



RELATÓRIO SUMÁRIO DE ACIDENTE COM AERONAVE AIRCRAFT ACCIDENT SUMMARY REPORT

Perda de controlo da aeronave durante manobra de pulverização agrícola

Aircraft loss of control during agricultural spraying mission

1 - SINOPSE

1 - SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 2023/ACCID/04		<i>Classificação Classification</i> Acidente Accident	
		<i>Tipo de evento Type of event</i> LOC-I Perda de controlo em voo Loss of control inflight	
OCORRÊNCIA OCCURRENCE			
<i>Data Date</i> 28-07-2023	<i>Hora Time</i> 09:25 UTC	<i>Local Location</i> N040° 07' 23.8", W008° 39' 58.3", Brunhós, Coimbra, Portugal	
AERONAVE AIRCRAFT			
<i>Tipo Type</i> Piper PA-36-375		<i>N.º de série Serial No.</i> 36-7802058	<i>Matrícula Registration</i> EC-DMO
<i>Categoria Category</i> Avião Airplane			<i>Operador Operator</i> Avitrata
VOO FLIGHT			
<i>Origem Origin</i> Pista agrícola Quinta da Foja, Montemor-o-Velho		<i>Destino Destination</i> Pista agrícola Quinta da Foja, Montemor-o-Velho	
<i>Tipo de voo Type of flight</i> Trabalho Aéreo - Agricultura Aerial Work - AG		<i>Tripulação Crew</i> 01	<i>Passageiros Passengers</i> 00
<i>Fase do voo Phase of flight</i> Manobra Manoeuvre		<i>Condições de luminosidade Lighting conditions</i> Diurno Daylight	
CONSEQUÊNCIAS CONSEQUENCES			
<i>Lesões Injuries</i>	<i>Tripulação Crew</i>	<i>Passageiros Passengers</i>	<i>Outros Other</i>
Fatais Fatal	0	0	0
Graves Serious	0	0	0
Ligeiras Minor	1	0	0
Nenhuma None	0	0	0
Total	1	0	0
<i>Danos na aeronave Aircraft damage</i> Destruída Destroyed		<i>Outros danos Other damage</i> Pequeno incêndio florestal Small forest fire	

2 - DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA

2 - DESCRIPTION OF THE OCCURRENCE

História do voo

No dia 28 de julho de 2023, pelas 06:55, uma aeronave Piper PA36-375 Brave, com matrícula EC-DMO, iniciou uma missão de pulverização agrícola a partir da pista agrícola e base de operação na Quinta da Foja, Montemor-o-Velho.

A zona do trabalho, junto à localidade de Brunhós, a cerca de 7,5 km da pista, era composta por várias parcelas de arrozal junto a uma zona de mato sobrelevado. Após a sétima carga, ao efetuar a aproximação para o segundo circuito sobre o terreno agrícola, a aeronave sofreu uma queda de asa pela direita no alinhamento da fiada.

Segundo as declarações do piloto, a aeronave terá perdido potência antes de chegar ao referido enfiamento da fiada, o que o levou a realizar a largada da carga do produto químico em emergência.

History of the flight

On July 28th, 2023, about 6:55a Piper PA36-375 Brave aircraft, registration EC-DMO, began a crop-dusting mission from the agricultural runway and operating base at Quinta da Foja, Montemor-o-Velho.

The working area near Brunhós village, approximately 7.5 km from the runway, was made up of several rice field parcels next to an area of raised forest. After the seventh refill, while manoeuvring for the second circuit over the rice fields, the aircraft experienced a wing drop to the right in alignment with the swath.

According to the pilot's statements, the aircraft would have lost power before reaching the aforementioned swath line, which led him to release the hopper load in emergency.



Em sequência da perda de controlo da aeronave com a queda abrupta da semi-asa direita, a aeronave colidiu inicialmente na vegetação e em seguida com o solo, rodando sobre a ponta direita da asa ficando imobilizada a 180° com a trajetória inicial. Após a colisão com o solo, a aeronave incendiou-se.

Following the aircraft loss of control with an abrupt right-wing drop, the aircraft initially collided with the vegetation and then with the ground, rotating over the right-wing tip and coming to rest 180° from its initial trajectory. After the collision with the ground, the aircraft caught fire.



Figura 1 || Figure 1

Posição da aeronave após combate ao incêndio || Aircraft position after fire fighting

As informações disponíveis sobre as condições meteorológicas na região referem céu limpo, uma temperatura de 25°C com velocidade do vento média de 6kt de Norte.

The available information for the weather conditions in the region were clear skies, a temperature of 25°C with an average wind speed of 6kt from the North.

Lesões e danos

O piloto saiu pelos próprios meios da aeronave, sofrendo ferimentos ligeiros em resultado da proteção ao embate providenciada pelos cintos de segurança durante a desaceleração abrupta da aeronave na colisão com o solo.

Injuries and damage

The pilot egressed the aircraft by his own means, suffering minor injuries as result of the impact protection provided by seat belts during the aircraft's abrupt deceleration upon collision with the ground.

A aeronave ficou destruída na sequência da colisão com o solo e do fogo pós-impacto.

The aircraft was destroyed following the collision with the ground and by the post-impact fire.

A estrutura primária da fuselagem sofreu deformação consistente com uma significativa dissipação de energia, mantendo ainda assim a integridade do espaço de sobrevivência ao piloto.

Atendendo a que a carga de produto fitofarmacêutico não foi totalmente descarregada durante a abertura em emergência relatada pelo piloto, o líquido foi derramado pelo cockpit e consequentemente sobre o piloto, criando uma barreira protetora ao intenso fogo que se desenvolveu imediatamente após a imobilização.

The fuselage primary structure suffered deformation consistent with significant energy dissipation yet maintained the integrity of the pilot's survival space.

As the hopper load was not completely released during the emergency release reported by the pilot, it was spilled through the cockpit and consequently onto the pilot body, creating a protective layer against the intense fire that developed immediately after the aircraft immobilization.

3 - SOBRE A INVESTIGAÇÃO

O GPIAAF foi notificado pelos serviços de proteção civil às 09:44 tendo desenvolvido as necessárias ações para proceder à recolha de evidências da ocorrência no local.

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

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

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

3 - ABOUT THE INVESTIGATION

GPIAAF was notified by the civil protection services at 09:44 and took the necessary actions for evidence gathering at the site.

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 incident.

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

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



4 - CONSTATAÇÕES RELEVANTES

A tripulação de voo

O piloto, de 58 anos, é detentor de uma licença de voo comercial CPL(A) com as qualificações de instrutor de voo, reboques de manga e de planadores, e de um certificado médico classe 1, ambos válidos à data do evento.

O piloto referiu que voava desde 1987, tinha qualificação de reboque de planador, somava, em setembro de 2022, cerca de 400 horas de voo. Ainda em 2022 decidiu expandir as suas competências iniciando o treino e respetivo averbamento de reboque de manga.

Posteriormente decidiu enveredar pelo trabalho agrícola iniciando, em março de 2023, a aquisição de competências em aeronaves com configuração de roda de cauda.

A 21 de abril de 2023, o piloto realizou o seu primeiro voo em Piper Brave, fazendo uso da aeronave do evento e para cumprir com um programa de treino do operador com o objetivo de se preparar para a campanha agrícola de 2023. Após cerca de 12 horas de voo, o piloto iniciou, em maio de 2023, trabalhos para o operador.

À data do evento, o piloto contava com uma experiência total de voo de 562 horas registadas, 135 das quais realizadas em Piper Brave nos quatro meses precedentes ao acidente. Destas 135 horas, foram registadas 50:20 na aeronave acidentada.

Os registos mostram ainda que o piloto voou todos os dias, exceto aos domingos, desde o dia 28 de junho até 28 de julho, dia do acidente.

O operador detalhou à investigação um *syllabus* de formação e auto-formação teórica do piloto. Contudo, não foi evidenciado um programa de formação e treino prático em operações de trabalho aéreo agrícola, manobras específicas ou de emergência, atendendo à ausência de experiência prévia do piloto no tipo de operação de alto risco.

Não foi possível relacionar ou suportar documentalmente as ações de pilotagem com fatores de fadiga associadas ao tempo de trabalho registado. Não há indícios de que qualquer condição fisiológica ou médica tenha interferido negativamente na ocorrência.

4 - RELEVANT FINDINGS

Flight Crew

The 58-year-old pilot holds a commercial pilot license CPL(A) with flight instructor rating, banner and glider endorsement and a class 1 medical certificate, both valid at the time of the event.

The pilot stated that he had been flying since 1987, had glider towing qualifications, totalizing around 400 hours of flight time in September 2022. In the end of 2022, he decided to expand his skills and initiated his training and corresponding banner towing endorsement.

Subsequently, he decided to embark on agricultural work, starting, in March 2023, the acquisition of skills in aircraft with a tail wheel configuration.

On April 21, 2023, the pilot performed his first flight in a Piper Brave, making use of the event aircraft to comply with the operator's training program in order to be prepared for the 2023 agricultural campaign. After about 12 hours of flight, the pilot started, in May 2023, to work for the operator.

At the time of the event, the pilot logged a total flight experience of 562 hours, 135 of which using a Piper Brave model in the four months preceding the accident. Of these 135, 50:20 hours were logged on the accident aircraft.

The records also show that the pilot flew every day, except Sundays, from June 28 to July 28, the day of the accident.

The operator provided the investigation with a pilot training syllabus and theoretical self-training. However, there was no evidence of any practical training program performed in agricultural aerial work (AG) operations, specific or emergency manoeuvres consistent with the pilot's previous lack of experience in this high-risk operation.

It was not possible to relate or document the piloting actions with fatigue factors associated with the recorded duty time. There is no evidence of any physiological or medical condition negatively influencing the occurrence.

A aeronave

A aeronave acidentada, um Piper PA-36-375 Pawnee Brave, foi fabricada em 1978, possuía um certificado de aeronavegabilidade restrito a “trabalhos agrícolas”, com o certificado de avaliação da aeronavegabilidade (ARC) emitido a 27 de janeiro de 2013 e válido até 1 de abril de 2024. Estava equipada com um motor Lycoming IO-720-D1CD de oito cilindros acoplado a uma hélice Hartzell de passo variável, permitindo uma operação com 1996 kg (4800 lb) de massa máxima à descolagem.

O Pawnee Brave é uma aeronave agrícola equipada com um tanque (*hopper*) de 1076 litros com opção dos sistemas dispersor ou espalhador de sólidos. É um monomotor com roda de cauda de construção semi-monocoque, asa baixa com longarina sem escoramento. É uma aeronave com uma velocidade de operação relativamente baixa que permite algum tempo de reação aos pilotos em iniciação ao trabalho agrícola, caracterizando-se, contudo, por uma carga alar elevada em torno dos 100 kg/m². Esta característica de projeto determina uma necessidade de um controlo efetivo da velocidade de perda aerodinâmica, especificamente em volta.

Não há registo de cálculos de massa e centragem realizados pelo piloto, tendo este declarado que descolou com cerca de 640 litros de produto fitofarmacêutico.

Com uma capacidade máxima de combustível de 325 litros (86 USGal), as missões agrícolas, por norma, exigem uma operação com quantidades reduzidas de combustível para permitir uma carga útil superior no *hopper*. A aeronave foi abastecida com 30 litros de combustível durante a sétima carga.

Segundo declaração do piloto, a aeronave estaria a voar com cerca de 113 litros (30 USGAL) de combustível e um valor em torno dos 600 litros de fitofarmacêutico carregados. Referiu ainda que estaria configurada com 15° de flaps no momento do acidente.

A aeronave tinha sido adquirida recentemente a um operador espanhol em Sevilha, onde terá sofrido uma intervenção de manutenção a 24 de janeiro de 2023 já sob responsabilidade da Avitrata (com 3349:35 horas), obteve o ARC a 27 de janeiro e voou para Portugal no dia 30 de janeiro.

The aircraft

The accident Piper PA-36-375 Pawnee Brave aircraft was manufactured in 1978, had a restricted airworthiness certificate “agricultural work only” and an airworthiness review certificate (ARC) issued on January 27 valid until April 1, 2024.

It was equipped with an eight-cylinder Lycoming IO-720-D1CD engine which drives a Hartzell constant speed propeller, allowing an operation of 1996 kg (4800 lb) for the maximum take-off mass.

The Pawnee Brave is a single engine, full cantilever semi-monocoque low-wing, tail wheel type, special purpose agricultural aircraft, equipped with a 38 cubic-feet (1076 liters) hopper with optional sprayer or spreader. It is an aircraft with a relatively low operating airspeed, allowing some reaction time to the pilots that have little experience in agricultural flying (AG), having, however, a high wing loading of about 100 kg/m².

This design feature determines a need for effective control of the aerodynamic stall speed, specifically during turns.

There is no record of mass and balance calculations performed by the pilot, who declared that he took off with around 640 litres of aerial application product.

With a maximum fuel capacity of 86 USGal (325 liters), agricultural missions, as a rule, require an operation with reduced amounts of fuel to allow for a greater payload in the hopper. The aircraft was supplied with 30 litres of fuel during the seventh load.

According to the pilot's statement, the aircraft was flying with about 113 litres (30 USGAL) of fuel and a value about 600 litres loaded in the hopper. He also mentioned that it would have been configured with 15° of flaps at the time of the accident.

The aircraft had recently been acquired from a Spanish operator in Seville, where it underwent maintenance activities on January 24, 2023, already under the responsibility of Avitrata (with 3349:35 hours), obtained the ARC on January 27 and flew to Portugal on January 30.

Sofreu nova intervenção de manutenção e recuperação do seu estado de aeronavegabilidade com declaração de aptidão para o voo a 20 de março de 2023, contabilizando 3351:35 horas de voo.

Foram recolhidas informações da existência de vários problemas com a operação do sistema de ignição do motor da aeronave ao longo dos últimos meses, informações estas não totalmente suportadas ou evidenciadas nos registos de manutenção. O estado de destruição do motor e respetivos acessórios decorrente da colisão com o solo e ao intenso fogo a que estiveram sujeitos, inviabilizou a retirada de qualquer informação útil dos mesmos.

Análise detalhada à hélice

A hélice foi enviada para a oficina autorizada Hartzell em Portugal onde, sob a supervisão da investigação, foi avaliado o modo de falha dos vários componentes.

A new maintenance workorder was issued and several tasks were performed to ensure an airworthy condition, with a release to service issued on March 20, 2023, totalling 3351:35 flight hours.

Information has been collected about the existence of several problems with the aircraft's engine ignition system over the past few months, information that is not fully supported or recorded in the maintenance records. The state of destruction of the engine and its accessories resulting from the collision with the ground sustaining severe mechanical damage and post impact fire made it impossible to extract any useful information from them.

Detailed analysis of the propeller

The propeller was sent to the Portuguese authorized Hartzell workshop where, under the supervision of the investigation, the failure mode of the various components was evaluated.

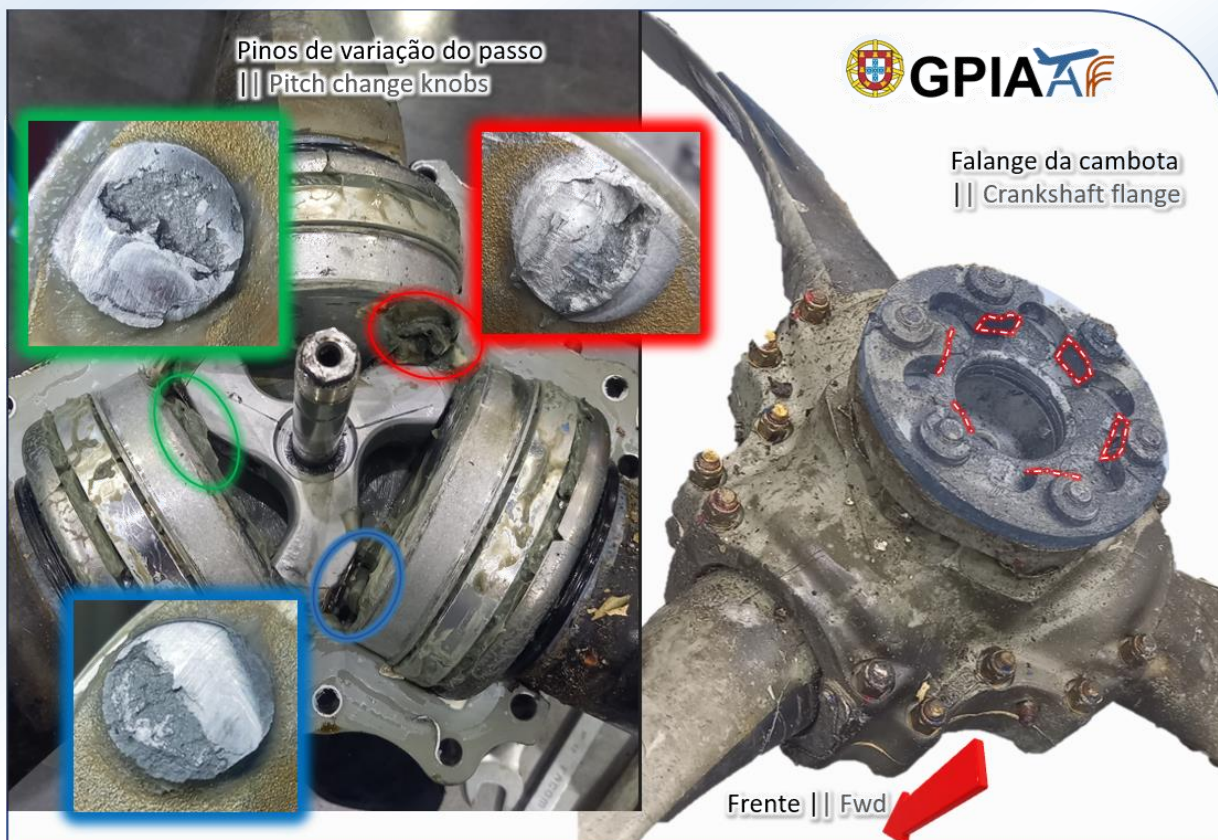


Figura 2 || Figure 2

Evidências do modo de falha da cambota e pinos da hélice || Evidence of the crankshaft and prop knobs failure mode

Foi determinado sem margem para dúvidas que os danos nas pás e elementos do cubo resultaram da colisão com o solo. As superfícies de fratura dos pinos

It was determined beyond reasonable doubt that damage to the blades and hub elements resulted from the collision with the ground. The fracture surfaces of

de variação do passo evidenciam cedência por tensões de corte, sem qualquer indício de fadiga.

Os danos nas pás, respetivos pinos de variação do passo e falange da cambota, apesar de estarem presentes alguns indícios de desgaste, demonstram que a hélice estava a rodar com potência aplicada. Não foi possível determinar o valor de potência que o motor debitava no momento da colisão com o solo. A deformação das pás da hélice é consistente com o ângulo pronunciado de colisão do disco com o solo e dos materiais macios com o qual ocorreu a colisão.

O operador

O operador de trabalho aéreo sediado no aeródromo da Garrocheira, no Concelho de Benavente, presta serviços de tratamentos aéreos agrícolas com aeronaves Piper Brave e PZL Dromader.

O operador e proprietário da aeronave acidentada era também o responsável pelas ações de manutenção e certificação dos trabalhos realizados na mesma, fazendo uso da sua certificação de organização de aeronavegabilidade combinada, PT.CAO.001.

A CIA n.º 08/2021 de 09 de março de 2021 da ANAC enquadra as autorizações para a prática de operações comerciais especializadas (Parte SPO), referindo o Regulamento (UE) n.º 965/2012 da Comissão, de 5 de outubro de 2012, que estabelece os requisitos técnicos e os procedimentos administrativos para as operações aéreas como o trabalho aéreo.

Este quadro regulamentar da UE ditou o afastamento da necessidade de emissão de autorizações de caráter meramente nacional conforme referia a anterior CIA 15/98, entretanto revogada, para o exercício de tais operações especializadas como o trabalho agrícola.

A referida CIA n.º 08/2021 detalha também que as operações aéreas para a realização de trabalhos agrícolas não carecem de averbamento de qualquer qualificação na licença, estando o operador obrigado a cumprir com os requisitos aprovados nos manuais (SOPs) do operador, cujas verificação das qualificações dos pilotos envolvidos são realizadas pela Autoridade no âmbito das ações de supervisão do operador, conforme referido no ponto 5.3.6 da mesma CIA.

Por forma a cumprir com os requisitos acima, o manual de operação do operador, na sua secção 5.2 (Tripulação de voo) define:

the pitch change knobs evidence a shear stress failure, without any indication of fatigue.

The damage to the blades, pitch change knobs and crankshaft flange, despite signs of wear and tear, demonstrate that the propeller was rotating with power applied. It was not possible to determine the engine power output at the time of the ground collision. The propeller's blades deformation is consistent with the pronounced ground collision angle of the propeller disc and the soft materials with which the collision occurred.

The operator

The aerial work operator (AG) based at Garrocheira aerodrome in the Municipality of Benavente, provides agricultural aerial crop-dusting services using Piper Brave and PZL Dromader aircraft.

The operator and owner of the accident aircraft was also responsible for the maintenance and certification of the work performed, using its combined airworthiness organization certification, PT.CAO.001.

ANAC CIA No. 08/2021 of March 9, 2021 established the authorizations for the practice of specialized commercial operations (Part SPO), mentioning Regulation (EU) no. 965/2012 of the Commission, of 5 October 2012, which establishes the technical requirements and administrative procedures for air operations such as aerial work.

This EU regulatory framework eliminated the need to issue national authorizations, as referred to in previous CIA 15/98, which has since been revoked, for the exercise of such specialized operations as AG.

The mentioned CIA No. 08/2021 also states that air operations to carry out agricultural work do not require any licence qualification endorsement, and the operator is mandated to comply with the requirements approved in the operator's manuals (SOPs), whose qualifications verification of the pilots involved needs to be carried out by the Authority within the operator's oversight scope, as referred in item 5.3.6 of the same CIA.

In order to comply with the above requirements, the operator's operating manual in its section 5.2 Flight Crew states:



5.2.1 Pessoa nomeada como piloto comandante

Os requisitos mínimos de qualificação para tripulante de voo enquanto piloto comandante (PIC) em aeronaves da empresa são:

- Licença de Piloto Comercial, EASA Part-FCL CPL(A) e
- Classificações de classe válidas nas aeronaves da AVITRATA,
- um total de pelo menos 200 horas de voo na classe,
- possuir um certificado médico válido classe 1,
- ter competências na língua inglesa.

O manual do operador faz também referência aos tempos de serviço e descanso, detalhando explicitamente no ponto 7.1.2: Limitação de tempo de voo: “O PIC terá uma folga semanal (um período de 48 horas consecutivas) em que o tripulante está dispensado de qualquer serviço.”

O operador não tem definido nos seus manuais requisitos de utilização nem disponibiliza equipamento de proteção aos seus pilotos, como fato de voo ignífugo, capacete, luvas, etc., conforme estabelecido na regulamentação EASA Parte SPO.IDE.A.205.

Os pilotos do operador realizam as missões sem qualquer equipamento de proteção individual.

A missão:

As aplicações aéreas de produtos fitofarmacêuticos obrigam a um sistema de marcação ou sinalização das fiadas para garantir uma aplicação uniforme, evitando desperdício e danos potenciais aos campos adjacentes. O operador utiliza o método de balizador humano percorrendo a pé a secção transversal do campo e sinalizando ao piloto o enfiamento da fiada.

As práticas da aviação agrícola (AG) determinam que a altura a que é realizado o voo deve primariamente respeitar a segurança, proporcionando ao mesmo tempo um padrão uniforme de aplicação do produto. O voo rasante aumenta o risco de variações na distribuição e sobrevoos fora do alvo; por outro lado, o voo alto pode aumentar o risco de movimento fora do alvo e diminuir a deposição do químico sobre a cultura.

O manual do operador na sua secção 8.1.2 Altitudes mínimas de voo, refere para a aplicação líquida:

5.2.1 Nominated Person Pilot-in-Command

The minimum qualification requirements to qualify a flight crew member to act as Pilot-in-Command (PIC) on company aircraft are:

- Commercial Pilot Licence, EASA Part-FCL CPL(A); and
- valid Class Rating(s) on the AVITRATA aircraft,
- a total of at least 200 flight hours in the class,
- hold a valid Medical Class 1,
- competent in the English language.

The operator's manual also makes reference to duty and rest times, explicitly detailing in point 7.1.2. Flight time limitation: “The PIC shall have a leave in each week (a period of 48 consecutive hours) where the crew member is free from any duty.”

The operator has not established in the manuals the requirements for usage nor has it made available the applicable protective equipment to its pilots such as flame retardant flight suit, helmet, gloves, etc., as established in EASA regulation Part SPO.IDE.A.205.

The operator's pilots carry out missions without any personal protective equipment.

The mission:

Aerial applications of crop-dusting products require a swath marking or signalling system to ensure uniform application, avoiding waste and potential damage to adjacent fields.

The operator used a human flagger on foot who crossed the field in advance of the aircraft along the field boundary marking the swaths.

Agricultural aviation (AG) practices determine that the height at which the flight is performed must primarily respect safety, while providing a uniform product application. Flying low increases the risk of product distribution variations and off-target overflight; on the other hand, high flight can increase the risk of off-target movement and reduce chemical deposition on the crop.

The operator's manual in section 8.1.2 details the minimum flight altitudes for liquid spraying:

Na aplicação de pesticidas, inseticidas, fungicidas e herbicidas líquidos, a altitude de voo deve estar entre os 3 e 6 metros acima do nível do solo.

Sempre que existam culturas próximas de culturas sensíveis ao produto aplicado e ventos adversos, a altitude poderá ser reduzida para menos de 2 metros acima do nível do solo.

A missão planeada para o dia previa a realização de tratamento em várias parcelas agrícolas entre as localidades de Brunhos e Vila Nova de Anços, grande parte do trabalho a ser realizado em campo aberto e sem obstáculos.

Contudo, a envolvente do terreno onde estava a ser realizado o voo do acidente com aplicação do produto fitofarmacêutico líquido, era caracterizada por uma pequena parcela entre terrenos sobre-elevados (área A da figura abaixo). Tais obstáculos na proximidade da fiada obrigavam a um controlo preciso da energia da aeronave e trajetória por forma a cumprir com os requisitos operacionais da missão de voo a muito baixa altura sobre a plantação de arroz em espaço confinado.

When applying liquid pesticides, insecticides, fungicides and herbicides, the flight altitude should be between 3 and 6 meters above ground level.

Whenever there are nearby crops sensitive to the product being applied and adverse winds, the altitude may be lowered to less than 2 meters above ground level.

The mission planned for the day included to perform the crop-dusting of several agricultural parcels between the towns of Brunhos and Vila Nova de Anços, much of the work to be carried out in open fields without obstacles.

However, the surroundings of the land where the accident flight with the application of the liquid product was being carried out was characterized by a small plot between elevated terrain (area A in the figure below). Such obstacles in the vicinity of the swath required precise control of the aircraft's energy and trajectory in order to comply with the operational requirements of the flight mission at very low height over the rice plantation and in a confined space.



Figura 3 | Figure 3
Detalhes do voo da missão | Mission flight details



O piloto declarou que sentiu a aeronave a afundar na zona 1 da figura, tendo aplicado potência máxima, ligou a bomba de combustível e terá largado a carga em emergência após essa zona.

A colisão da aeronave com a vegetação e solo ocorreu num rumo aproximado de 220°.

As evidências recolhidas no local demonstram a presença de produto fitofarmacêutico junto e sobre a vegetação onde ocorreu a colisão (2).

5 - CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

Resultando como mais provável das constatações feitas, um cenário de volta a baixa altitude com baixa velocidade, seria necessário um aumento significativo de potência do motor para realizar a volta de alinhamento com a fiada e, nesse momento, a resposta do motor poderá não ter ocorrido conforme antecipado pelo piloto ou ainda não ter sido suficiente para a condição de carga da aeronave para realizar a referida volta à esquerda.

A carga alar de uma aeronave pode ser definida como a massa da aeronave por unidade de área da superfície alar. O carregamento da aeronave no seu limite superior do envelope de operação (gráfico da esquerda abaixo), coloca limitações no desempenho da aeronave, particularmente em situações de aumento do fator de carga (G's) como durante uma volta.

A carga alar é um fator relevante em qualquer tipo de manobra, especialmente em volta com o respetivo aumento do ângulo de ataque, criando mais arrasto, o que requer por sua vez um incremento de potência. Quanto menor o ângulo de ataque, menor será o arrasto resultante durante a volta. Uma carga alar baixa tem o efeito de reduzir as componentes do arrasto induzido e de perfil gerado em volta. Recorrendo ao exemplo do gráfico abaixo, é possível comparar a aeronave A com 2° de ângulo de ataque em voo nivelado (1) em comparação com a aeronave B com carga máxima que requer 7°.

À medida que ambas as aeronaves realizam uma mesma volta apertada (2) que, por hipótese, requer 10° de ângulo de ataque adicionais, a aeronave A realiza a volta com um total de 12°, enquanto a aeronave B estará nos 17°.

The pilot stated that he felt the aircraft sinking in zone 1 of the figure, having applied maximum power, turned the fuel pump on and that he released the hopper load in emergency after that zone.

The aircraft collided with vegetation and soil on an approximate heading of 220°.

The evidence collected at the scene exhibits the presence of crop-dusting products nearby and on the vegetation where the collision occurred (2).

5 - CONCLUSIONS & COMMENTS

Resulting from the findings a low altitude, low speed during a left turn as most likely scenario, a significant increase in engine power would have been necessary to perform the alignment with the swath and, at that moment, the engine response may not have occurred as anticipated by the pilot or not in sufficient amount for the aircraft's loading condition to perform the said left turn.

The aircraft wing loading can be defined as the mass of the aircraft per unit wing surface area. Loading the aircraft at the operating envelope upper limit (left graph below) places limitations on the aircraft's performance, particularly in situations where the load factor (G's) increase, such as during a turn.

Wing loading is a very important factor during any type of manoeuvring especially when an aircraft rolls into a turn where the angle of attack is increased which creates more drag that has to be overcome with additional power/thrust. The lower the angle of attack, the lower the turning drag generated. A low wing loading has the effect of reducing the induced and profile drag created during a turn. Using the chart below, it is possible to compare aircraft A that requires 2 degrees angle of attack for level flight (1) compared with aircraft B that requires 7 degrees.

As they both roll into a steep turn (2) that, as an example, demands an extra 10 degrees of angle of attack, aircraft A will be turning with a total of 12 degrees of angle of attack while aircraft B will be at 17 degrees.

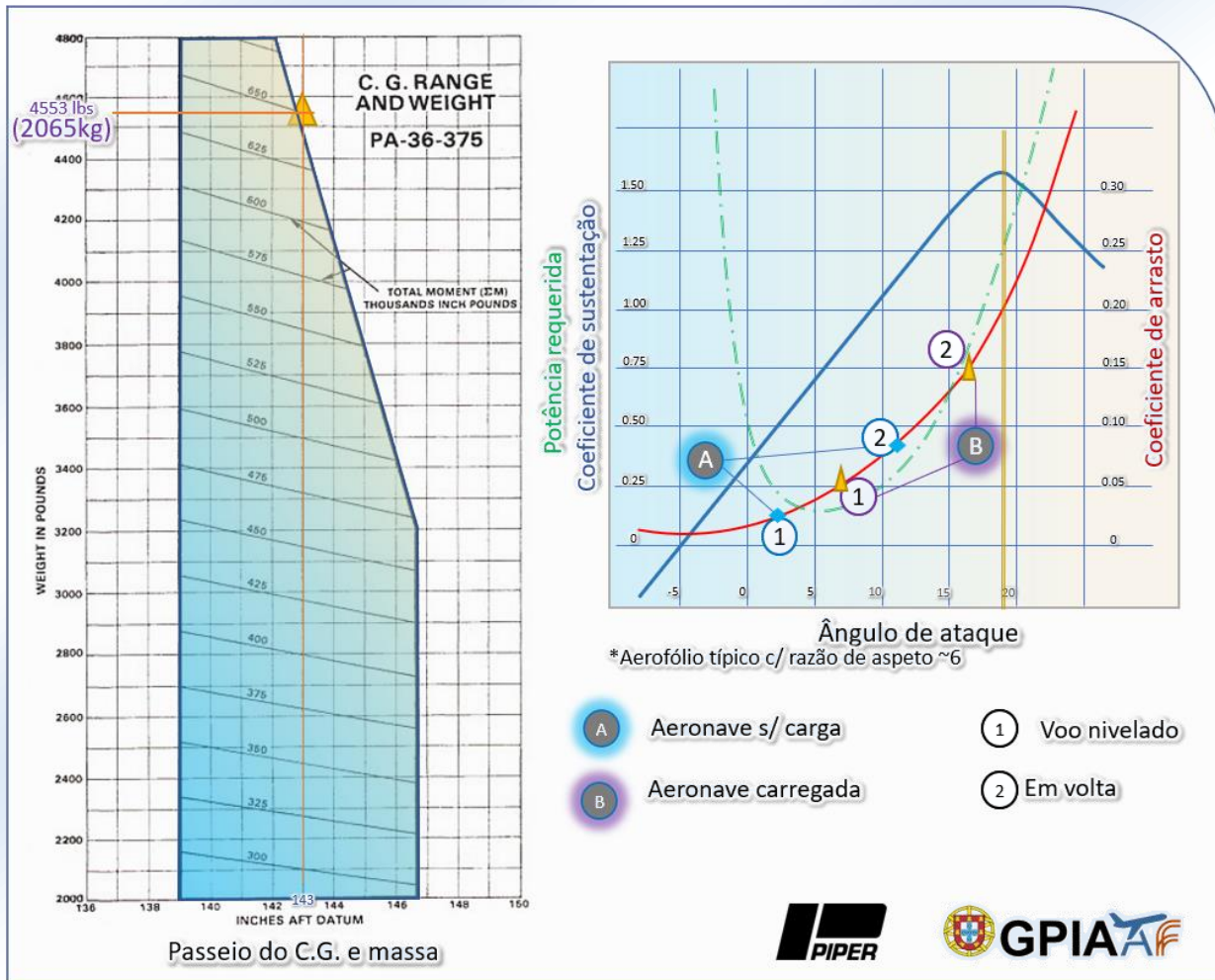


Figura 4 || Figure 4

Envelope de carregamento e variação coeficientes com ângulo de ataque || Loading envelope and coefficient change with angle of attack

As características de projeto da aeronave com uma razão de aspeto (envergadura/corda) de 6,6, uma carga alar de 100 kg/m² (21,33 lbs/ft²) e uma relação massa/potência de 5,8 kg/hp (12,8 lbs/hp), ainda que admitindo os 375hp teóricos indicados pelo fabricante do motor, evidenciam uma aeronave de performance limitada obrigando a cuidados redobrados do piloto quando em voo a baixa velocidade e carga elevada.

Para manter uma velocidade constante, o piloto terá de aplicar potência à medida que puxa o manche para igualar a sustentação ao peso aparente, o que faz aumentar o arrasto induzido e daí a necessidade do aumento de potência.

Um aumento no ângulo de pranchamento requer então um aumento do ângulo de ataque para aumentar a sustentação, o que por sua vez aumenta o arrasto induzido, afetando negativamente a relação sustentação-arrasto (L/D) e resultando numa

The aircraft design characteristics with an aspect ratio of AR=6,6, a wing loading of 21,33 (lbs/ft²) and a power loading of 12,8 lbs/hp, even assuming the theoretical 375 hp specified by the engine manufacturer, clearly shows an aircraft with limited performance requiring extra attention from the pilot when flying at low speeds in high load configuration.

To maintain a constant airspeed, power must be added as back pressure is applied to the control stick to equal the lift to the apparent weight which increases the induced drag, and thus the need to increase power.

An increase in angle of bank requires an increase in the angle of attack to increase the lift, which in turn increases induced drag, adversely affecting the lift-drag (L/D) ratio, resulting in a decrease in airspeed. Power is then used to oppose the increase in drag.

diminuição da velocidade do ar. A potência é então usada para contrariar o aumento do arrasto, sendo que como esta é limitada, a velocidade do ar diminuirá com o incremento do pranchamento da aeronave.

Ao associarmos a baixa velocidade da aeronave para cumprir os desafios da missão agrícola, a amplitude de deflexão dos ailerons será necessariamente maior, incrementando assim o momento adverso de guinada da semi-asa com maior sustentação e ângulo de ataque, no caso o lado direito da asa, criando condição para uma entrada em perda assimétrica e queda para esse mesmo lado direito (ver figura 5).

However, since power available is limited, the airspeed will decrease as the angle of bank increases.

When relating the aircraft low airspeed to perform and overcome the AG mission challenges, the ailerons deflection will necessarily be higher, thus increasing the adverse yaw moment of the wing segment with greater lift and angle of attack, in this case, the right wing, creating conditions for an incipient spin due to the asymmetric stall and wing drop to the same right side (see figure 5).



Figura 5 || Figure 5
Representação da dinâmica estimada do acidente || Illustration of the estimated accident dynamics

Conclusões:

Da informação resultante da avaliação da condição da aeronave, dos dados e dos depoimentos recolhidos, a investigação aponta como causa mais provável para o evento a perda de controlo da aeronave a muito baixa altitude.

Para a perda de controlo da aeronave terão contribuído a falta de preparação do piloto para a execução da missão assignada tendo em conta a sua complexidade pela conjugação da geometria do

Conclusions:

From the aircraft's condition assessment information, the data and statements collected, the investigation established as most probable cause to the event the loss of control of the aircraft at very low altitude.

Contributed to the aircraft loss of control the pilot's lack of preparation for carrying out the assigned mission, taking into account its complexity due to the combination of the surrounding terrain geometry

terreno circundante (obstáculos) com o cumprimento dos requisitos técnicos de pulverização a muito baixa altitude.

As constatações e conclusões da investigação suscitam os seguintes comentários:

Não foi possível determinar as condições de fadiga do piloto e se estas poderão ter influenciado o processo de tomada de decisão da trajetória para a fiada do acidente. Sendo certo que o regime de descanso não estava em linha com o preconizado nas SOPs do operador.

Relativamente à condição da aeronave, embora esta apresentasse uma baixa fiabilidade de alguns dos seus sistemas, provavelmente decorrente de um longo período de imobilização obrigando a várias intervenções e manutenção corretiva, algumas das quais não documentadas, não há indícios de que tal condição tivesse sido um fator contributivo para o evento. Ainda que se pudesse admitir uma qualquer condição de falha de potência do motor da aeronave, os factos mostram que o motor estava em funcionamento no momento da colisão com a vegetação.

Ainda que considerando uma perda de potência referida pelo piloto, as ações de pilotagem para fazer face a tal condição determinariam uma largada imediata da carga e aterragem de emergência em campo aberto sobre o terreno não preparado.

A baixa energia da aeronave com uma carga alar significativa na trajetória de voo requerida pela missão, terão colocado a aeronave numa condição insegura ao iniciar a volta à esquerda para o alinhamento da fiada.

Relativamente aos aspetos de sobrevivência, o piloto beneficiou de uma proteção térmica proporcionada pelo composto químico líquido, criando condições para uma progressão menos brusca da frente de chama para a zona do cockpit. O equipamento de proteção individual adequado, caso fosse usado pelo piloto, teria igualmente contribuído para uma proteção adicional.

Embora os acidentes com aeronaves em operações agrícolas ocorram com pilotos de todas as faixas etárias e experiência variada, os dados de ocorrências registadas em países com uma maior expressão deste

(obstacles) with the need to comply with the technical requirements of aerial crop-dusting at very low altitude.

The findings and conclusions of the investigation give rise to the following comments:

It was not possible to determine the pilot's fatigue conditions and whether these may have influenced the decision-making process for the accident swath trajectory. It is true that the rest period was not in line with the established in the operator's SOPs.

Referring to the aircraft airworthiness condition, although it exhibited a low reliability in some of its systems, probably as result of a long-term storage period requesting several corrective maintenance interventions, some of which not documented, there are no evidence that such condition had been a contributing factor to the event. Even if it could be assumed that there was a failure of the aircraft's engine to produce power, the facts show that the engine was running at the time of the collision with vegetation.

Even considering a loss of power reported by the pilot, the required actions to cope with such condition by the pilot would determine an immediate release of the hopper load and an emergency landing in an open field on unprepared terrain.

The aircraft low energy state with a significant wing loading on the flight path required for the mission, will have placed the aircraft in an unsafe condition when starting the left turn for the swath alignment.

Regarding the survival aspects, the pilot benefited from thermal protection provided by the liquid chemical compound, creating conditions for a less abrupt progression of the flames to the cockpit area. The appropriate personal protective equipment by the pilot, had it been used, would also have contributed to additional protection.

Although aircraft accidents in agricultural operations occur with all pilots of all ages and varying experience, data on occurrences recorded in countries with a greater expression in this type of operation (USA,

tipo de operação (USA, Austrália, Brasil) mostram que a falta de experiência ou falhas na formação dos pilotos são um fator relevante nos acidentes com causas atribuídas a fatores humanos.

Conforme debatido no evento investigado pelo GPIAAF em 2021 (2021-ACCID-02), a evolução da atividade agrícola aérea em Portugal, embora não tenha grande expressão ou não tenha sofrido grande variação nas horas voadas estimadas, esta mostra uma tendência de entrada no mercado de novos operadores e pilotos com pouca ou nenhuma experiência na atividade. Esta entrada de novos pilotos será o resultado de uma necessidade de suprir os pilotos que, entretanto, abandonam a atividade, maioritariamente por idade, sem se investir o suficiente em programas de treino robustos com passagem de saber recorrendo, por exemplo, a escolas diferenciadas com experiência na atividade com aeronaves de treino agrícola bi-lugar, ambas inexistentes no território nacional.

O trabalho agrícola aéreo é um tipo de voo extremamente exigente. Frequentemente realizado a poucos metros acima do solo, baseia-se sobretudo no profissionalismo e numa apetência elevada do piloto em “pé e manche”, características suportadas e resultantes de um programa de treino robusto. A formação de um piloto agrícola requer um compromisso de longo prazo com a atividade e não pode ser visto com um exercício de “*hour building*” ou de “apenas mais uma qualificação”.

Australia, Brazil) show that the lack of experience or failures in pilot training are a relevant factor in accidents with causes attributed to human factors.

As discussed in the event investigated by GPIAAF in 2021 (2021-ACCID-02), the evolution of aerial agricultural activity in Portugal, although not very significant or not having suffered great variation in estimated hours flown, shows a trend towards entry into the market of new operators and pilots with little or no experience in the activity. This entry of new pilots will be the result of a need to replace pilots who, in the meantime, leave the activity, mostly due to age, without investing enough in robust training programs with knowledge transfer using, for example, to differentiated training schools with experience in the activity with two-seater agricultural training aircraft, which do not exist in Portugal.

Aerial application is one of the most demanding types of flying. Often conducted just a few metres above the ground, mainly based on professionalism and a very high degree of ‘stick and rudder’ pilots’ aptitude, supported and resulting from a sound training program.

Becoming an application pilot requires a long-term commitment to the activity - it is not a ‘hour building’ or ‘just another qualification’ exercise.

6 - AÇÕES DE SEGURANÇA E RECOMENDAÇÕES

De acordo com o Regulamento (EU) n.º 996/2010 e com o Decreto-Lei n.º 318/99, a formulação de uma recomendação de segurança não constitui, **em caso algum, presunção de culpa ou de responsabilidade relativamente a um acidente ou incidente**. O mesmo se passa relativamente às ações de segurança que os intervenientes tomem a iniciativa de implementar em resultado das constatações feitas no decurso da investigação.

O destinatário de uma recomendação de segurança deve, no prazo de 90 dias, informar a Autoridade de Investigação, GPIAAF, das ações tomadas ou em consideração.

Relativamente à formação inicial dos pilotos e respetivos requisitos legais, os factos apurados demonstram a necessidade de cobrir uma lacuna

6- SAFETY ACTIONS & RECOMMENDATIONS

In accordance with EU Regulation 996/2010 and Portuguese Decree-Law 318/99, a safety recommendation shall in no case create a **presumption of blame or liability for an accident or an incident**. Similarly, the same principle should be considered regarding safety actions initiated or undertaken by the involved parties as a result of the findings during the investigation.

The addressee of a safety recommendation shall, within 90 days, inform the safety investigation authority, GPIAAF, of the actions taken or under consideration.

With regard to the initial training of pilots and related legal requirements, the facts established demonstrate the need to fill a gap in relation to the demonstration



relativamente à demonstração de experiência e proficiência dos pilotos proposta pelos operadores à Autoridade e o respetivo processo de validação de experiência e aceitação dos currículos dos pilotos.

Nesse sentido, o GPIAAF emitiu em 2021 uma recomendação de segurança (PT.SIA 2021/007) à ANAC, Autoridade Nacional de Aviação Civil no sentido de reavaliar os requisitos de treino e experiência dos pilotos agrícolas por forma a incluir um sílabos de formação prático e horas de voo reais em aeronaves agrícolas antes de emitir uma autorização de operações comerciais especializadas de alto risco, tendo em consideração o conteúdo programático do treino inicial, o tipo de operação e a experiência prévia dos pilotos.

A ANAC entendeu não acolher a Recomendação de Segurança com os argumentos tornados públicos pelo GPIAAF no repositório Europeu de Recomendações de Segurança [SRIS2](#). Não são do conhecimento da investigação alterações realizadas ou intenções para a alteração da política de formação inicial e requisitos de experiência de voo aos pilotos agrícolas do(s) operador(es).

Aos pilotos, reforça-se o alerta para que realizem uma avaliação honesta das suas capacidades e competências para desempenhar uma missão, seja ela pontual, uma série de voos ou uma campanha completa. O piloto deve-se questionar se realizou um programa de treino inicial e/ou recorrente adequado à complexidade da tarefa, se está confortável com a preparação realizada para enfrentar as emergências previstas, se conhece em detalhe a aeronave e suas limitações em todas as configurações e carregamento e, por último, se conhece a operação e o que lhe será exigido enquanto elemento essencial na garantia da segurança operacional de todos os envolvidos na missão.

Sobre as condições e aspetos de sobrevivência, a Parte SPO.IDE.A205 e respetivo material guia (GM) refere que cada pessoa a bordo deverá usar equipamento de proteção individual adequado ao tipo de operação realizada. O equipamento de proteção individual deve incluir, mas não está limitado a, fato de voo, luvas, capacetes, sapatos de proteção, etc.

Este evento vem reforçar a necessidade dos operadores envolvidos em atividades de voo e alto

of pilot experience and proficiency proposed by operators to the Authority, and the respective process for experience validation and acceptance of pilots' CVs.

In this way, GPIAAF issued a safety recommendation in 2021 (PT.SIA 2021/007) to ANAC, the National Civil Aviation Authority in order to reassess the training and experience requirements for agricultural pilots to include practical training syllabus and actual hours flown in AG aircraft before issuing an authorization of high-risk commercial specialized operations. This assessment should take into consideration the initial training syllabus, type of operation and the pilots' previous experience.

ANAC decided not to implement the Safety Recommendation with the arguments made public by GPIAAF in the European repository of Safety Recommendations [SRIS2](#). The investigation is not aware of any changes made or intentions to change the initial training policy and flight experience requirements for the national operator's AG pilots.

Pilots are urged to carry out an honest assessment of their abilities and skills to carry out a mission, whether it is a single flight, a series of flights or a full campaign. The pilot should ask if he or she has carried out an initial and/or recurrent training program appropriate to the complexity of the task, if he or she is comfortable with the preparation already made to face the anticipated emergencies, if he or she knows in detail the aircraft and its limitations in all configurations and loading conditions and, finally, needs to assess his or her knowledge of the operation and what will be required, as an essential element to ensure a safe operation of all those involved in the mission.

Regarding survivability conditions, EASA Part SPO.IDE.A205 and respective GM established that each person on board shall wear individual protective equipment that is adequate for the type of operation being undertaken. Personal protective equipment should include, but is not limited to flying suits, gloves, helmets, protective shoes, etc.

This event reinforces the need for operators involved in high-risk flight activities to adopt all measures to



risco de adotarem todas as medidas para a minimização ou contenção dos riscos de incêndio após colisão, providenciando aos seus operacionais o equipamento que proporciona aos pilotos uma barreira adicional de proteção ao fogo.

Nesse sentido o GPIAAF recomenda ao operador:

Ao operador, AVITRATA:

Recomendação de Segurança N° PT.SIA 2023/006

É recomendado que reavaliar os requisitos internos de utilização e fornecimento de equipamentos de proteção individual (EPI) aos pilotos envolvidos na operação de alto risco de trabalho agrícola, cumprindo e fazendo cumprir os requisitos e princípios estabelecidos na legislação aplicável.

O GPIAAF alerta 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.

minimize or contain the risk of fire after a collision, by providing their staff with the protective equipment that ensures pilots an additional fire protection barrier.

In this sense, GPIAAF recommends to the operator:

To the operator, AVITRATA:

Safety recommendation N. PT.SIA 2023/006

It is recommended to reassess the internal requirements for the use and supply of personal protective equipment (PPE) to pilots involved in high-risk agricultural work operations, complying with and enforcing the requirements and principles established in applicable regulation.

GPIAAF also stresses the aeronautical community, to which the investigation findings and conclusions of this investigation may be relevant, to take, within the scope of their own responsibilities, appropriate actions in order to minimize the possibility of similar causes resulting 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, 13 de dezembro de 2023

Lisbon, December 13th 2023