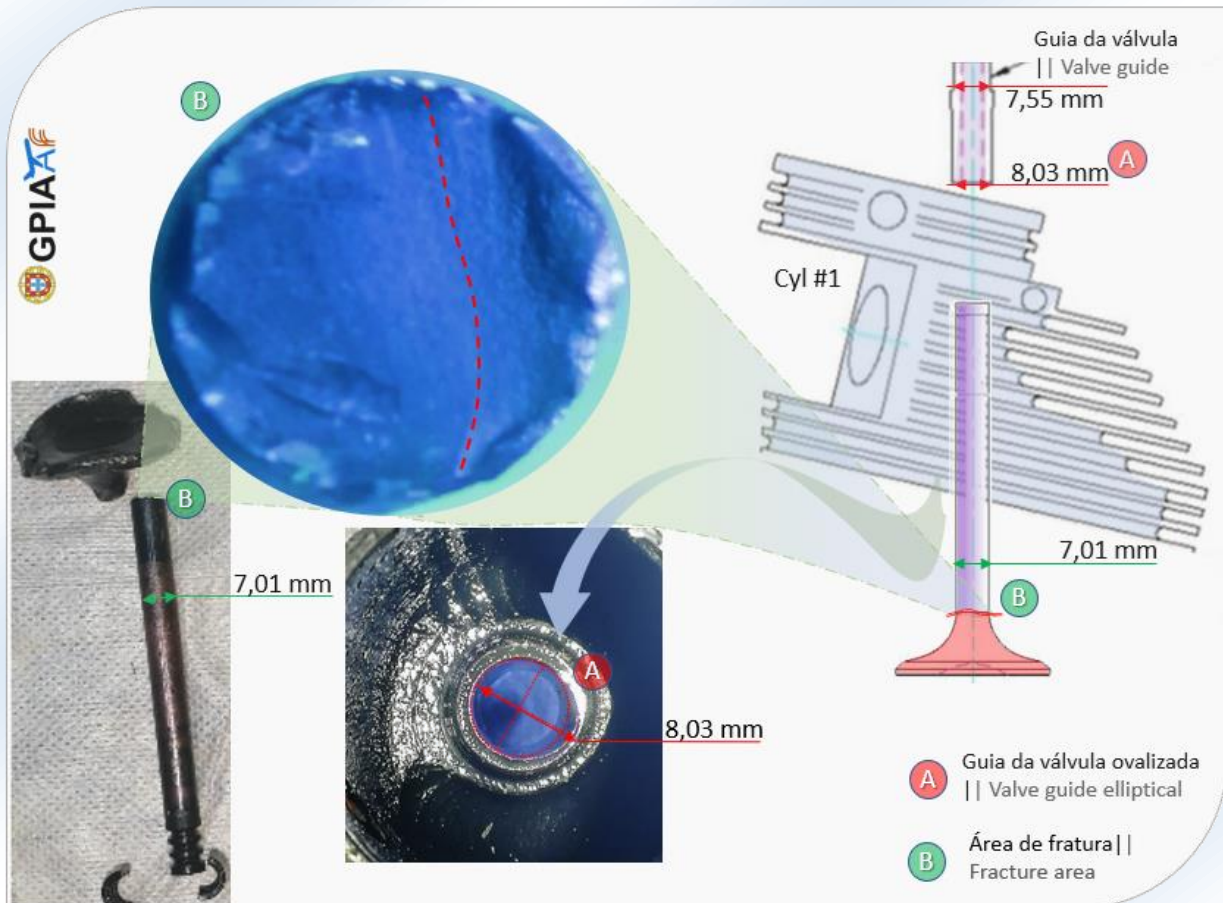
The valve stem side was verified and seen to exhibit progression marks, which are characteristic of failure due to fatigue crack growth (detail B).

The failed exhaust valve guide was analysed and measured, evidencing significant wearing (detail A on figure 3) and nominal gap values were found (>1mm), well above the limits established by the manufacturer on the engine manual for the valve stem to valve guide gap, between 0,05 to 0,08 mm.

Not directly related to the cause of the accident, some manufacturer modifications considered as

modificações consideradas mandatórias pelo fabricante e ainda não incorporadas no motor acidentado.

mandatory were found not incorporated into the failed engine.



**Figura 3** ||  
 Detalhe da guia da válvula de escape e da fratura da haste

**Figure 3** ||  
 Exhaust valve guide and fracture area on valve stem

**Manutenção da aeronave e respetivos registos**

Não foram evidenciados, por não existirem, registos históricos de manutenção da aeronave (célula), nem tal constitui um requisito legal de acordo com o regulamento técnico de construção, certificação e operação de aeronaves ultraleves em Portugal, regulamento n.º 164/2006 do INAC.

Relativamente ao motor atualmente instalado na aeronave, com número de série 22A228 e data de manufatura em setembro de 1997, os dados de manutenção no respetivo livro evidenciam um registo coerente a cada 50 horas de voo. Contudo, este registo é espaçado no tempo, tendo vários períodos, alguns superiores a três anos, sem qualquer entrada.

**Aircraft Maintenance and related records**

No historical records of aircraft maintenance (airframe) were evidenced, nor does this constitute a legal requirement in accordance with the technical regulation for the manufacture, certification and operation of ultralight aircraft in Portugal, regulation 164/2006 of INAC (CAA).

Regarding the engine currently installed on the aircraft with serial number 22A228, with manufacturing date in September 1997, the maintenance data in the respective book shows a consistent entry every 50 hours of flight. However, this register is spaced in time, having several periods, some of which exceed three years, without any entry.



Desses mesmos registos, não sendo possível confirmar os tempos de trabalho efetivo do motor, foram evidenciados eventuais problemas de fiabilidade do motor atendendo aos eventos de manutenção registados:

- 445 horas: primeira grande revisão, denominada “overhaul completo” em dezembro de 2006,
- 455 horas: cilindros e segmentos novos em maio de 2008,
- 471 horas: válvulas, molas e sedes novas em julho desse mesmo ano 2008,
- Sem qualquer registo desde fevereiro de 2014 (inspeção das 600 horas) a fevereiro de 2020 (inspeção das 650 horas) onde para além da habitual substituição de óleo e filtro, foram afinadas as válvulas, reapertadas as cabeças e substituída a hélice de compósito DUC. Segundo os intervenientes, nesta última ação de manutenção foram detetadas partículas metálicas que aparentavam uma cor dourada, consistentes com um tipo de material cobreado. A aeronave terá sido libertada para voo sob condição de nova substituição e inspeção do filtro de óleo dentro de poucas horas.

Não existem ou não foram disponibilizados à investigação dados relevantes desta ação de manutenção realizada 5:50 horas de voo antes do evento, como dados da folga das válvulas ou detalhes das partículas metálicas encontradas.

De acordo com declaração de testemunhas, foi possível recolher um conjunto útil de dados de manutenção e operação da aeronave e motor no último ano, que enquadram o evento e suportam a sequência e modo de falha dos vários componentes:

- o motor foi sujeito a uma intervenção maior, não registada em março de 2019, com substituição completa das cabeças dos cilindros, incluindo válvulas e respetivas guias e sedes,
- depois desta intervenção, o motor apresentava problemas no arranque a frio,
- o sistema de indicação de velocidade de rotação do motor (indicador de rpm) apresentava valores inconsistentes e significativamente inferiores à rotação real da hélice,
- a hélice DUC em operação antes da ação de manutenção em fevereiro de 2020 era uma hélice bi-

From these same records, not being possible to confirm the actual engine working time, possible engine reliability issues were evidenced when taking in consideration the registered maintenance events:

- 445 hours: first major inspection, called “complete overhaul” in December 2006,
- 455 hours: cylinders and new piston rings in May 2008,
- 471 hours: new valves, valve seats, springs in July of the same year 2008,
- Without any records entry from February 2014 (600 hours inspection) to February 2020 (650 hours inspection) where, in addition to the usual oil and filter replacement, the valves were adjusted, the cylinder heads were tightened and the composite DUC propeller replaced. According to the interveners, in this last maintenance action, metallic particles were detected, that appeared to be golden in colour, consistent with a copper type material. The aircraft was released for flight under the condition of new oil filter replacement and inspection within a few hours.

There are no maintenance relevant data, or they were not made available to the investigation, from the inspection carried out 5:50 flight hours prior to the event, such as valve clearance data or details of the found metallic particles.

According witnesses statements, it was possible to collect a useful set of aircraft and engine maintenance and operation data over the last year, which bounds the event and supports the several components failure mode and sequence:

- the engine suffered a non-recorded major intervention in March 2019, with complete replacement of the cylinder heads, including valves and their guides and seats,
- after this intervention, the engine had start problems in cold (first start of the day),
- the engine rotation speed indication system (rpm indicator) showed inconsistent values and significantly lower than the actual propeller speed,
- the DUC propeller in operation before the maintenance action in February 2020 was a two-blade propeller ground pitch adjustable, not

pá ajustável no solo, não aprovado para o motor e que terá sido ajustada com base nas erróneas indicações de rpm por defeito,

- a operação da aeronave com a hélice não aprovada, terá, em alguns momentos, excedido o limite de rpm máximo em voo estabelecido pelo fabricante (3300 rpm).

Dos factos recolhidos e analisadas as condições do motor, destacam-se os principais achados:

- evidência de depósito de resíduos de combustão na cabeça do cilindro #1 e tampa das válvulas (detalhe A da figura 4), provavelmente com origem na deficiente vedação da válvula de escape e sua guia,
- folga excessiva (superior a 1mm para um limite máximo de 0,08mm) e não uniforme da guia da mesma válvula de escape,
- resíduos metálicos de alumínio e bronze depositados no filtro de óleo (detalhe B da figura 4),

approved for the engine and which was adjusted based on the erroneous default rpm indications,

- the aircraft operation with a non-approved propeller, may have, in some moments, exceeded the in-flight maximum rpm limit, established by the manufacturer (3300 rpm).

From the collected facts and the analysed engine condition, the main findings are highlighted:

- combustion residues traces in the cylinder #1 head and rocker cover (detail A in figure 4), probably originated from the defective sealing of the exhaust valve and its guide,
- excessive clearance (greater than 1mm for a maximum limit of 0.08mm) and non-uniform exhaust valve guide gap,
- metallic aluminium/bronze residues deposited on the oil filter (detail B in figure 4),



**Figura 4**

Detalhe das diversas evidências de falha

- fratura da haste de válvula de escape junto à cabeça, zona de fratura típica por sobreaquecimento das válvulas de escape (detalhe C da figura 4),

**Figure 4**

Several failure evidences details

- a failed valve on the stem near the head, typical of an overheated and cracking exhaust valve (detail C in figure 4),



– consequente destruição do pistão e cilindro (detalhe D da figura 4).

Dos dados de operação recolhidos e analisada a condição técnica da aeronave, destacam-se os principais achados:

- Dados de registo de horas de voo com pouca consistência e confiabilidade,
- Utilização de material não autorizado ou fora das tolerâncias prescritas no manual do fabricante,
- Intervenções de manutenção profunda no motor sem registo de dados,
- Falta de evidências no seguimento das recomendações e instruções do fabricante. Recurso a métodos de trabalho ou utilização de materiais alternativos sem a necessária aprovação,
- O resultado prático dessas intervenções, evidenciado na condição do motor, sugerem falta de preparação técnica dos diversos intervenientes.

– consequent destruction of the piston and cylinder (detail D in figure 4).

Data collected from the operation and aircraft technical condition analysis, lead to the main findings that are highlighted:

- Flight time records data with inconsistencies and poor reliability,
- Usage of non-authorized material or out of manufacturer tolerances prescribed in the manual,
- Engine heavy maintenance interventions without proper data recording,
- Lack of evidences that the manufacturer's recommendations and instructions were followed. Practice of non-approved working methods or alternative materials,
- The practical result of these interventions, evidenced on the engine condition, suggest a lack of technical expertise by the different actors.

## 5- CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

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 fratura da válvula de escape do cilindro #1.

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

- As técnicas e práticas de manutenção que permitiram a operação do motor fora das tolerâncias definidas no manual do fabricante,
- A operação da aeronave num passado recente com uma hélice não aprovada para o motor,
- A operação do motor em regimes de rotação acima do permitido pelo fabricante, decorrente de configuração e afinações inapropriadas,
- A ausência de ações corretivas atempadas sobre a deteção de resíduos metálicos na última ação de manutenção.

## 5- CONCLUSIONS & COMMENTS

From the aircraft condition assessment, the data collected from the pilot and the available evidences after the conducted engine examination, the investigation establishes as probable cause for the inflight engine failure the cylinder #1 exhaust valve fracture. Analysing the collected facts relating to the engine operation and maintenance environment, the following factors may have contributed to the event:

- The maintenance techniques and practices that allowed the engine to operate out of the tolerances defined in the manufacturer's manual,
- The recent aircraft operation with a previous non-approved propeller for the engine type,
- The operation of the engine at speeds above the manufacturer allowed values from misconfiguration or wrong adjustments,
- The absence of timely corrective actions on the metallic debris detection during the last maintenance event.

**As constatações e conclusões da investigação suscitam os seguintes comentários:**

Os motores aeronáuticos são extremamente fiáveis quando devidamente operados, podendo voar em condições de segurança por longos anos. Apesar disso, nem todos os pilotos e, mais crítico, nem todos os técnicos de manutenção que intervêm nas aeronaves, sabem o suficiente sobre os cuidados e manutenção adequados aos motores aeronáuticos, ou que as falhas mecânicas são responsáveis por 15 a 20% de todos os acidentes, mesmo considerando a aviação geral regulamentada pelo (UE) 2018/1139.

O Australian Transport Safety Bureau (ATSB) desenvolveu durante um período de seis anos, entre 2009 e 2014, um estudo de análise de 322 falhas ou mau funcionamento de motores envolvendo aeronaves ligeiras (aviação geral). O estudo<sup>1</sup> foi publicado em 2016 com dados interessantes de pesquisa sobre falhas, incluindo dados de fiabilidade dos motores Jabiru com falhas comuns, cujos pontos relevantes são resumidos abaixo na figura 5.

O motor Jabiru evoluiu durante os 25 anos da sua existência, contando atualmente com a quarta geração de motores no mercado não certificado e certificado. Foram surgindo vários problemas técnicos que afetaram a fiabilidade, tendo como referência os principais concorrentes, como mostrado a figura 5.

Se observarmos exclusivamente os dados relativos aos motores Jabiru, a segunda causa, e que representa quase um terço de falhas de componentes por fratura, ocorreu no sistema das válvulas.

A superliga de aço 21-4N utilizada nas válvulas desliza nas respetivas guias da válvula construídas em alumínio/bronze e assenta nas sedes de aço níquel instaladas por interferência nas cabeças dos cilindros. Assegurar elevados níveis de fiabilidade em todo este processo de fabrico, uma operação confiável normal (temperaturas elevadas) e, por fim, um processo de manutenção adequado, é sem

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

Aircraft engines are extremely reliable when properly cared for and can deliver years of safe flight. Despite this, not all pilots and, most critically, not all maintenance technicians involved in aircraft maintenance, know enough about proper care and maintenance on aircraft engines, or that mechanical failure accounts for 15 to 20 percent of all accidents even if considering the regulated general aviation under (EU) Regulation 2018/1139.

The Australian Transport Safety Bureau (ATSB) developed over a 6-year study period, between 2009 and 2014, analysing 322 engine failures or malfunctions involving light aircraft (general aviation). The study<sup>1</sup> was published in 2016 with interesting research data on engine failures, including Jabiru engine reliability data and common failures, summarized below on figure 5 for the relevant data.

The Jabiru engine has evolved during the 25 years from its inception, nowadays with the fourth engine generation on the non-certified and certified market. Several technical issues aroused and affected the engine reliability, having the main competitors as reference, as shown on figure 5.

If looking exclusively to the Jabiru data, the second cause, and nearly a third of the failures related to component fracture occurred in the valve train.

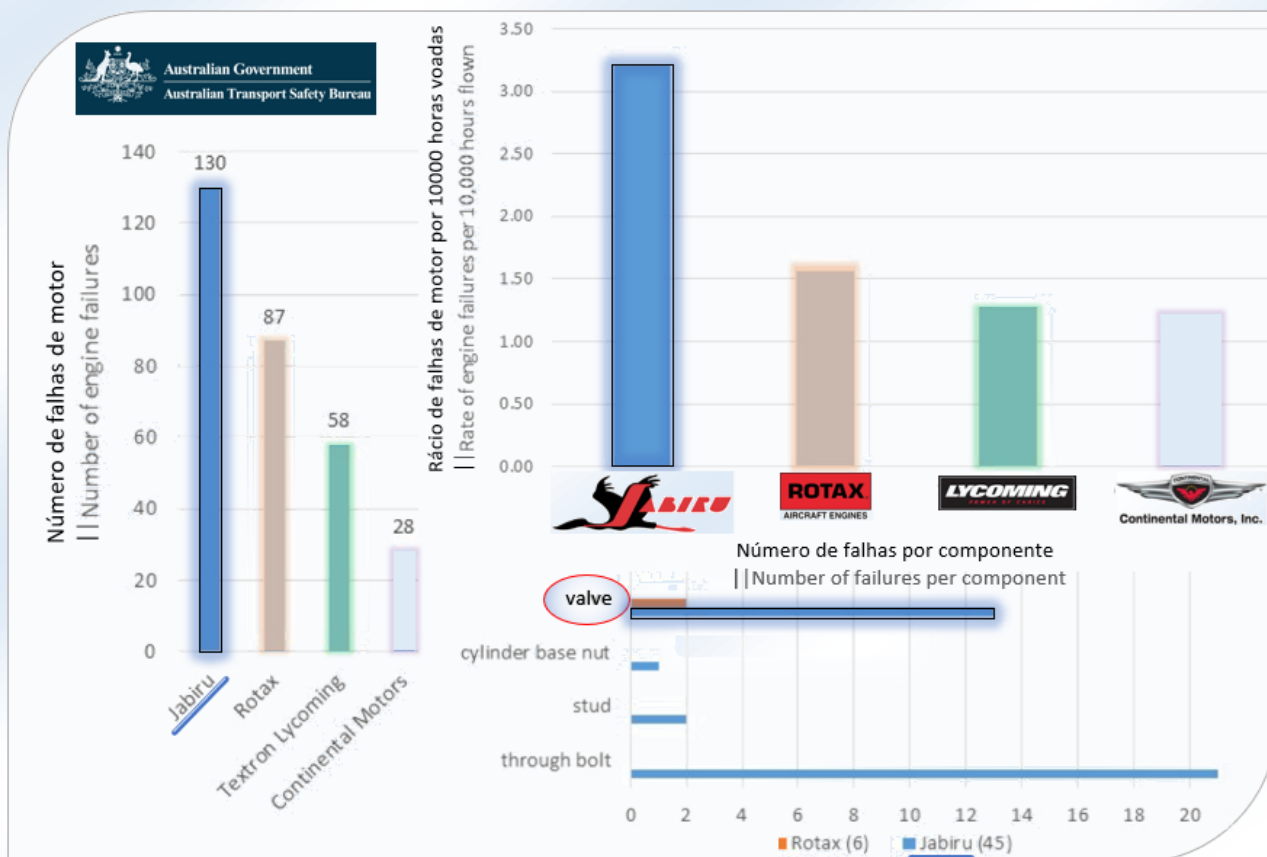
The super alloy 21-4N valve steel run in press fitted aluminium/bronze valve guides and seat against nickel steel valve seats that have been shrunk fit into the cylinder heads. Assuring high reliability over this manufacturing, a normal reliable operation (high temperature), and in the end the maintenance process, is undoubtedly a complex technical challenge.

<sup>1</sup> [https://www.atsb.gov.au/publications/2013/ar-2013-107\\_research/](https://www.atsb.gov.au/publications/2013/ar-2013-107_research/)



dúvida um desafio técnico complexo. Os motores Jabiru, principalmente no segmento de mercado não certificado, com cadeias logísticas não certificadas e centros de serviços não regulamentados, estão amplamente expostos aos diversos níveis de capacidades e habilidades do usuário final.

Jabiru engines, mainly on the non-certified market segment, with non-certified supply chain processes and non-regulated service centres, are widely exposed to the end user's skills and abilities levels.



**Figura 5** || **Figure 5**

Dados de fiabilidade de motores aeronáuticos<sup>2</sup>

Aircraft engines reliability data<sup>2</sup>

É também reconhecido pela indústria e utilizadores, que a qualidade da revisão geral ao motor varia, dependendo dos padrões do técnico e/ou da oficina em que é realizada a intervenção.

It is also recognised by the industry and end users, that the engine overhaul quality varies, depending on the standards of the mechanic and/or shop performing the overhaul.

O processo de revisão geral ao motor é uma tarefa complexa, exigindo recursos tecnológicos significativos. Os requisitos mínimos para uma revisão geral passam por garantir que as peças cumprem com os limites da revisão geral

The engine overhaul process is a complex and high technological resources demand. The minimum requirements for an overhaul are to ensure that parts meet overhaul limits (dimensions) and they are

<sup>2</sup> NOTA: Os dados indicados não têm em conta o número total de motores de cada fabricante em uso nem as horas totais de utilização, pelo que deles não se deve inferir qualquer graduação de qualidade relativa entre os produtos de cada fabricante referido. || The data indicated does not consider each manufacturer total number of engines in use nor their functioning hours, so no inference should be made regarding the relative quality of the mentioned manufacturers' products.



(dimensões) e são substituídas sempre que necessário, registando e documentando esses factos.

O fabricante do motor refere no seu manual de *overhaul* ref. JEM0001-20, que a manutenção requer limpeza extrema, peças adequadas, mão de obra qualificada e consumíveis adequados. Dentro da aviação desportiva não certificada e autodeclarativa, é responsabilidade do proprietário da aeronave garantir atentamente que os requisitos são cumpridos em detalhe, independentemente de quem possa estar envolvido nos trabalhos de acondicionamento do motor. A segurança operacional e as vidas do piloto e do passageiro dependem do cumprimento com precisão das instruções do fabricante.

Geralmente, os prestadores comerciais de serviços de manutenção devem possuir as competências e autorizações adequadas, conforme exigido pela autoridade aeronáutica. Contudo, esta atividade desportiva, num princípio autodeclarativo, depende do comprometimento do piloto com a segurança, que naturalmente e de forma consciente contrata as atividades de manutenção complexa, como a revisão geral do motor, a prestadores de serviços estabelecidos, confiando de boa fé nas habilidades e experiência do prestador de serviços.

Quando os problemas de fiabilidade de projeto se combinam com as fragilidades da mão de obra envolvida nos eventos de grande manutenção, conjugando ainda com procedimentos operacionais não aprovados, como excedências ou carga incorreta do motor (hélices não aprovados), a vida útil do motor será inevitavelmente comprometida por avarias, eventualmente graves, como foi o caso.

## 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 efetiva a emissão formal de recomendações de segurança.

Contudo, os ensinamentos retirados deste evento devem:

– Alertar os pilotos e proprietários para os necessários cuidados e garantias no processo de

replaced as required, making a logbook entry with all the findings.

The engine manufacturer refers on the overhaul manual ref. JEM0001-20, that maintenance requires extreme cleanliness, exact parts, precise workmanship and proper consumables.

On the self-declared and non-certified sport aviation activity, it is the aircraft owner responsibility to ensure absolute attention to detail no matter who may become involved in engine reconditioning work. The pilot and passenger's safety and lives rely on precise and accurate following of manufacturer's instructions.

Usually, commercial service providers maintainers must hold suitable competencies and ratings as required by the airworthiness authority;

However, this self-declared ultralight activity relies on the pilot-owner compromise on safety, that naturally and consciously outsource complex maintenance activities, as the engine overhaul, to established service providers, relying all their faith on the shop manager skills and expertise.

When the design reliability issues are combined with poor workmanship on the heavy maintenance events and with non-approved operational procedures as incorrect engine exceedance or load (non-approved propellers), the engine life will be inevitably shortened with malfunctions, possibly serious, as was the case.

## 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 pilots and owners to the necessary care and guarantees in the decision-making process for



decisão de seleção e contratação de serviços de manutenção aeronáutica a entidades que reconhecidamente deem efetivas garantias de qualidade e profissionalismo no trabalho realizado cumprindo com os princípios de boas práticas essenciais em aviação, especialmente num ambiente não certificado ou controlado pelas autoridades de aviação,

- Incentivar as associações de pilotos, clubes, proprietários ou entusiastas da aviação a criar uma rede de aconselhamento técnico não comercial para suporte aos pilotos e proprietários de aeronaves sem certificado de tipo,
- Consciencializar os prestadores de serviços comerciais e não comerciais de manutenção para as consequências que as suas ações, decisões ou aconselhamentos podem ter na segurança operacional das aeronaves e seus ocupantes,
- Alertar as autoridades aeronáuticas para a importância de um aconselhamento técnico e de suporte efetivo aos proprietários de aeronaves desportivas em ambiente autodeclarativo.

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.

contracting aeronautical maintenance services to recognized entities that carry out their activities with effective quality guarantees and complying with the requirements and the aviation best practices principles, especially in a non-certified or controlled environment by aviation authorities,

- Encourage pilot’s associations, clubs, aircraft owners or aviation enthusiasts to develop a non-commercial technical advice network to support the non-type certificate aircraft pilots-owners,
- Make the commercial and non-commercial maintenance service providers aware of the consequences that their actions, decisions or advice may have on the aircraft and their occupant’s safety,
- To alert the aeronautical authorities to the importance of technical advice and effective support to pilot-owners of sports aircraft in a self-declarative environment.

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.



**GPIAAF**

Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes  
com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários

**SR**

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.**

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, 09 de junho de 2020*

*Lisbon, June 9<sup>th</sup>, 2020*