



Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes
com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
*Office for the Prevention and Investigation of Accidents
in Civil Aviation and Rail (SIA/NIB PT)*

AVIAÇÃO CIVIL

Aeroporto de Santa Maria (LPAZ) - Portugal

19 de julho de 2015, 18:32 UTC

SCF-NP - Colapso trem de nariz

CIVIL AVIATION

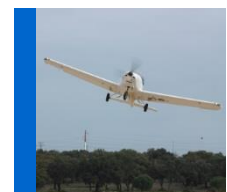
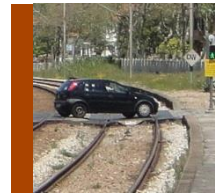
Santa Maria Airport (LPAZ) - PORTUGAL

2015, July 19th, 18:32 UTC

SCF-NP - Nose gear failure

BRM - LAND AFRICA IMPALA

PRIVADO | | PRIVATE / CS-URZ



**RELATÓRIO FINAL DE
INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA
DE INCIDENTE**

**INCIDENT
SAFETY INVESTIGATION
FINAL REPORT**

[14/INCID/2015]



**REPÚBLICA
PORTUGUESA**

SECRETÁRIO DE ESTADO
ADJUNTO E DAS COMUNICAÇÕES

Publicação || Published by:

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

Endereço || Postal Address:

Praça Duque de Saldanha, 31 – 4.º
1050-094 Lisboa
Portugal

Telefones || Telephones:

Geral || General: (+ 351) 21 273 92 30

Notificação de acidentes/incidentes || Accident/incident notification (24/7):
(+ 351) 915 192 963 / (+351) 212 739 255

Fax: + 351 21 791 19 59

E-mail: geral@gpiaaf.gov.pt

Internet: www.gpiaaf.gov.pt

No interesse de aumentar o valor da informação contida nesta publicação, com a exceção de fins comerciais, é permitido imprimir, reproduzir e distribuir este material, mencionando o GPIAAF – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários como a fonte, o título, o ano de edição e a referência “Lisboa - Portugal”, e desde que a sua utilização seja feita com exatidão e dentro do contexto original.

No entanto, direitos de autor sobre o material obtido a partir de outras agências, indivíduos ou organizações privadas, pertencem às entidades originárias. Onde for pretendido usar esse material o interessado deverá contactá-las diretamente.

In the interest of enhancing the value of the information contained in this publication, and with the exception of commercial uses, you may print, reproduce and distribute this material acknowledging the GPIAAF – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e Acidentes Ferroviários as the source, along with the publication title, date and the reference “Lisbon – Portugal”, and provided that its use is made with accuracy and within the original context.

However, copyright in the material obtained from other agencies, private individuals or organizations, belongs them. Where you want to use their material you will need to contact them directly.

Controlo documental || Document control

Informações sobre a publicação original Original publication details	
Título Title	Colapso da roda de nariz durante a aterragem Nose wheel collapse during landing
Tipo de Documento Document title	Relatório de investigação de segurança Safety Investigation Report
N.º do Documento Document ID	AC_14/INCID/2015_RF
Data de publicação Publication date	2020-07-31

Registo de alterações no caso do Relatório ter sido alterado após a sua publicação original Record of revisions, in case the report has been amended after its original publication		
N.º da vers. Rev. ID	Data Date	Resumo das alterações Summary of changes
-	-	-
-	-	-

PREFÁCIO || FOREWORD

O Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários (GPIAAF) é o organismo do Estado Português que tem por missão, entre outras, investigar os acidentes, incidentes e outras ocorrências relacionadas com a segurança da aviação civil e dos transportes ferroviários, visando a identificação das respetivas causas, bem como elaborar e divulgar os correspondentes relatórios.

No exercício das suas atribuições, o GPIAAF funciona de modo inteiramente independente das autoridades responsáveis pela segurança, de qualquer entidade reguladora da aviação civil e do transporte ferroviário e de qualquer outra parte cujos interesses possam colidir com as tarefas que estão confiadas ao Gabinete.

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 Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com o Regulamento (UE) n.º 996/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20/10/2010, e com o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-lei n.º 318/99, de 11 de agosto, a investigação e o relatório correspondente não têm por objetivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades.

Nos termos do n.º 4 do art.º 16.º do Regulamento (UE) n.º 996/2010, e em conformidade com as secções 6.3 e 6.4 do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, o GPIAAF remeteu, para obtenção de comentários, uma versão preliminar do relatório final às seguintes entidades:

AC Braga
AC Bragança
AeroDreams
BRM
ANAC (PT)
Wefly – Proprietário

The Office for the Prevention and Investigation of Accidents in Civil Aviation and Rail (GPIAAF) is the Portuguese State body with the mission of investigating accidents, incidents and other occurrences related to the safety of civil aviation and rail transportation, in order to identify their respective causes, as well as to produce and disseminate the corresponding reports.

In the exercise of its functions, GPIAAF is fully independent from any authority responsible for safety and the regulation of civil aviation and rail transportation, as well as from any other party whose interests may conflict with the tasks assigned to this Office.

Safety investigation is a technical process conducted only for the purpose of accidents prevention and comprises the gathering and analysis of evidences, in order to determine the causes and, when appropriate, to issue safety recommendations.

In accordance with Annex 13 to the International Civil Aviation Organisation Convention (Chicago 1944), EU Regulation No. 996/2010 from the European Parliament and Council (20th OCT 2010) and article 11, No. 3 of Decree-Law nr. 318/99 (11th AUG 1999), it is not the purpose of any safety investigation process and associated investigation report to apportion blame or liability.

According to section 16.4 of Regulation (EU) No. 996/2010 and to sections 6.3 and 6.4 of Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation, GPIAAF has sent a draft version of the final report seeking comments from the following entities:

AC Braga
AC Bragança
AeroDreams
BRM
ANAC (PT)
Wefly – Proprietário

Foram recebidos comentários de todas as entidades consultadas com exceção da ANAC, os quais foram devidamente analisados e, quando aceites, integrados no texto do presente relatório final.

Os comentários não adotados ou parcialmente adotados estão listados no Apêndice.

NOTA IMPORTANTE:

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

Notas para o Leitor:

Neste relatório, a representação das unidades e números é feita em conformidade com o Sistema Internacional de Unidades (SI), com o disposto nas normas da série ISO/IEC 80000 e com a norma portuguesa NP 9:1960. Nos casos especiais, em que outra unidade seja correntemente utilizada no meio aeronáutico, esta será indicada acompanhada da sua correspondência no SI.

Sempre que relevante, as abreviaturas, acrónimos e termos técnicos são explicados no glossário.

Este relatório é publicado em duas línguas, Português e Inglês. Em caso de discrepâncias entre as duas versões, prevalece o texto em Português.

GPIAAF received comments from all consulted entities, except ANAC, which were duly analysed and, if accepted, integrated into the text of this final report.

The non-adopted or partially adopted comments are listed on the Appendix.

IMPORTANT NOTE:

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

Notes to the Reader:

In this report units and numbers are normally represented accordingly to the International System of Units (SI), to the criteria in the ISO/IEC 80000 series standards and to Portuguese norm NP 9:1960. In special cases where a different unit is commonly used in the aeronautical sector, this will be preferably indicated, with the corresponding equivalence to SI.

When relevant, abbreviations, acronyms and technical terms are explained in the glossary.

This report is published in two languages, Portuguese and English. In the event of any discrepancy between these versions, the Portuguese text shall prevail.

ÍNDICE || INDEX

	Sinopse Synopsis	7
	Glossário Glossary	9
1.	INFORMAÇÃO FACTUAL FACTUAL INFORMATION.....	11
1.1.	História do voo History of the flight	11
1.2.	Lesões Injuries to persons	12
1.3.	Danos na aeronave Damage to aircraft.....	12
1.4.	Outros danos Other damage	13
1.5.	Pessoas envolvidas Personnel information	13
1.6.	Informação sobre a aeronave Aircraft information	13
1.6.1.	Generalidades General.....	13
1.6.2.	Trem de aterragem Landing gear.....	15
1.6.3.	Aprovação do modelo e autorização de voo Model approval and Flight permit	16
1.7.	Informação meteorológica Meteorological information.....	17
1.8.	Ajudas à navegação Aids to navigation	17
1.9.	Comunicações Communications.....	17
1.10.	Informação do aeródromo Aerodrome information.....	17
1.11.	Gravadores de voo Flight recorders	18
1.12.	Destroços e informação sobre os impactos Wreckage and impact information.	18
1.13.	Informação médica e patológica Medical and pathological information.....	18
1.14.	Fogo Fire	19
1.15.	Aspetos de sobrevivência Survival aspects.....	19
1.16.	Ensaio e Pesquisas Tests and Research.....	19
1.17.	Informação sobre organização e gestão Organizational and management information	19
1.18.	Informação adicional Additional information.....	20
1.18.1.	Incidentes semelhantes com o modelo Land Africa Land Africa incidents showing similarities	20
1.18.1.1.	CS-UTK a 09 de setembro 2014 CS-UTK on September 09th 2014 (GPIAA – Proc. N.º 26/INCID/2014)	21
1.18.1.2.	CS-UQM a 22 de julho 2018 CS-UQM July 22 nd 2018 (GPIAAF – Proc. N.º 17/AVAL/2018).....	21
1.18.2.	Modificações introduzidas pelo fabricante no trem de nariz Nose landing gear manufacturer introduced modifications.....	22
1.19.	Técnicas de investigação úteis ou eficazes Useful or effective investigation techniques.....	23

2.	ANÁLISE ANALYSIS.....	25
2.1.	Projeto do trem de nariz Nose landing gear design.....	25
2.2.	A manobra de aterragem e as limitações da aeronave The landing manoeuvre and the aircraft limitations.....	27
3.	CONCLUSÕES CONCLUSIONS.....	29
3.1.	Constatações da investigação Investigation findings.....	29
3.2.	Causas/fatores contributivos Causes/contributing factors.....	30
3.2.1.	Causas prováveis Probable causes.....	30
3.2.2.	Fatores contributivos Contributing factors.....	30
4.	Recomendações Recommendations.....	31
5.	Apêndices Appendix.....	33

SINOPSE || SYNOPSIS

PROCESSO GPIAAF GPIAAF PROCESS ID 14/INCID/2015		<i>Classificação Classification</i> Incidente Incident	
		<i>Tipo de evento Type of event</i> SCF-NP - Falha de sistema/componente não relacionado com o grupo motopropulsor System/component failure, non powerplant related.	
OCORRÊNCIA OCCURRENCE			
<i>Data Date</i> 19-07-2015	<i>Hora Time</i> 18:32 UTC	<i>Local Location</i> Aeroporto de Santa Maria (LPAZ) Santa Maria Airport (LPAZ)	<i>Coordenadas Coordinates</i> 36°58'51.7"N 025°10'20.8"W
AERONAVE AIRCRAFT			
<i>Aeronave Aircraft</i> LAND AFRICA IMPALA		<i>N.º de série Serial Nr.</i> 0167/912ULS/10-LA	<i>Matrícula Registration</i> CS-URZ
<i>Categoria Category</i> Ultraleve Ultralight		<i>Operador Operator</i> Privado Private	
VOO FLIGHT			
<i>Origem Origin</i> (LPAZ) Aeroporto de Santa Maria Santa Maria Airport		<i>Destino Destination</i> (LPAZ) Aeroporto de Santa Maria Santa Maria Airport	
<i>Tipo de voo Type of flight</i> Instrução Instruction		<i>Tripulação Crew</i> 01	<i>Passageiros Passengers</i> 00
<i>Fase do voo Phase of flight</i> Aterragem Landing		<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>
<i>Fatais Fatal</i>	0	0	0
<i>Graves Serious</i>	0	0	0
<i>Ligeiras Minor</i>	0	0	N/A
<i>Nenhuma None</i>	1	0	N/A
<i>Danos na aeronave Aircraft damage</i> Menores Minor		<i>Outros danos Other damage</i> Nenhuns None	

No dia 19 de julho de 2015, uma aeronave BRM, modelo LAND AFRICA IMPALA de registo CS-URZ, descolou da pista 18 em Santa Maria, Açores, para um voo local de instrução a solo.

Pelas 18:32UTC e após ter efetuado o primeiro circuito para a pista 18, na manobra de tocar e andar, o aluno-piloto sentiu um contacto duro com a superfície da pista com conseqüente colapso do trem de nariz. O nariz da aeronave baixou abruptamente permitindo o contacto da hélice com o solo.

A aeronave imobilizou-se poucos metros à frente, com danos menores e o aluno-piloto saiu ileso do incidente.

On July 19th, 2015, a BRM aircraft model LAND AFRICA IMPALA registered CS-URZ, took-off from runway 18 in Santa Maria, Azores for a local solo instruction flight.

At 18:32UTC and after performing the first circuit pattern for runway 18, during the touch-and-go manoeuvre, the student-pilot felt a hard contact with the runway surface, with a consequent nose gear collapse. The aircraft's nose dropped abruptly allowing the propeller to contact with ground.

The aircraft immobilized a few meters ahead and sustained minor damage. The student-pilot left the event uninjured.

De acordo com a informação meteorológica disponível para o aeroporto de Santa Maria (LPAZ), o céu apresentava-se com algumas nuvens, a visibilidade era superior a 10 km, uma temperatura do ar de 25°C, com 10 nós de vento Sudoeste.

According to the Santa Maria airport (LPAZ) available meteorological information, the sky had few clouds, 10 km or more for the visibility an air temperature of 25°C, 10 Kt Southwest wind.

Tipo de ocorrência || Occurrence type

SCF-NP - Falha de sistema/componente não relacionado com o grupo motopropulsor.

SCF-NP - System/component failure, non powerplant related.

Principais conclusões da Investigação || Investigation main conclusions

O processo de investigação identificou fragilidades no projeto da aeronave e nos pressupostos que resultaram na aprovação do mesmo pela autoridade. Tais fragilidades devem ser analisadas e tratadas pelos diferentes intervenientes dentro das suas responsabilidades.

The investigation process identified weaknesses in the model design and in the framework that led to its approval by the authority. Such weaknesses must be analysed and addressed by the different stakeholders within their responsibilities.

Comentários da investigação || Investigation comments

Não se configura como eficaz a emissão de recomendações atendendo ao quadro regulatório da atividade, ao tipo de operação, e às recomendações já feitas no passado pelo GPIAAF no sentido de se proceder à revisão da regulamentação nacional relativa à construção, operação e licenciamento de aeronaves ultraleves, nomeadamente os Decreto-Lei n.ºs 238/2004 e 283/2007 e o respetivo Regulamento 164/2006, que se demonstram desajustados à atual realidade e necessidades da comunidade aeronáutica, conforme já por várias vezes evidenciado em processos de investigação anteriores.

The issuance of safety recommendations is not considered effective given the activity regulatory framework, type of operation, and the safety recommendations made in the past for reassessment of the outdated national regulations regarding ultralight aircraft construction, operation and licensing, Decree-Law No. 238/2004 and 283/2007, and Regulation 164/2006, which do not cover the present aeronautical community needs, as repeatedly evidenced in previous investigation processes.

A investigação deixa também claras as necessárias ações por parte do fabricante, com a devida divulgação pelos proprietários e operadores das limitações operacionais dos produtos.

The investigation also highlighted the necessary actions to be taken by the manufacturer, informing the owners and operators about the product operational limitations.

GLOSSÁRIO || GLOSSARY

ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil National Civil Aviation Authority
EASA	Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação European Union Aviation Safety Agency
FH	Horas de voo Flight hours
ft	Pé ou Pés (unidade de medida) Feet (dimensional unit)
g	Aceleração da Gravidade Acceleration due to Earth's gravity [9,81 m/s ²]
GPAAAF	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
hPa	Hectopascal
ICAO	International Civil Aviation Organization
IMC	Condições de voo por instrumentos Instrument meteorological conditions
INAC	Instituto Nacional da Aviação Civil (atualmente ANAC) Civil Aviation National Institute (currently ANAC)
kg	Quilograma (unidade de medida base SI) Kilogram (SI base unit of measure)
kt	Nó (1 milha náutica/hora = 1,852 km/h) Knot (1 NM/hour = 1,852 km/h)
m	Metro (unidade de medida base SI) Metre (SI base unit of measure)
MEA	Multi-eixo avançado Advanced ultralight
MTOM	Massa máxima à decolagem Maximum takeoff mass
P/N	Número identificação do componente Part Number
TSLI	Tempo desde a última inspeção Time since last inspection
TSN	Tempo desde fabrico Time Since New
UTC	Tempo Universal Coordenado Universal Time Coordinated
VFR	Regras de voo visuais Visual flight rules
STOL	Decolagem e aterragem curta Short Take-off and landing

Página intencionalmente em branco || Page intentionally left blank

1. INFORMAÇÃO FACTUAL || FACTUAL INFORMATION

1.1. História do voo || History of the flight

No dia 19 de julho de 2015, um instrutor e um aluno iniciam um voo local de instrução no Aeroporto Internacional de Santa Maria (LPAZ) nos Açores, a bordo de uma aeronave BRM, modelo LAND AFRICA IMPALA com registo CS-URZ. Após alguns circuitos, o instrutor dá indicação ao aluno para prosseguir a solo com a lição.

Pelas 18:32 UTC, o aluno-piloto após a decolagem e seguindo os procedimentos de circuito para a pista 18, solicitou ao controlo de tráfego aéreo (CTA) uma manobra de tocar e andar, que lhe foi autorizada. De acordo com o seu relato, a ladeira de aproximação terá sido normal com a aeronave configurada para a aterragem.

O aluno-piloto, após ter arredondado e tocado duro na pista, referiu ter ouvido um ruído “seco” seguido de uma vibração na estrutura e consequente atitude de nariz em baixo da aeronave. Em sequência, dá-se o embate da hélice na pista com a paragem imediata do motor, ficando a aeronave imobilizada uns metros à frente. O aluno-piloto decidiu comunicar o sucedido ao CTA e aguardar no local por apoio, colocando a aeronave em segurança.

A aeronave ficou imobilizada junto à interseção da pista 18 com o caminho de circulação E.

On the 19th of July 2015, an instructor and a student-pilot initiated a local instruction flight at Santa Maria International Airport (LPAZ), Azores, on board a BRM aircraft, model LAND AFRICA IMPALA, registered CS-URZ. After a few circuits, the instructor allowed the student-pilot to proceed with the lesson flying solo.

At 18:32 UTC, the student-pilot after taking off and following the pattern circuit procedures for runway 18, asked the air traffic control (ATC) for a touch-and-go manoeuvre, which he was authorized to do. According to his report, the approach was normal with the aircraft configured for landing.

The student-pilot, after flaring the aircraft and touching hard on the runway, reported having heard a “clack” noise followed by a vibration in the aircraft structure and a consequent nose down attitude. In sequence, the propeller hit the runway, immediately stopping the engine and the aircraft came to rest a few meters ahead. The student-pilot decided to report the incident to the ATC and wait on site for support, switching off the aircraft systems.

The aircraft came to a stop close to runway 18 and taxiway E intersection.



Figura 1 || Figure 1

Posição final da aeronave na pista || Aircraft final position on the runway

1.2. Lesões || Injuries to persons

Lesões Injuries	Tripulantes Crew	Passageiros Passengers	Outros Others
Mortais Fatal	-	-	-
Graves Serious	-	-	-
Ligeiras Minor	-	-	N/A
Nenhumas None	1	-	N/A
TOTAL	1	-	-

1.3. Danos na aeronave || Damage to aircraft

A aeronave sofreu danos no trem de nariz e hélice. O eixo da roda de nariz foi encontrado fraturado, o que levou ao embate da roda contra a forquilha e consequente separação desta da perna do trem. A forquilha apresentava deformação plástica¹ em consequência de o conjunto ter ultrapassado o seu limite elástico. Não foi possível determinar se esta deformação já estaria presente antes do voo do evento.

The aircraft was damaged on the nose gear and propeller. The nose wheel axle was found fractured, which led the wheel shattering against the fork and consequent nose gear fork separation. The fork evidenced plastic¹ deformation as result of its elastic limit exceedance. It was not possible to determine whether this deformation was already present before the event flight.

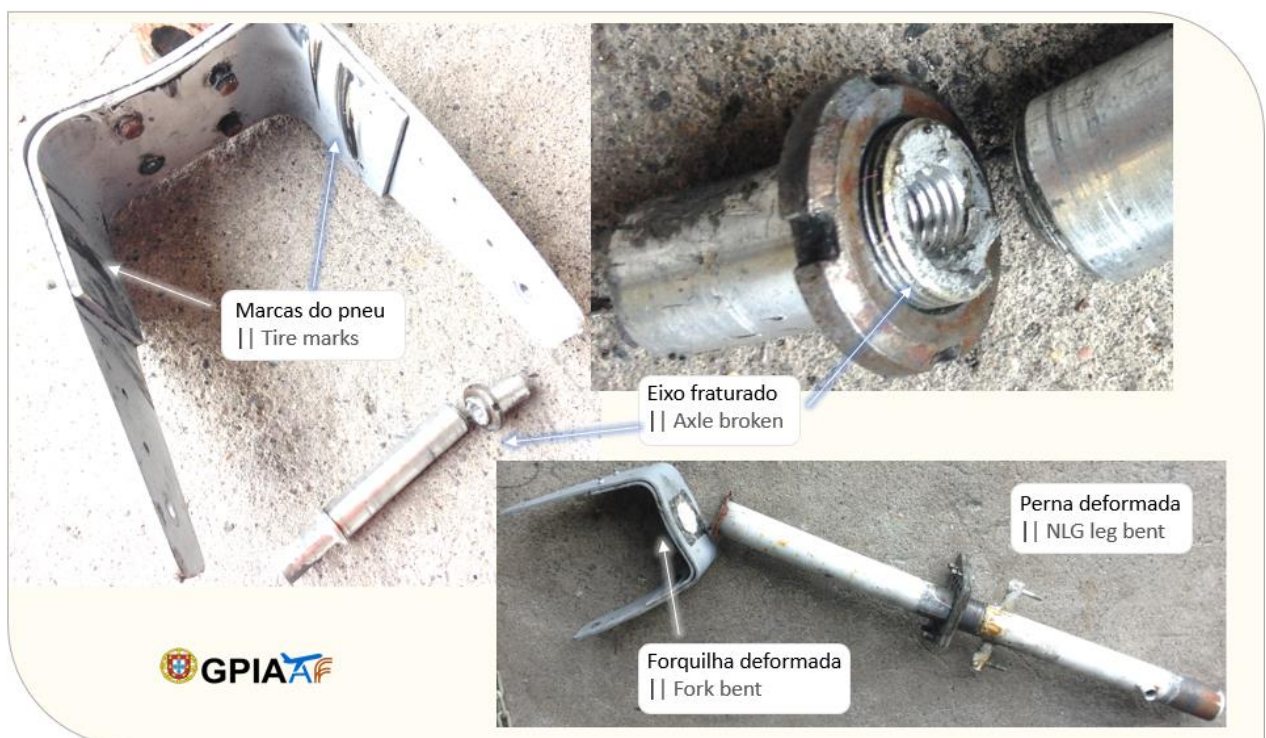


Figura 2 || Figure 2

Danos nos elementos do trem de nariz || Nose landing gear assembly damage

¹ Plasticidade ou deformação plástica: é a propriedade de um corpo sólido mudar de forma de modo irreversível, quando submetido a uma tensão || Plasticity or plastic deformation, is the ability of a solid material to undergo permanent deformation, a non-reversible change of shape in response to applied forces

1.4. Outros danos || Other damage

Nenhuns

None

1.5. Pessoas envolvidas || Personnel information

O aluno-piloto, do sexo masculino, 46 anos de idade à data do incidente e nacionalidade portuguesa, tinha uma autorização de aluno válida para receber instrução de voo de ultraleves, grupo 3 Classe MEA-G3.

The student-pilot, male, 46 years old at the time of the incident and Portuguese nationality, had a student authorization to attend ultralight, group 3 Class MEA-G3 flight lessons.

O aluno piloto totalizava no momento do incidente 28 horas de voo. Na última semana tinha realizado 06:20 horas em seis sessões de treino, com dois voos solo.

The student-pilot totalized 28 hours of flight at the time of the incident. In the last week he had flown 06:20 hours in six training sessions, with two solo flights.

	PILOTO PILOT
DETALHES PESSOAIS PERSONAL DETAILS	
Nacionalidade Nationality:	Portuguesa Portuguese
Idade Age:	46
LICENÇA DE TRIPULANTE TÉCNICO FLIGHT CREW LICENCE	
Tipo Type:	Autorização de aluno Student permit
Data de Emissão Inicial Date of Initial Issue:	2015-03-09
Entidade Emissora Issuing Authority:	INAC
Data do Último Exame Médico Last Medical Exam Date:	2015-01-07
Limitações Limitations:	VDL- usar lentes corretivas wear corrective lenses

1.6. Informação sobre a aeronave || Aircraft information

1.6.1. Generalidades || General

O modelo da BRM, o LAND AFRICA IMPALA é uma aeronave da categoria ultraleve, monomotor de dois lugares, de asa alta e trem triciclo fixo.

The BRM model, the LAND AFRICA IMPALA is an aircraft under the ultralight category, two-seater single-engine, high wing and fixed tricycle landing gear.

Com características semelhantes a outros modelos de ultraleve, o construtor nacional BRM, Construções Aeronáuticas Lda., com sede em Sintra, desenvolveu e fabricou o Land Africa, que é maioritariamente empregue em voos de recreio e instrução, tendo produzido até 2020 cerca de 300 aeronaves.

With similar characteristics to other ultralight models, the national builder BRM, Construções Aeronáuticas Lda., based in Sintra, Portugal, developed and manufactured the Land Africa, mainly used for recreational and instructional flights, having produced about 300 aircraft until 2020.

O fabricante obteve a necessária aprovação para o fabrico da aeronave pela autoridade nacional, à data INAC, cumprindo com o Regulamento No. 164/2006 relativo à construção, certificação e operação de aeronaves ultraleves por complemento aos Decreto-Lei No. 238/2004 e 283/2007.

O fabricante possibilita a aquisição da aeronave pronta para voo, semi-acabada ou em kit.

Devido às características de descolagem e aterragem curtas (STOL), a aeronave permite um leque alargado de operações, levando os seus proprietários a adaptar o modelo às suas necessidades de operação e gostos pessoais.

The manufacturer obtained the necessary approval by the national authority (INAC) for serial production, complying with Regulation No. 164/2006 on the construction, certification and operation of ultralight aircraft following Decree-Law No. 283/2004 and 283/2007.

The manufacturer allows the aircraft acquisition ready for flight, quick-built option or in kit.

Due to the short take-off and landing characteristics (STOL), the aircraft allows a wide range of operations, leading its owners to adapt the model to their operating and personal needs.

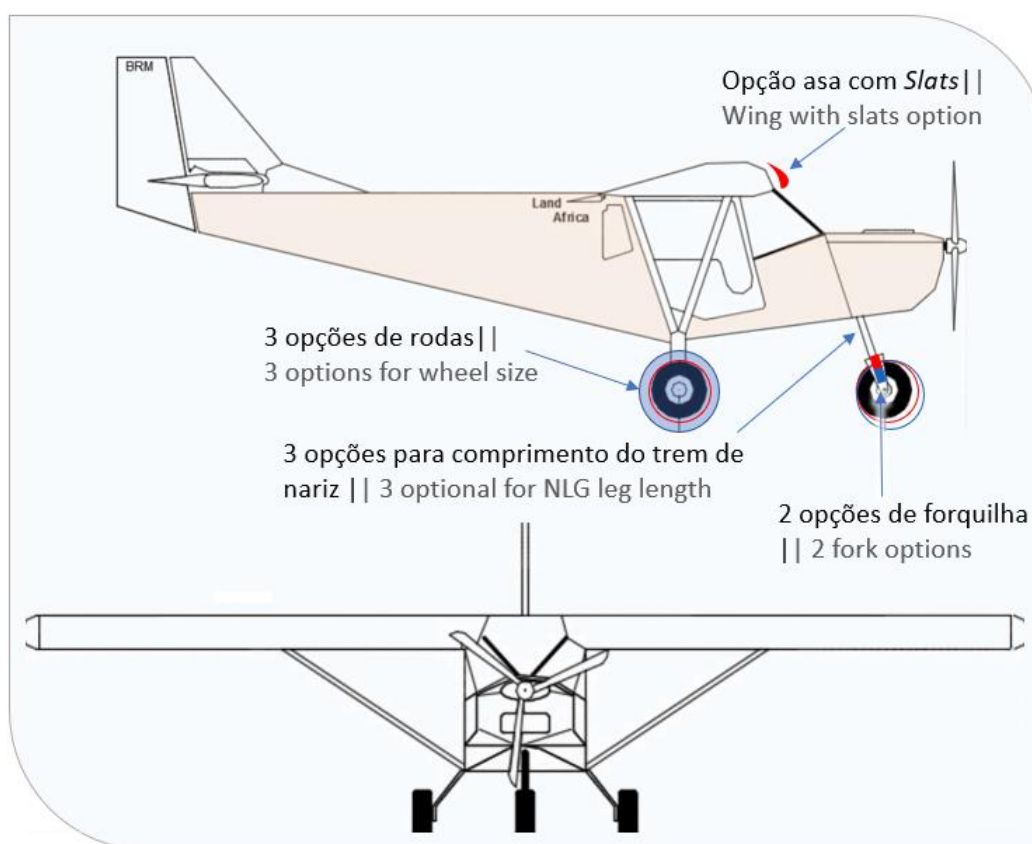


Figura 3 | | Figure 3

Opções de configuração do trem de aterragem | | Landing gear configuration options

Para além das habituais opções de motorização, o fabricante propõe duas opções de asa e várias opções para a configuração dos trens de aterragem com três modelos de rodas e três tamanhos de pernas para o trem de nariz.

In addition to the usual engine options, the manufacturer offers two wing options and several landing gear configurations, with three wheel model options and three nose leg sizes.

1.6.2. Trem de aterragem || Landing gear

O trem de aterragem do Land Africa é do tipo triciclo, fixo, composto por duas pernas principais constituídas por uma barra fletora única em alumínio usada como sistema de amortecimento. O trem de nariz é direcionável por comando dos pedais conectados à perna tubular rígida em aço.

A perna do trem de nariz dispõe de um sistema de amortecimento recorrendo a um elástico para possibilitar alguma liberdade vertical ao conjunto.

Para além das várias dimensões da perna do trem de nariz, existem duas configurações possíveis para a forquilha.

The Land Africa landing gear is a non-retractable tricycle, consisting of two main legs, built from a flex aluminum block used as shock absorber system. The nose gear steerable by the rudder pedals is connected to the rigid steel tubular nose leg.

The nose gear leg has a cushioning system using a bungee (elastic band) to allow some vertical play to the set.

In addition to the various nose gear leg dimensions, there are two possible fork configurations.

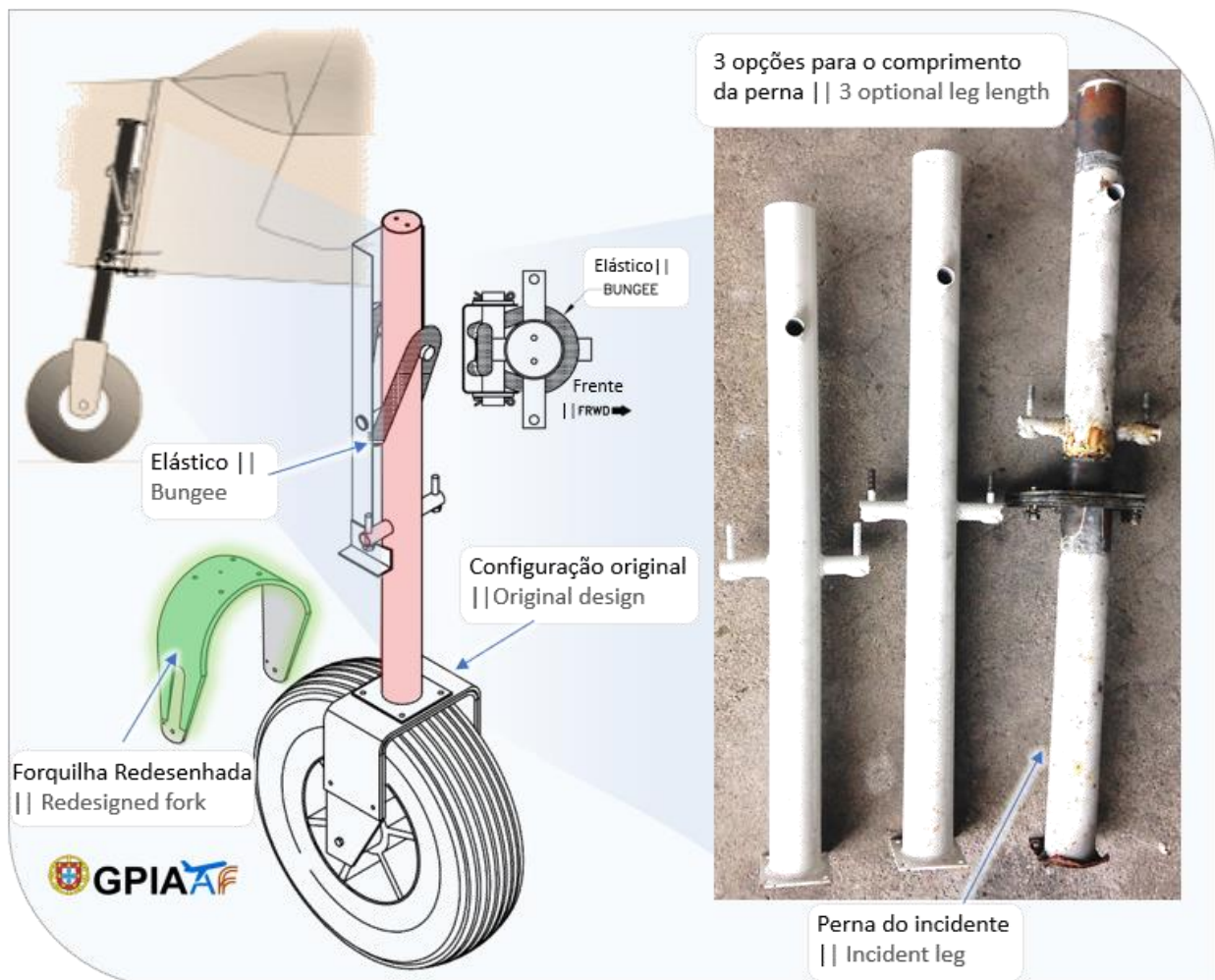


Figura 4 || Figure 4
 Sistema de trem de aterragem do nariz || Nose landing gear system

Não foram encontrados registos de inspeções anteriores de qualquer dos componentes

There were no records of previous inspections of any of the components affected in the incident.

afetados no incidente. O manual de operação e manutenção refere a necessidade de uma inspeção visual a cada 25 horas aos trens de aterragem, verificando o elástico no trem de nariz e os pontos de fixação do trem principal.

The operation and maintenance manual refers the need for a visual inspection every 25 hours to the landing gear, by checking the elastic damper (bungee) of the nose gear and the anchor points of the main landing gear.

1.6.3. Aprovação do modelo e autorização de voo || Model approval and Flight permit

O Decreto-Lei n.º 238/2004 revisto pelo 283/2007, refere no seu artigo 37.º que o fabrico nacional de aeronaves ultraleves (UL) para fins comerciais deve respeitar as condições definidas em regulamento complementar, para o efeito o Regulamento n.º 164/2006, de suporte técnico ao referido Decreto-Lei. No artigo 8.º do referido Regulamento são definidas as condições para a aprovação do projeto e modelo UL para fabrico em série, onde o construtor deverá apresentar um conjunto de informações, incluindo o projeto do trem de aterragem conforme ponto (j) do Regulamento.

The Decree-Law no. 238/2004 reviewed by 283/2007, in its article 37, states that the national manufacture of ultralight (UL) aircraft for commercial purposes must comply with the conditions defined in complementary regulation, for this purpose Regulation no. 164/2006, for technical support to the said Decree-Law. In article 8 of the mentioned Regulation the conditions for the approval of the UL model and design for series manufacture are defined, where the builder must present a set of information, including the design of the landing gear according to point (j) of the Regulation.

O referido Regulamento não menciona qualquer requisito técnico, padrão internacional ou norma de aprovação da lista de documentos a evidenciar para obtenção da aprovação do modelo.

The said Regulation does not mention any technical requirement, international standard or approval standard for the documents list to be evidenced in order to obtain the model approval.

O fabricante não forneceu à investigação, alegadamente por não existirem, os parâmetros de projeto estrutural do trem de aterragem do modelo da aeronave em nenhuma das suas versões (dimensões).

The manufacturer did not provide the investigation with the aircraft model landing gear structural design parameters, allegedly because they do not exist for any of its versions (dimensions).

Foi constatado que o trem de nariz foi substituído em dezembro de 2014, desconhecendo-se os motivos de tal substituição. Foram estimadas 994 aterragens desde a referida substituição. Os dados dos principais componentes são os seguintes:

It was found that the nose gear was replaced in December 2014, the reasons for such replacement are unknown. The number of 994 landings was estimated since the mentioned replacement. The main component data follows:

Referência Reference	Aeronave Airframe	Motor Engine	Hélice Propeller
Fabricante Manufacture	BRM – CONSTRUÇÕES AERONÁUTICAS, LDA	BRP-Rotax GmbH & Co KG	FITI DESIGN S.R.O.
Tipo/Modelo Type/Model	LAND AFRICA IMPALA	912 UL	FITI ECO COMPETITION
N.º de Série Serial Nr	0167/912ULS/10-LA	4409905	3LR0158VEQ35/2012
Ano de construção Year of construction	2010	-	-
Tempo desde Novo TSN	1199:53 H	1199:53 H	692:18 H
Tempo desde última inspeção TSLI	84:48 H	84:43 H	84:48 H
Data da última Inspeção Last Insp. Date	2015-06-02	2015-06-02	2015-06-02

A autorização de voo da aeronave foi renovada pelo INAC em novembro de 2014.

The aircraft permit to fly was renewed on November 2014 by INAC.

1.7. Informação meteorológica || Meteorological information

No local e hora do incidente, de acordo com a informação meteorológica disponível para o aeroporto de Santa Maria (LPAZ), o céu apresentava-se com algumas nuvens a 600 pés, a visibilidade horizontal era superior a 10km, uma temperatura do ar de 25°C para um ponto de orvalho de 22°C, o vento soprava moderadamente (8/9 nós) de Sudoeste (230°/240°) e a pressão atmosférica de 1021hPa.

At the site and time of the incident, according to the available weather information for Santa Maria airport (LPAZ), the sky had few clouds at 600 feet, horizontal visibility was 10km or more, an air temperature of 25°C for a dew point of 22°C, the recorded wind was 8 to 9 kt, Southwest (230°/240°) and the atmospheric pressure of 1021hPa.

METAR/SPECI de LPAZ, Santa Maria Acores (Portugal).

SA 19/07/2015 19:30-> METAR LPAZ 191930Z 24008KT 9999 FEW006 SCT013 24/22 Q1021=

SA 19/07/2015 19:00-> METAR LPAZ 191900Z 23008KT 9999 FEW006 SCT013 24/22 Q1021=

SA 19/07/2015 18:30-> METAR LPAZ 191830Z 24009KT 9999 FEW006 SCT013 25/22 Q1021=

SA 19/07/2015 18:00-> METAR LPAZ 191800Z 24008KT 9999 FEW006 SCT013 25/22 Q1021=

1.8. Ajudas à navegação || Aids to navigation

Não aplicável.

Not applicable.

1.9. Comunicações || Communications

Durante o voo foram mantidas comunicações bilaterais normais com o CTA de Santa Maria, as quais foram transcritas das respetivas gravações pelos serviços da NAV Portugal.

During the flight, normal bilateral communications were maintained with Santa Maria ATC, which were transcribed from the respective recordings by NAV Portugal services.

1.10. Informação do aeródromo || Aerodrome information

O aeroporto de Santa Maria é dotado de uma pista certificada permitindo a operação sob regras de voo visual e voo por instrumentos, com as dimensões de 3048 x 60 metros a uma elevação de 283 pés.

Santa Maria airport is equipped with a certified runway for both visual and instrument flight rules, with dimensions of 3048 x 60 meters at 283 feet height.

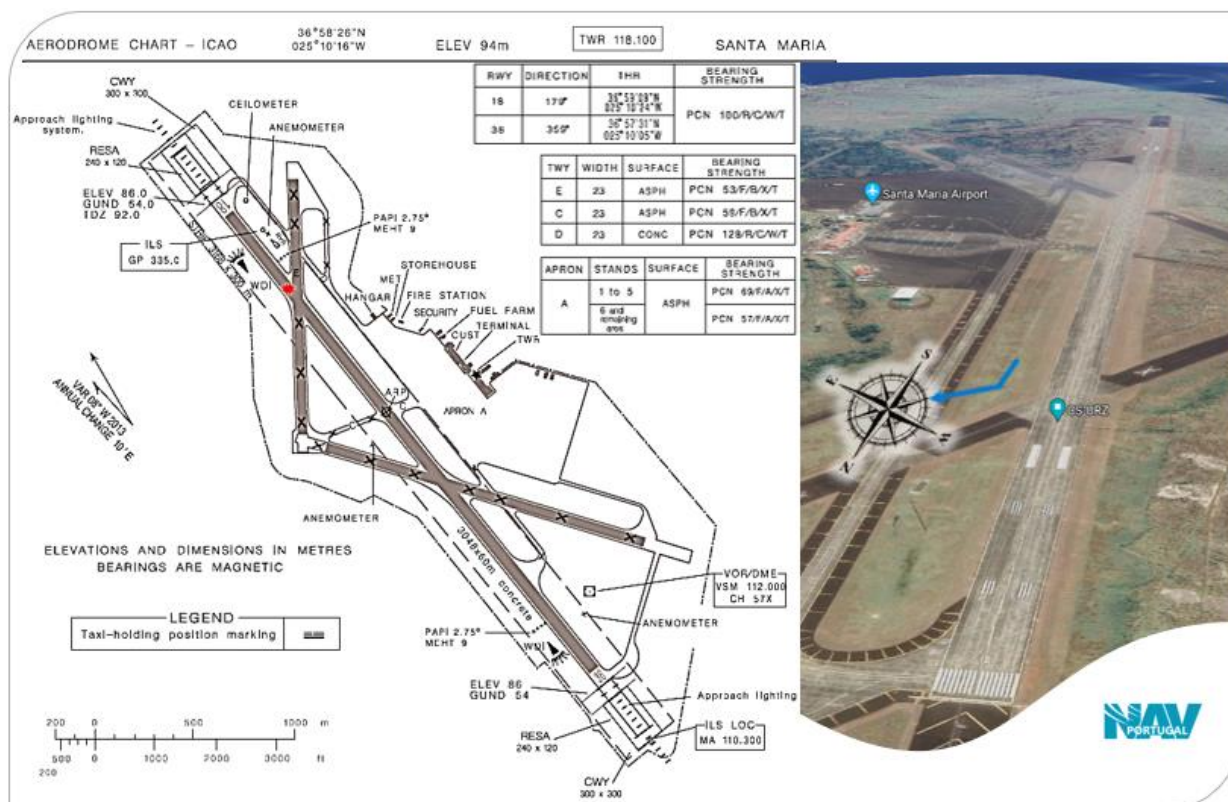


Figura 5 || Figure 5

Santa Maria - LPAZ || Santa Maria - LPAZ

1.11. Gravadores de voo || Flight recorders

A aeronave envolvida no incidente não estava equipada com registadores de dados de voo nem tal era requerido.

The incident aircraft was not equipped with flight recorders nor was it required.

1.12. Destroços e informação sobre os impactos || Wreckage and impact information

Não aplicável.

Not applicable.

1.13. Informação médica e patológica || Medical and pathological information

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

There is no evidence of any crew medical condition that may negatively influenced the occurrence.

1.14. Fogo || Fire

Não houve incêndio.

There was no fire.

1.15. Aspectos de sobrevivência || Survival aspects

A aterragem dura não provocou deformações na estrutura primária da aeronave, garantindo a segurança do ocupante que usava os cintos de segurança de quatro pontos.

The hard landing event did not cause deformations on the aircraft primary structure, preserving the occupant that was wearing the four-point safety belt.

1.16. Ensaios e Pesquisas || Tests and Research

Foram recolhidos e analisados dados dos componentes constituintes da perna do trem de nariz de várias aeronaves acidentadas do mesmo modelo. Os achados foram debatidos com o fabricante, relativos às condições de projeto do trem de nariz.

Data was collected and analysed from the nose gear leg constituent components regarding several same model crashed aircraft. The findings on the nose landing gear structural design were discussed with the manufacturer.

1.17. Informação sobre organização e gestão || Organizational and management information

O voo de instrução enquadrava-se num curso de instrução de pilotagem de aeronaves ultraleves na categoria multi-eixo avançado MEA. O curso era da responsabilidade da escola de pilotagem AeroDreams, uma organização de formação de pilotos de ultraleve aprovada pelo INAC, com sede em Sintra e base de operação no aeródromo do Alqueidão-UL. Para ministrar o curso na ilha de Santa Maria, a escola contava com uma parceria de uma associação local, a WeFly que promoveu e organizou o referido curso na ilha, tendo um dos seus fundadores e proprietário da aeronave, como responsável pela sua manutenção e aptidão para o voo.

The instruction flight was part of a pilot training course for ultralight aircraft in the advanced MEA category. The course was under AeroDreams training organization responsibility, a training organization for ultralight pilots approved by INAC, with headquarters in Sintra and base of operation at the Alqueidão-UL aerodrome. To perform the training on Santa Maria island, the school established a partnership with a local association, WeFly, which promoted and organized the training on the island, having one of its founders and owner of the aircraft, as responsible for its maintenance and flight condition.

1.18. Informação adicional || Additional information

1.18.1. Incidentes semelhantes com o modelo Land Africa || Land Africa incidents showing similarities

A investigação reuniu informação de eventos semelhantes com o modelo Land Africa com falha estrutural do trem de nariz.

São detalhados dois desses eventos com informação factual adicional recolhida em processos de investigação dedicados, que se consideram encerrados com o presente relatório.

The investigation gathered information from similar events with the Land Africa model with structural nose gear failure.

Two of these events are detailed with additional factual information gathered on dedicated investigation processes, which will be considered closed with this report.

Data Date	Local Place	Matrícula Registration	Evento Event
05-05-2010	Águeda - PT	I-7563	A aeronave embateu na pista com elevada razão de descida o que provocou o colapso da perna do trem de nariz The aircraft hit the runway with a high rate of descent which caused the collapse of the nose landing gear.
29-11-2012	Bréandroim - IRL	EI-ECW	Na aterragem, o conjunto da roda do nariz falhou e a aeronave capotou num terreno macio imobilizando-se na posição invertida On landing, the nose wheel assembly failed and the aircraft pitched forward in soft ground and came to rest in an inverted position.
09-09-2014	Braga - PT	CS-UTK	Após uma aterragem normal e já na corrida de desaceleração, a roda de nariz cedeu devido a fratura da soldadura da perna à forquilha After normal landing and on the landing roll, the nose wheel failed due to fracture of the leg to the fork welding. (1.18.1.1)
24-05-2017	Limetree - IRL	EI-FMO	O impacto da roda de nariz com o solo, fez com que a forquilha fletisse para trás e fraturasse The nose wheel impacted the ground, causing its mounting fork to bend rearwards and break away.
22-07-2018	Bragança - PT	CS-UQM	A aterragem ocorreu com normalidade e sem qualquer ressalto, contudo a fratura da ligação da perna à forquilha levou a aeronave a baixar o nariz permitindo o toque da hélice com o solo Landing was normal and without any bounce, however a leg to the fork fracture led the aircraft to lower the nose allowing the propeller to touch the ground. (1.18.1.2)

Tabela I: Incidentes semelhantes || **Table I:** Incidents showing similarities

Nota: Os dados acima representam apenas os eventos com processo de avaliação ou investigação após comunicação dos eventos às autoridades e têm como fator comum a cedência do trem de nariz, com ou sem cargas excessivas envolvidas na aterragem. É provável que tenham existido no passado outros eventos semelhantes não reportados.

Note: The data above represents only the events with an evaluation or investigation process after the events being reported to the authorities and they all have in common the NLG failure, with or without excessive landing loads. It is likely that there have been other similar events in the past that were not reported.

1.18.1.1. CS-UTK a 09 de setembro 2014 || CS-UTK on September 09th 2014 (GPIAA – Proc. N.º 26/INCID/2014)

A 09 de setembro de 2014 às 11:45 UTC, a aeronave modelo Land Africa, de matrícula CS-UTK, efetuou uma aterragem normal no Aeródromo de Braga (LPBR). Logo após o toque e no início da corrida de desaceleração, a forquilha da roda de nariz cedeu devido a fratura na ligação à perna, provocando danos na hélice, na parte inferior do capot do motor e ponta da asa direita.

On September 9th, 2014 at 11:45 UTC, the Land Africa aircraft, registration CS-UTK, performed a normal landing at Braga Aerodrome (LPBR). Just after the touchdown, and when initiating the landing run, the nose wheel fork to leg failed due to fracture, damaging the propeller, the lower engine cowl and right-wing tip.



Figura 6 || Figure 6

Evento aeronave CS-UTK || CS-UTK aircraft event

1.18.1.2. CS-UQM a 22 de julho 2018 || CS-UQM July 22nd 2018 (GPIAAF – Proc. N.º 17/AVAL/2018)

A 22 de julho de 2018 às 12:05 UTC, a aeronave modelo Land Africa, de matrícula CS-UQM, após descolagem na pista 02 de Bragança (LPBG), realizou dois circuitos com toca-e-anda. Quando efetuava o terceiro toca-e-anda, a aterragem decorreu com normalidade, até à roda do trem de nariz tocar na pista. Nesse momento, o trem cede por completo, perdendo o conjunto da roda e forquilha, mantendo-se assente na perna

On July 22nd, 2018 at 12:05 UTC, the Land Africa aircraft, registration CS-UQM, after runway 02 take-off at Bragança (LPBG), performed two touch-and-go. When making the third touch-and-go, the landing proceeded normally, until the nose gear wheel touched the runway. At that moment, the gear fails completely, losing the wheel and fork assembly, standing on the nose gear leg and over two propeller blades. The

do trem e em duas pás da hélice. A aeronave imobiliza-se poucos metros à frente com danos no trem de nariz, e hélice.

aircraft stopped few meters ahead with damage on the nose gear and propeller.



Figura 7 || Figure 7

Evento aeronave CS-UQM || CS-UQM aircraft event

1.18.2. Modificações introduzidas pelo fabricante no trem de nariz || Nose landing gear manufacturer introduced modifications

Conforme referido em 1.6.2, o fabricante disponibiliza uma opção de forquilha com forma de U (raio único), em vez da forquilha com dois ângulos de 90°. A manufatura desta configuração de forquilha foi iniciada em 2016 pela BRM.

Segundo informação verbal do fabricante, os testes de carga realizados neste modelo em U suportam cargas superiores à configuração original.

Apesar de se ter demonstrado que esta configuração em U permite uma maior flexibilidade do conjunto, e os dados de incidentes disponíveis demonstrarem uma redução de eventos de falha com esta configuração, o fabricante continua a disponibilizar o modelo original, se tal for escolhida pelo operador.

No debate com o fabricante, este propôs-se a

As mentioned in 1.6.2, the manufacturer offers a U-shaped fork (single radius) option, instead of the fork with two 90° angles. The manufacture of this fork configuration started in 2016 by BRM.

According to manufacturer verbal information, the load tests carried out on this U model withstand higher loads than the fork's original configuration.

Although it has been shown that this U configuration allows greater flexibility of the assembly, and the available incident data demonstrate a reduction of failure events with this configuration, the manufacturer continues to offer the original model, if chosen by the operator.

During the discussion, the manufacturer

estudar um desenho de ligação da forquilha à perna com distribuição de cargas por dois elementos, fazendo uso do conceito *Fail-safe*, com a instalação de um reforço interno através de um tubo e duplicando a flange de ligação. Em caso de falha de uma das peças, a outra garantia a integridade do conjunto sem colocar a aeronave em risco.

proposed to study a fork to the leg connection design with load distribution by two elements, making use of the Fail-safe concept, with the installation of an internal reinforcement through a tube and doubling the connection plate. In the event of a single part failure, the other ensures the assembly integrity, without jeopardizing the aircraft safety.

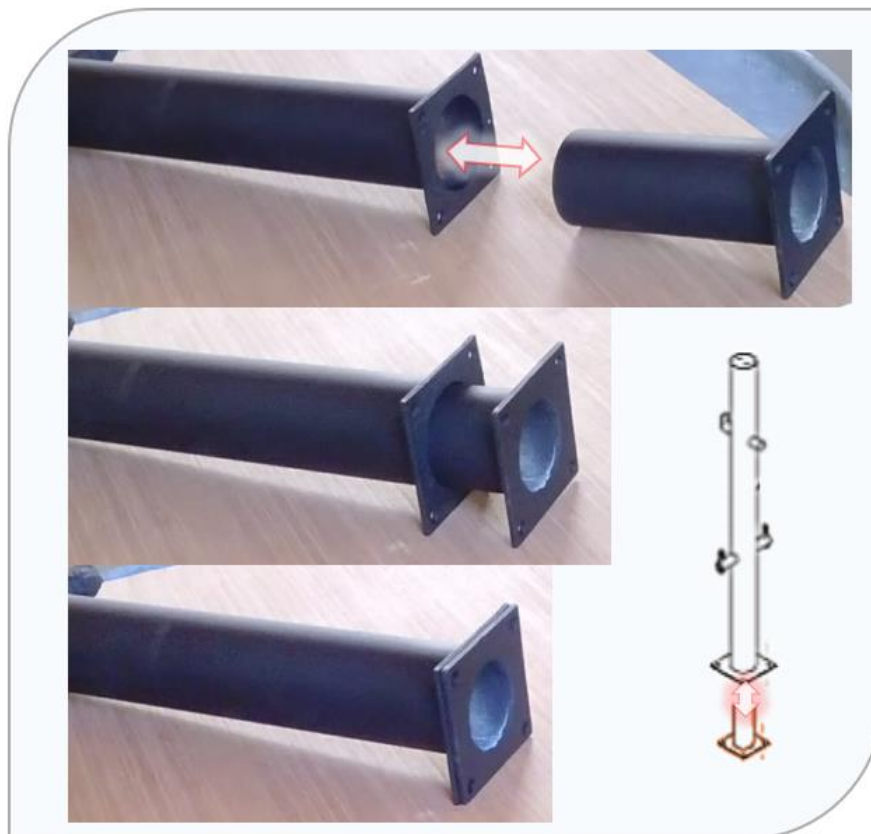


Figura 8 || Figure 8

Sistema *fail-safe* ligação perna Forquilha em estudo || Leg to fork assembly Fail-safe system under evaluation

A BRM declarou que iria implementar a modificação *fail-safe* nas aeronaves construídas a partir de janeiro de 2019. No entanto, mais tarde, após reavaliação considerou que a forquilha em U era suficientemente robusta e que não se tornava necessário o reforço interno.

BRM stated that it would implement the fail-safe modification in aircraft built from January 2019. However, after reevaluation, it later considered that the design of the U-shape fork was sufficiently robust and the internal reinforcement was not necessary.

1.19. Técnicas de investigação úteis ou eficazes || Useful or effective investigation techniques

Não foram utilizadas quaisquer técnicas especiais de investigação.

No special investigative techniques were used.

Página intencionalmente em branco || Page intentionally left blank

2. ANÁLISE || ANALYSIS

2.1. Projeto do trem de nariz || Nose landing gear design

O projeto de uma aeronave e seus sistemas constituintes é realizado segundo padrões técnicos e especificações desenvolvidas e desenhadas por forma a garantirem uma operação segura. Este processo de aprovação e validação dos projetos é realizado tanto para aeronaves certificadas como para aeronaves sem certificado tipo, seguindo naturalmente critérios e padrões diferenciados.

O conjunto de normas de validação dos conceitos aeronáuticos aceites pelas principais autoridades de aprovação (FAA, EASA, CASA, CAA, LBA, etc.) são as normas ASTM (American Society for Testing and Materials).

Em particular, a norma F2245 de 2004 e subsequentes revisões, define as especificações padrão de projeto e performance para aeronaves ultraleves, dedicando o subcapítulo 5.8 à definição das condições de carga em solo.

São aí estabelecidas as condições e comportamentos espectáveis para os subconjuntos dos trens de aterragem, onde um dos parâmetros determinante para calcular o fator de carga nas rodas é a eficiência do sistema do amortecedor incorporado.

O fator de carga nas rodas, n_j , pode ser calculado da seguinte forma:

$$n_j = \frac{h + \frac{d}{3}}{ef \times d}$$

Sendo, h = altura da queda = $1,32 * \sqrt{\left(\frac{\text{massa}}{\text{área alar}}\right)}$

d = deslocamento total do amortecedor,

ef = eficiência do amortecedor ou

$ef \times d = 0,5 \times d$ para sistema de amortecimento por borracha ou mola (sistema não hidráulico).

No mesmo documento são definidas as restantes condições de validação de conceito para os trens como as cargas laterais ou os ângulos de toque na pista para validação da geometria dos trens de aterragem em desenvolvimento (ref. parágrafo 5.8.1 e figuras

The aircraft design including its constituent systems is achieved following technical standards and specifications developed and established in order to assure a safe operation. This project approval and validation process is carried out for both certified and non-certified aircraft, naturally following different criteria and standards.

The validation standards and norms for the aeronautical concepts accepted by the main approval authorities (FAA, EASA, CASA, CAA, LBA, etc.) are the ASTM (American Society for Testing and Materials) standards.

In particular, the 2004 standard F2245 and consequent revisions, defines the standard specifications for design and performance of a light sport airplane, dedicating subchapter 5.8 to the definition of ground load conditions.

On that subchapter it is defined the expected conditions and behaviours for the landing gear subassemblies, where one determining parameter for the wheels load factor calculation is the elected shock absorber system efficiency.

The load factor on the wheels, n_j , may be computed as follows:

$$n_j = \frac{h + \frac{d}{3}}{ef \times d}$$

With, h = drop height = $1,32 * \sqrt{\left(\frac{\text{mass}}{\text{wing area}}\right)}$

d = total shock absorber travel

ef = shock efficiency or

$ef \times d = 0,5 \times d$ for tire and rubber or spring shocks (non-hydraulic system).

In the same document, other landing gear concept validation conditions are defined, such as lateral loads or runway touch-down angles to validate the landing gears geometry under development (ref. paragraph 5.8.1 and following figures).

seguintes).

Conforme ilustrado na figura 9, os ângulos e braços nas configurações dos trens de nariz encontradas são díspares, levando a resultados distintos de esforços no próprio trem e a características de manuseio da aeronave também elas substancialmente diferentes.

As shown in figure 9, the found nose gear configuration angles and length are dissimilar, leading to different stress on the gear itself and in a substantially different aircraft handling characteristics.

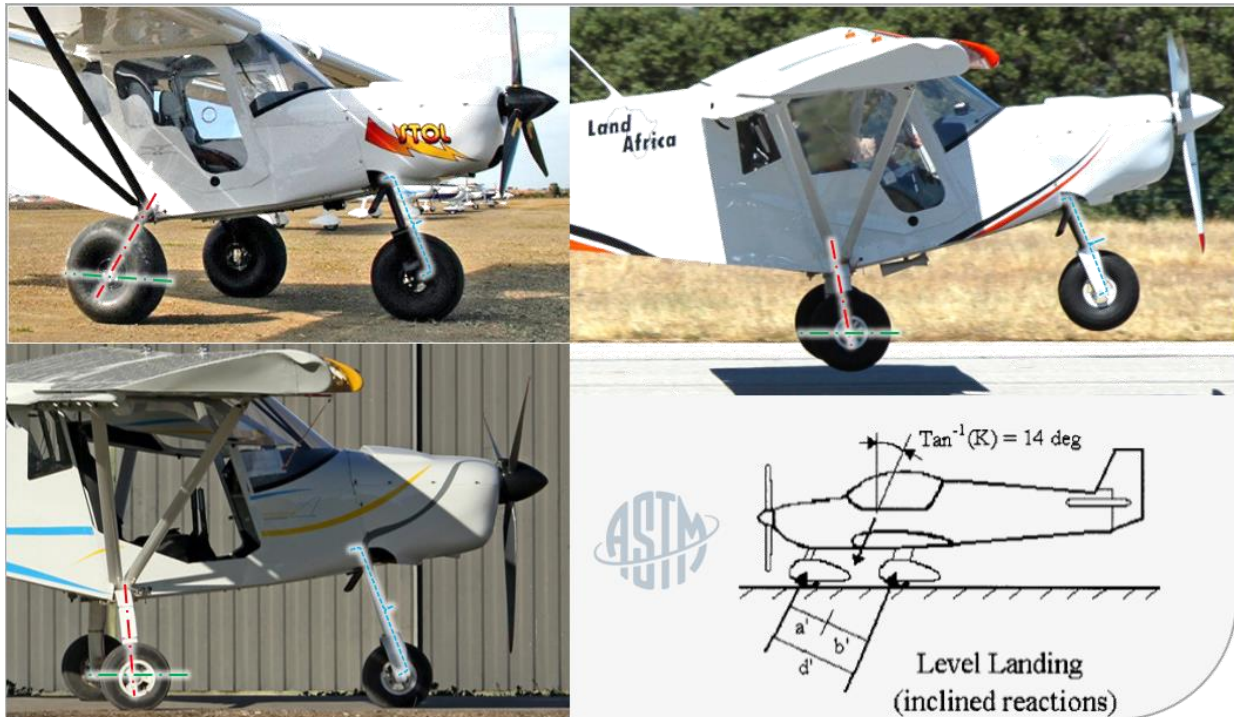


Figura 9 || Figure 9

Três configurações de trem de aterragem || Three landing gear configuration

O cumprimento dos requisitos de projeto para a aeronave deve ser determinado por análises conservativas ou testes, ou a combinação de ambos e não deixados ao acaso ou ao gosto do proprietário. A variedade de configurações de trens de aterragem encontrada no modelo, indiciam uma falta de controlo de parâmetros de projeto.

The fulfilment of the design requirements for the aircraft shall be determined by conservative analysis, or tests, or a combination of both and not left to the owner's desires. The diversity of landing gear configurations found in the model, indicate a lack of control of design parameters.

Não foi evidenciado à investigação que qualquer uma das configurações ou combinações de trens de aterragem cumpra com a referida norma ASTM ou outra referência técnica de validação de conceito.

It has not been evidenced to the investigation that any of the landing gear configurations or combinations complies with the aforementioned ASTM norm or other technical reference for concept validation.

As diversas falhas observadas, tenham elas origem ou resultem de eventuais limites de carga excedidos por aterragens duras ou, pela operação normal da aeronave, demonstram fragilidades de projeto ao observarmos o ponto

The several observed failures, whether they originate or result from possible load limits exceedance by hard landings or, due to the normal aircraft operation, evidence design weaknesses when observing the assembly

de falência do conjunto.

O conjunto forquilha-perna do trem de construção em aço cromo-molibdênio, ligados por soldadura, provaram ser o elemento fusível, em todos os eventos, provavelmente devido à concentração de tensões no processo de soldadura com adição de material.

Foram ainda observados sinais de fadiga de material na mesma ligação da perna à forquilha em um dos casos analisados, não sendo de excluir semelhante fenómeno no eixo do trem de nariz.

failure spot.

The chromium-molybdenum steel construction fork to leg assembly of the nose gear, assembled by welding proved to be the weakest/fuse element in all events, probably due to the stress concentration during the welding process with material addition.

Material fatigue signs were also observed in the same parts (leg to fork assembly) in one of the analysed cases. Similar phenomenon in the nose gear axel cannot be ruled out.



Figura 10 || Figure 10

Ponto de rotura da perna NLG (CS-UQM) || NLG leg breaking point (CS-UQM)

2.2. A manobra de aterragem e as limitações da aeronave || The landing manoeuvre and the aircraft limitations

De acordo com as especificações do fabricante, o modelo LAND AFRICA IMPALA tem como valor aconselhado de vento cruzado 35 km/h ou aproximadamente 18 nós.

O manual de operação não refere, nem o fabricante esclareceu se o valor indicativo para a componente de vento cruzado se refere a um valor demonstrado ou a um valor teórico estimado.

No momento da aterragem, foi reportado pela torre de controlo do aeroporto vento de 230°

According to the manufacturer's specifications, the LAND AFRICA IMPALA model has a recommended crosswind value of 35km/h, approximately 18 kt.

The operation manual does not mention, nor did the manufacturer clarify whether the indicative value for the crosswind component refers to a demonstrated value or an estimated theoretical value.

At the time of landing, it was reported by the airport control tower a 230° wind with 10 kt.

com 10 nós. Quando calculado o desfasamento de 50° para a direita com o eixo da pista, obtemos uma componente de vento cruzado com cerca de 8 nós, valor que representa menos de metade do valor máximo referido pelo fabricante.

Não sendo relevante para o desfecho do evento, é referido no manual de operações da escola, a componente máxima de vento cruzado para alunos em categorias multi-eixo avançado (MEA) num voo solo é de 5 nós, valor que terá sido ultrapassado no momento do incidente.

Os fatores de instabilidade atmosférica são um aspeto relevante na condução de qualquer voo em qualquer tipo de aeronave e assumem particular relevância em aeronaves de pequeno porte. Se este fator for complementado com um piloto com pouca experiência de voo em aprendizagem das técnicas de controlo da aeronave em condição não ideais, o resultado do processo de aprendizagem por tentativa e erro tenderá a ter resultados menos positivos como por exemplo, aterragens duras ou saídas de pista.

O aluno-piloto estava a realizar o primeiro voo do dia a solo após a saída da aeronave do seu instrutor. A consequente redução de massa da aeronave e alteração do comportamento dinâmico e performance da mesma, leva a que os comandos fiquem mais sensíveis e responsivos.

When calculating the 50° offset by right with the runway axis, we obtain a cross wind component with about 8 kt, a value that represents less than half of the maximum value referred by the manufacturer.

Not being relevant to the event, is mentioned in the school's operations manual, the maximum cross wind component for student-pilots in advanced ultralights (MEA) categories on a solo flight is 5 kt, value that was probably exceed at the time of the incident.

Atmospheric instability factors are a relevant aspect in the conduct of any flight on any type of aircraft and are particularly relevant in small aircraft. If this factor is complemented with a student-pilot with little flight experience and still learning the aircraft control techniques, in non-ideal conditions, the result of the trial and error learning process will tend to have less positive results such as hard landings or runway excursions.

The student-pilot was conducting the first solo flight of the day after his instructor had left the aircraft. The consequent reduction in the aircraft's mass and its dynamic behaviour and performance change, increases the flight controls sensitiveness and responsiveness.

3. CONCLUSÕES || CONCLUSIONS

3.1. Constatações da investigação || Investigation findings

Dos factos apurados na investigação pode concluir-se que:

O aluno-piloto estava devidamente licenciado para realizar o voo de instrução,

O aluno-piloto contava com uma limitada experiência de voo, com um total de 28 horas,

Os registos de manutenção indicaram que foram realizadas ações de manutenção na aeronave de forma regular, contudo, o nível de detalhe dos registos não permite aferir se os componentes falhados foram devidamente inspecionados,

Não foi possível determinar se pré-existiam danos nas diferentes peças que falharam nas diferentes aeronaves avaliadas pela investigação e que possam ter contribuído para os respetivos incidentes,

A resistência estrutural dos componentes do trem de nariz do modelo foi excedida, seja por condição de fadiga e consequente fragilização ou, por carga estática excedida no momento dos incidentes nos eventos analisados,

Não foram demonstrados pelo fabricante os parâmetros de projeto que suportem a integridade estrutural do conjunto do trem de nariz do modelo, nas versões da aeronave disponíveis no mercado,

Foi ultrapassado o valor máximo da componente de vento cruzado estabelecido pela escola para que o aluno-piloto pudesse realizar o voo a solo.

From the established facts in the investigation, it can be concluded that:

The student-pilot was properly licensed to conduct the training flight,

The student-pilot had a limited flight experience, 28 hours total time,

Maintenance records indicated that maintenance actions were performed on the aircraft on a regular basis, however, the level of detail in the records does not allow to assess whether the failed components had been properly inspected,

It was not possible to determine if there were pre-existent damage on the failed parts in the different aircraft evaluated by the investigation and that may have contributed to the respective incidents,

The structural strength of the model's nose landing gear components was exceeded, either due to fatigue precondition and consequent weakening or, due to static load exceedance at the time of the incidents, over the analyzed events,

The design parameters that support the structural integrity of the model nose gear assembly, for the commercially available aircraft versions, were not demonstrated by the manufacturer,

The maximum crosswind component for which the student-pilots could perform a solo flight, was exceeded.

3.2. Causas/fatores contributivos || Causes/contributing factors

3.2.1. Causas prováveis || Probable causes

A fratura do eixo da roda e consequente falha do sistema do trem de nariz, possivelmente em sequência de uma aterragem dura.

The wheel axle fracture and consequent failure of the nose gear system, possibly following a hard landing.

3.2.2. Fatores contributivos || Contributing factors

Foram considerados pela investigação os seguintes fatores contributivos para o incidente:

The following factors were considered as contributory factors for the incident:

Fragilidades no projeto do trem de aterragem de nariz, nomeadamente ao nível:

Weaknesses in the nose landing gear design, namely referring to:

- do sistema de fixação da forquilha e eixo não dispor de um sistema de “fail-safe”, atendendo ao tipo de construção por soldadura,
- da baixa eficiência do sistema de amortecimento de cargas (por elástico),
- da utilização de diversas configurações e tamanhos da perna, sem a devida análise de cargas mecânicas envolvidas na operação da aeronave.

- the fork and axle assembly system does not have a “fail-safe” system, given the welding construction type,
- the low efficiency of the shock absorber system (by bungee),
- different leg configurations and sizes usage, without proper analysis of the involved mechanical loads in the aircraft operation.

Não se exclui para uma possível aterragem dura um eventual contributo do efeito de vento cruzado no momento da aterragem, requerendo competências de pilotagem com correções de comandos, as quais o aluno-piloto, eventualmente, ainda não tinha adquirido.

A possible crosswind effect contribution to an eventual hard landing is not excluded, requiring piloting skills with flight controls corrections, which the student-pilot, eventually, had not yet acquired.

4. RECOMENDAÇÕES || RECOMMENDATIONS

Nesta secção são normalmente descritas as recomendações emitidas para mitigar as questões de segurança operacional identificadas durante a investigação.

O processo de investigação identificou um conjunto de fragilidades no projeto da aeronave e nos pressupostos que resultaram na aprovação do mesmo pela autoridade. Tais fragilidades devem ser analisadas e tratadas pelos diferentes intervenientes dentro das suas responsabilidades. Não se configura como eficaz a emissão de recomendações atendendo ao quadro regulatório da atividade e ao tipo de operação, contudo a investigação não pode deixar de comentar e alertar para os achados da investigação nas suas dimensões várias:

Aos fabricantes:

É essencial a devida divulgação pelos proprietários e operadores das limitações operacionais dos produtos, sejam eles componentes, motores ou a aeronave como um todo.

A recomendação número 08/2008 do GPIAAF à BRM, decorrente do processo de investigação ao acidente 24/ACCID/2015, refere a necessária revisão do documento denominado manual de operação e manutenção da aeronave, por ter sido considerado limitado no apoio aos pilotos para uma operação segura da aeronave.

As limitações da aeronave, a existirem, devem constar no manual de forma clara e inequívoca, assim como eventuais inspeções detalhadas a componentes, que a experiência demonstre que necessitam de um acompanhamento próximo pelos proprietários ou pilotos. Como exemplo, instruções detalhadas de inspeção à fixação da forquilha quanto a fissuras.

À Autoridade:

Conforme já por várias vezes evidenciado em processos de investigação anteriores, a regulamentação nacional relativa à construção, operação e licenciamento de aeronaves

This section usually describes the recommendations issued to address the safety issues identified in the investigation.

The investigation process identified a set of weaknesses in the model design and in the framework that led to its approval by the authority. Such weaknesses must be analysed and addressed by the different stakeholders within their responsibilities. The issuance of recommendations is not considered effective given the activity regulatory framework and type of operation. The investigation will however comment and raise the alert level for the investigation findings in its various dimensions:

To the manufacturers:

It is essential a proper disclosure to the owners and operators about the product operational limitations, whether they are components, engines or the aircraft as a whole.

GPIAAF recommendation number 08/2008 to BRM, resulting from the accident investigation process 24/ACCID/2015, refers the necessary revision of the document named aircraft's operation and maintenance manual, as it was considered limited in supporting pilots for safe aircraft operation.

The aircraft limitations, if any, should be clearly and unambiguously included in the manual, as well as any detailed inspections to components, which service experience shows that require close monitoring by owners or pilots. As an example, detailed instructions for inspections to the fork attachments for possible cracks.

To the Authority:

As repeatedly evidenced in previous investigation processes, the national regulations regarding ultralight aircraft construction, operation and licensing, by Decree-Law No.

ultraleves, pelos Decreto-Lei Nos. 238/2004 e 283/2007 com respetivo regulamento 164/2006, estão desajustados à atual realidade e necessidades da comunidade aeronáutica.

Tal enquadramento legal e técnico, por um lado, dificulta ou inviabiliza a obtenção de aprovação de projetos aeronáuticos pelos promotores, tendendo a uma estagnação dos poucos projetos nacionais neste domínio e, por outro lado e não menos importante, a ausência de referências a padrões técnicos nele existente para a validação de conceitos, influencia a qualidade final dos projetos, muitas vezes claramente fora dos padrões internacionais.

Aspetos similares suscitaram já no passado a emissão pelo GPIAAF das recomendações de segurança números PT.SIA 2018-09, PT.SIA 2018-10 e PT.SIA 2018-11, dirigidas à ANAC, as quais se encontram abertas por ausência de resposta.

As conclusões da presente investigação mais uma vez reforçam a necessidade de revisão dos referidos regulamentos, atendendo também as necessidades de adequada conceção, construção e validação de projetos de engenharia aeronáutica nacionais.

238/2004 and 283/2007 with regulation 164/2006, are outdated, not covering the aeronautical community needs.

Such a legal and technical framework makes it difficult or impossible to obtain the approval of aeronautical projects by their promoters, leading to the stagnation of the few national projects in this domain and, on other hand, the absence of technical standards or references for proof of concept, contributes negatively to the final projects quality, clearly away from the international standards.

For similar reasons that in past investigations resulted in GPIAAF issuing safety recommendations numbers PT.SIA 2018-09, PT.SIA 2018-10 e PT.SIA 2018-11, still in open status without answer from ANAC.

The present investigation conclusions reinforce once again the need for revision of the aforementioned regulations, also taking into account the needs for adequate design, manufacturing and validation of national aeronautical engineering projects.

Este relatório final foi homologado pelo diretor do GPIAAF, nos termos do n.º 3 do art.º 26.º, do Decreto-Lei n.º 318/99.

This final report was homologated by the director of the Portuguese SIA, as per article 26, no. 3, of Decree-Law no. 318/99.

A equipa de investigação.

The investigation team.

5.1 Comentários do OEM - BRM não adotados ou parcialmente adotados || OEM - BRM comments not adopted or partial adopted

Pag. #	Extrato do texto do proj. relatório	Motivo do comentário	Alteração proposta pela BRM	Posição e comentário do GPIAAF
	- N/A -	Não concordamos com a insinuação de que poderá haver falha no projeto do avião.	- Nenhuma -	De acordo com a secção 16.4 do Regulamento (UE) 996/2010 e secções 6.3 e 6.4 do Anexo 13 à Convenção de Chicago, o GPIAAF enviou o projeto de relatório procurando comentários das entidades envolvidas no evento, esperando o seu contributo devidamente justificado sobre eventuais erros factuais que o texto do projeto do relatório possa conter, como passo prévio à aprovação da versão final relatório. Neste processo de consulta, não são esperadas observações, opiniões, considerações, conclusões ou determinação de responsabilidades. No aspeto em apreço, seriam esperadas evidências que contrariassem as afirmações do relatório, nomeadamente cálculos justificativos, resultados de modelação FEM, etc..
	- N/A -	Não concordamos com a omissão de que a rotura da peça em causa acontece em várias fases ao longo do tempo, não apenas numa única pancada, o que indicia falta de inspeção prévia ao voo. Indício sustentado pelo reportado na figura 10 do relatório.	- Nenhuma -	Não adotado: O relatório menciona na página 27 <i>“Foram ainda observados sinais de fadiga de material na mesma ligação da perna à forquilha em um dos casos analisados, não sendo de excluir semelhante fenómeno no eixo do trem de nariz.”</i> Nas conclusões da página 29 é referido <i>“resistência estrutural dos componentes do trem de nariz do modelo foi excedida, seja por condição de fadiga e consequente fragilização ou, por carga estática excedida no momento dos incidentes nos eventos analisados,”</i> suportando não só a opinião e o comentário da BRM sobre a condição de fadiga, mas sobretudo a necessidade do fabricante desenvolver e detalhar instruções de inspeção. Detalhando em 1.6.2 é referido <i>“O manual de operação e manutenção refere a necessidade de uma inspeção visual a cada 25 horas aos trens de aterragem, verificando o elástico no trem de nariz e os pontos de fixação do trem principal.”</i> na página 31 <i>“As limitações da aeronave, a existirem, devem constar no manual de forma clara e inequívoca, assim como eventuais inspeções detalhadas a componentes, que a experiência demonstre que necessitam de um acompanhamento próximo pelos proprietários ou pilotos. Como exemplo, instruções detalhadas de inspeção à fixação da forquilha quanto a fissuras.”</i> Não foi encontrada qualquer referência no manual sobre necessidade de inspecionar a ligação da forquilha “antes de cada voo”.



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

Praça Duque de Saldanha, 31, 4.º - 1050-094 Lisboa
www.gpiaaf.gov.pt – geral@gpiaaf.gov.pt

2020