

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-004/CENIPA/2022

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PT-UPG
MODELO:	EMB-202
DATA:	14JAN2022



ADVERTÊNCIA

Em consonância com a Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986, Artigo 86, compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER): planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes aeronáuticos.

A elaboração deste Relatório Final, lastreada na Convenção sobre Aviação Civil Internacional, foi conduzida com base em fatores contribuintes e hipóteses levantadas, sendo um documento técnico que reflete o resultado obtido pelo SIPAER em relação às circunstâncias que contribuíram ou que podem ter contribuído para desencadear esta ocorrência.

Não é foco da Investigação SIPAER quantificar o grau de contribuição dos fatores contribuintes, incluindo as variáveis que condicionam o desempenho humano, sejam elas individuais, psicossociais ou organizacionais, e que possam ter interagido, propiciando o cenário favorável ao acidente.

O objetivo único deste trabalho é recomendar o estudo e o estabelecimento de providências de caráter preventivo, cuja decisão quanto à pertinência e ao seu acatamento será de responsabilidade exclusiva do Presidente, Diretor, Chefe ou correspondente ao nível mais alto na hierarquia da organização para a qual são dirigidos.

Este Relatório Final foi disponibilizado à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) para que as análises técnico-científicas desta investigação sejam utilizadas como fonte de dados e informações, objetivando a identificação de perigos e avaliação de riscos, conforme disposto no Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR).

Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade no âmbito administrativo, civil ou criminal; estando em conformidade com o Appendix 2 do Anexo 13 "Protection of Accident and Incident Investigation Records" da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro por meio do Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946.

Outrossim, deve-se salientar a importância de se resguardarem as pessoas responsáveis pelo fornecimento de informações relativas à ocorrência de um acidente aeronáutico, tendo em vista que toda colaboração decorre da voluntariedade e é baseada no princípio da confiança. Por essa razão, a utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, além de macular o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal, pode desencadear o esvaziamento das contribuições voluntárias, fonte de informação imprescindível para o SIPAER.

Conseqüentemente, o seu uso para qualquer outro propósito, que não o de prevenção de futuros acidentes aeronáuticos, poderá induzir a interpretações e a conclusões errôneas.

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-UPG, modelo EMB-202, ocorrido em 14JAN2022, tipificado como [SCF-NP] “Falha ou mau funcionamento de sistema/componente”.

Durante um voo de aplicação de defensivos agrícolas, a aeronave perdeu a semiasa esquerda e colidiu contra o solo, em área de cultivo de cana-de-açúcar na Fazenda Aliança, Cafelândia, SP.

Constatou-se que a soltura da semiasa da aeronave ocorreu devido a um processo de fadiga-corrosão na mesa inferior da longarina da semiasa. A trinca correspondente propagou-se por todas as chapas da mesa inferior, o que causou uma redução na sua resistência mecânica e levou à sua ruptura final por sobrecarga.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu lesões fatais.

Não houve a designação de Representante Acreditado.

ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	7
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave.	7
1.4. Outros danos.....	8
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	8
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	8
1.5.2. Formação.....	8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	9
1.6. Informações acerca da aeronave.....	9
1.7. Informações meteorológicas.....	15
1.8. Auxílios à navegação.....	16
1.9. Comunicações.....	16
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	16
1.11. Gravadores de voo.....	16
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	16
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	17
1.13.1. Aspectos médicos.....	17
1.13.2. Informações ergonômicas.....	17
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	17
1.14. Informações acerca de fogo.....	17
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	17
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	18
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	20
1.18. Informações operacionais.....	21
1.19. Informações adicionais.....	25
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	28
2. ANÁLISE.....	28
3. CONCLUSÕES.....	29
3.1. Fatos.....	29
3.2. Fatores contribuintes.....	31
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	31
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	32

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AEV	Autorização Especial de Voo
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BECMG	<i>Becoming</i> - transformando-se
BKN	<i>Broken (5-7 Oktas)</i> - nublado (5 a 7 oitavos)
BS	Boletim de Serviço
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i> - conjunto de regulamentos da autoridade norte americana
CIV	Caderneta Individual de Voo
CG	Centro de Gravidade
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
COA	Certificado de Operador Aeroagrícola
CVA	Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
EMD	Emenda
END	Ensaio Não Destrutivo
EO	Especificações Operativas
FCDA	Ficha de Cumprimento de Diretriz de Aeronavegabilidade
GSO	Gestor de Segurança Operacional
HP	<i>Horse Power</i> - cavalo-vapor
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IS	Instrução Suplementar
JOMMA	João Martins Manutenção de Aeronaves Ltda.
MANAV	Manutenção Aeronaves Ltda.
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MGSO	Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional
MMA	Licença de Mecânico de Manutenção Aeronáutica
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
NM	<i>Nautical Miles</i> - milhas náuticas
OM	Organização de Manutenção
PAGA	Habilitação de Piloto Agrícola - Avião
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PIC	<i>Pilot in Command</i> - piloto em comando
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PN	<i>Part Number</i> - número de peça

PPR	Licença De Piloto Privado - avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RDS	Reporte de Dificuldades em Serviço
RMK	<i>Remark</i> - observação
SAE-AG	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Especializado Público - Aeroagrícola
SBML	Designativo de localidade - Aeródromo Frank Miloye Milenkovich, Marília, SP
SDID	Designativo de localidade - Aeródromo Aeroata, Araçatuba, SP
SDPN	Designativo de localidade - Aeródromo de Penápolis, SP
SDSE	Designativo de localidade - Aeródromo Sítio Santa Helena, Gabriel Monteiro, SP
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
SOMA	Serviços Oficina e Manutenção Aeronáutica Ltda.
TAF	<i>Terminal Aerodrome Forecast</i> - previsão meteorológica de aeródromo
TSN	<i>Time Since New</i> - tempo desde novo
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
ZZZZ	Aeródromo sem indicador de localidade atribuído

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: EMB-202 Matrícula: PT-UPG Fabricante: Neiva	Operador: APC Serviço Aéreo Especializado Ltda.
Ocorrência	Data/hora: 14JAN2022 - 10:00 (UTC) Local: Fazenda Aliança Lat. 21°51'37"S Long. 049°44'17"W Município - UF: Cafelândia - SP	Tipo(s): [SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Santa Teresa, Cafelândia, SP, por volta das 09h45min (UTC), a fim de realizar um voo de aplicação de defensivos agrícolas, com um piloto a bordo.

Durante o voo, a aeronave perdeu a semiasa esquerda e colidiu contra o solo, em área de cultivo de cana-de-açúcar na Fazenda Aliança, Cafelândia, SP.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu lesões fatais

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	1	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

1.3. Danos à aeronave.

A semiasa esquerda despreendeu-se da fuselagem em voo e foi encontrada a cerca de 140 m dos demais destroços.

A estrutura da fuselagem possuía marcas de torção, apresentando-se no dorso e projetada verticalmente em um ângulo de 30° em relação ao solo, com danos substanciais (Figura 1).



Figura 1 - Registro fotográfico dos destroços realizado durante a ação inicial de investigação.

A semiasa direita e a perna do trem de pouso principal do mesmo lado desprenderam-se da estrutura em função da dinâmica do impacto.

Para a retirada do tripulante, partes da estrutura da cabine de pilotagem precisaram ser cortadas pelo Corpo de Bombeiros.

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	Desconhecido
Totais, nos últimos 30 dias	Desconhecido
Totais, nas últimas 24 horas	Desconhecido
Neste tipo de aeronave	Desconhecido
Neste tipo, nos últimos 30 dias	Desconhecido
Neste tipo, nas últimas 24 horas	Desconhecido

Obs.: Os dados foram retirados da Caderneta Individual de Voo (CIV) digital, que estava desatualizada, com último lançamento datado de 20JUL2021. O total de horas registradas na CIV digital para o Piloto em Comando (PIC) correspondia a 416 horas e 24 minutos.

A CIV física do PIC não foi encontrada. A última escrituração no diário de bordo da aeronave ocorreu em 16FEV2021, não havendo qualquer registro de voo do PIC.

1.5.2. Formação.

O PIC realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Itápolis, SP, em 2015.

O seu exame de proficiência técnica para emissão da habilitação de Piloto Agrícola - Avião (PAGA) foi realizado em 2019 no Aeroclube de Itápolis, sendo o último exame para revalidação da habilitação realizado em julho de 2021.

1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.

O PIC possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e PAGA válidas.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os registros da CIV eletrônica indicaram que o piloto passou a operar aeronaves agrícolas desde junho de 2019, tendo realizado a sua formação em um *Piper PA-25-235* da EJ - Escola de Aviação Civil Ltda.

Das 416 horas e 24 minutos de voo registradas, cerca de 158 delas se desenvolveram enquanto o PIC atuava como instrutor de voo no Aeroclube de Itápolis, local em que também realizou a sua formação como piloto. As principais aeronaves que ele operou nessa função foram o *Aero Boero AB-115* e o *Cessna 152*, entre os anos de 2017 e 2018.

O último registro em sua CIV eletrônica datava de 20JUL2021, não havendo registros de operação da aeronave EMB-202 Ipanema ou outros relacionados ao operador do PT-UPG.

Em função da ausência de registros que comprovassem a experiência recente do piloto na categoria e classe de aeronave relacionado à ocorrência, não foi possível determinar a sua experiência e qualificação no tipo de voo.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

O PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido.

1.6. Informações acerca da aeronave.

A família de aeronaves Ipanema foi originalmente certificada em 1971. A versão EMB-202 passou a ser comercializada a partir de 1991, sob a base de certificação do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) N° 23, correspondente ao *14 Code of Federal Regulations* (CFR - conjunto de regulamentos da autoridade norte americana) *Part 23*.

O modelo era originalmente equipado com motor de 300 HP alimentado por gasolina de aviação, hélice bipá, *hopper* com capacidade de 950 litros ou 750 kg e um Peso Máximo de Decolagem (PMD) de 1.800 kg.

A estrutura da aeronave era constituída de fuselagem em estrutura tubular soldada, revestida com painéis de alumínio removíveis. Sua asa era metálica, com sistema de fixação do tipo cantiléver e a empenação metálica do tipo convencional. O trem de pouso era fixo e do tipo convencional.

A asa do EMB-202 era constituída por duas semiasas e cada uma delas possuía um sistema de fixação do tipo cantiléver, monolongarina com revestimento trabalhante e constituía-se basicamente de caixão central, bordo de ataque desmontável, ponta de asa, aileron e flape.

O bordo de ataque era constituído de quatro seções desmontáveis; a primeira seção, junto à raiz da asa, constituía o tanque integral de combustível. A parte da estrutura da asa que ficava conectada à fuselagem estava localizada abaixo da cabine, atrás do *hopper* e era coberta pelo revestimento da aeronave.

As semiasas eram fixadas entre si por meio de dois pinos cônicos e todo o conjunto ficava preso à fuselagem por meio de parafusos (prendedores) que fixavam a estrutura da asa às treliças da fuselagem (Figuras 2 e 3).

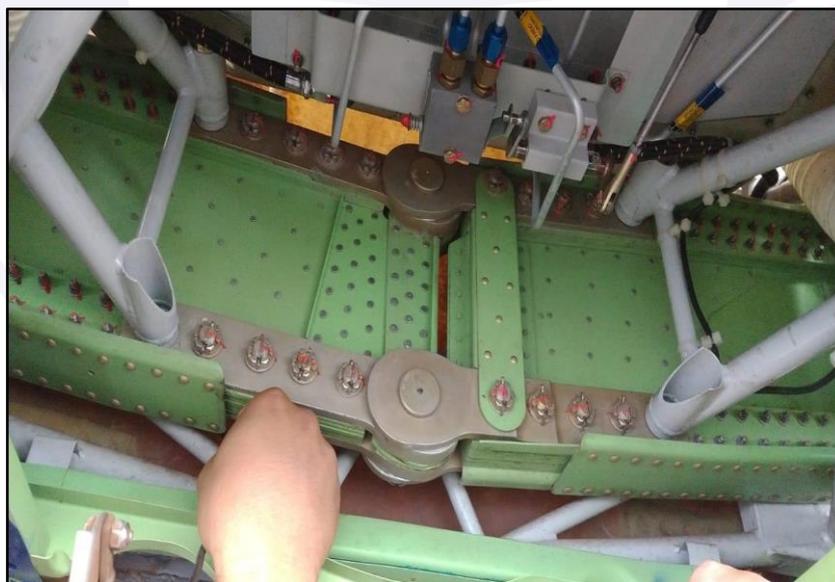


Figura 2 - Registro fotográfico da estrutura de fixação das semiasas à estrutura da fuselagem, vista a partir do acesso inferior.

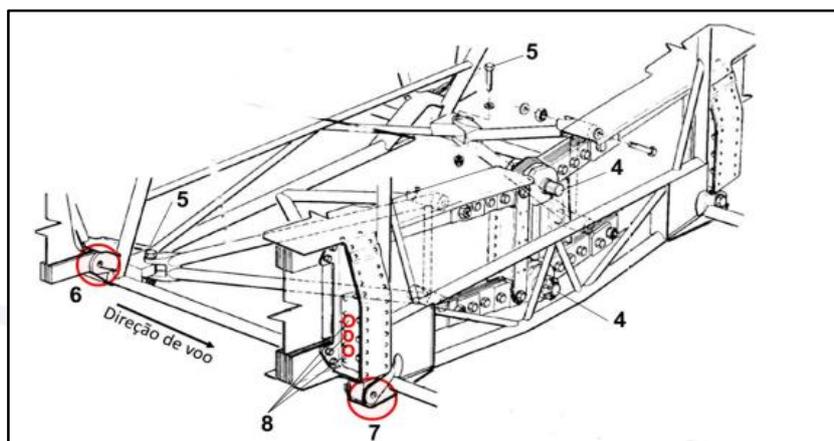


Figura 3 - Detalhe da fixação das semiasas à estrutura da fuselagem, extraído do Boletim de Serviço (BS) 200-057-0011 de 26SET2019.

As longarinas eram constituídas por um conjunto de chapas-mesa superiores e inferiores. Próximas aos pontos de conexão das duas semiasas, havia chapas de reforço que “abraçavam” as chapas-mesa e havia, também, ferragens de interligação das semiasas que eram fixadas por meio de cinco parafusos de meia polegada ($\frac{1}{2}$ ”).

Nos quintos parafusos de $\frac{1}{2}$ ” de cada parte da estrutura, também se davam as fixações com a treliça (Figura 4).

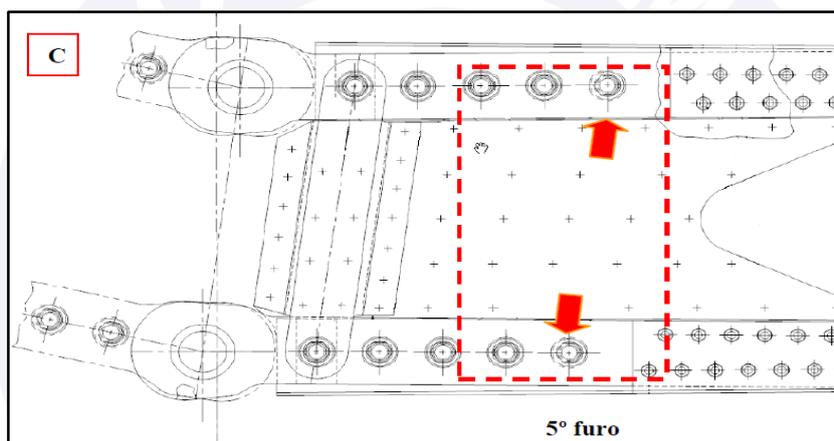


Figura 4 - Destaque para o 5º furo de $\frac{1}{2}$ ”, extraído do BS 200-057-A007 de 25NOV2016.

Após a fixação com a treliça, as chapas-mesa superiores e inferiores de cada semiasa eram presas entre si por meio de parafusos de $\frac{3}{16}$ ” (Figura 5).

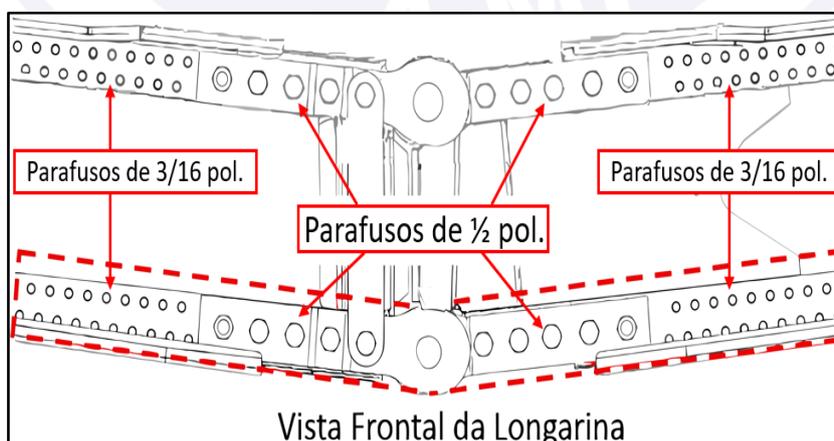


Figura 5 - Vista frontal da longarina, com destaque para os parafusos de $\frac{1}{2}$ ” e $\frac{3}{16}$ ”, adaptada do BS 200-057-A007 de 25NOV2016.

Histórico da aeronave PT-UPG

A aeronave modelo EMB-202, de Número de Série (SN) 200897, foi fabricada pela Indústria Aeronáutica Neiva, em 2003.

Conforme a Certidão de Inteiro Teor, a transferência de propriedade da aeronave para o operador envolvido neste acidente ocorreu em 10OUT2018. Em 27MAIO2020, foi registrado o comodato para operação da aeronave pela APC Serviço Aéreo Especializado Ltda., ocorrendo, também nessa data, a mudança de Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado (TPP) para a Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Especializado Público - Aeroagrícola (SAE-AG).

Na data do acidente, a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido e possuía uma Autorização Especial de Voo (AEV) válida para operação com Etanol.

Registros de inspeções da aeronave PT-UPG

Com o objetivo de se avaliar o histórico de inspeções da aeronave PT-UPG, a Comissão de Investigação efetuou o levantamento dos registros, obtendo os dados listados na Tabela 1.

DATA	TSN	INSPEÇÃO	O.M.
03/07/2015	5.826,0	IAM e 100H	SOMA
01/12/2015	5.873,7	50H	SOMA
06/01/2016	5.922,9	100H	SOMA
30/01/2016	5.974,3	50H	SOMA
06/05/2016	6.014,8	100H	SOMA
07/03/2017	6.018,1	100H e IAM	MANAV
05/03/2018	6.075,8	100H e IAM (DA 2017-05-02)	MANAV
08/03/2019	6.081,4	IAM e 100H	MANAV
14/10/2019	6.168,9	100H	MANAV
09/03/2020	6.189,4	IAM e 100H	MANAV
16/05/2020	6.240,1	50H	MMA CANAC 110690
30/11/2020	6.289,4	100H (DA 2017-05-02)	JOMMA (NOVA)
08/10/2021	6.291,0	100H e CVA	JOMMA

Tabela 1 - Registros de inspeções realizadas na aeronave PT-UPG, desde o ano de 2015 até a data do acidente.

O levantamento revelou que nos anos de 2015 e 2016 foram registradas inspeções de “50 horas”, “100 horas” e uma Inspeção Anual de Manutenção (IAM).

Posteriormente, a partir de 2017, foram registradas inspeções de “100 horas” e “IAM” e apenas uma inspeção de “50 horas” no ano de 2020.

Destaca-se que, no período pesquisado, as únicas inspeções de “50 horas” registradas nas cadernetas ocorreram em 01DEZ2015, 30JAN2016 e 16MAIO2020. Isso se deve ao fato de que as horas registradas entre as inspeções de “100 horas”, entre 2017 e 2020, não somavam as 50 horas previstas para a inspeção.

O Manual de Serviços da aeronave EMB-202 Ipanema, Rev.24, de 13DEZ2019, ao tratar dos períodos de inspeção em sua seção 5-8, requisitos de inspeção, determinava que:

5-8. REQUISITOS DE INSPEÇÃO

Os procedimentos de inspeção exigidos estão relacionados no parágrafo 5-12. Os procedimentos de inspeção dividem-se em nove grupos básicos, os quais são: Hélice, Grupo Motopropulsor, Sistema de Combustível, Trem de Pouso, Célula, Sistema de Comando de Voo, Sistema Hidráulico, Sistema de Pulverização e Polvilhamento e Ar-Condicionado.

A primeira coluna em cada grupo, relaciona a inspeção ou o procedimento a ser executado. A segunda subdivide-se em outras quatro colunas, indicando os requisitos de inspeção exigidos, em intervalos de 50, 100 horas e Notas (grifo nosso).

Também, se observaram os registros de cumprimento, nos anos de 2018 e 2020, da DA 2017-05-02, a qual determinava a inspeção detalhada da longarina das semiasas e dos elementos de junção e fixação com a fuselagem.

Em especial, no que se refere à DA 2017-05-02 e aos Boletins de Serviço (BS) relacionados à inspeção das asas e furos de ½”, cabe detalhar os últimos registros realizados, conforme Tabela 2.

DATA	TSN	INSPEÇÃO	OFICINA	DESCRIÇÃO
05/03/2018	6.075,8	IAM + 100H	MANAV	Realizada inspeção de 100 horas e cumprida D.A. 2017-05-02 (<i>Eddy Current</i> nas semiasas RH/LH).
30/11/2020	6.289,4	END	NOVA	Cumprida a DA 2017-05-02 (<i>Eddy Current</i> semiasas RH/LH) na OM "NOVA AVIAÇÃO LTDA"
30/11/2020	6.289,4	100H	JOMMA	Realizada inspeção de 100 horas de acordo com Manual de Manutenção da Aeronave.
08/10/2021	6.291,0	CVA + 100H	JOMMA	Consta na ficha " <i>Airworthiness Directives</i> emitidas pelo FAA - célula" que foi executada inspeção da longarina das semiasas, conforme DA 2017-05-02.

Tabela 2 - Registros de cumprimento da DA 2017-05-02 no PT-UPG de 2018 até a data do acidente.

De acordo com os registros, foi realizada uma inspeção de “100 horas”, pela Organização de Manutenção (OM) JOMMA - João Martins Manutenção de Aeronaves Ltda., em 30NOV2020, estando com 6.289 horas e 24 minutos de voo naquela data.

Nessa ocasião, foi atestado o cumprimento da Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) 2017-05-02, após a realização da inspeção por *Eddy Current* nas longarinas das semiasas direita e esquerda, pela OM Nova Ensaios Não Destrutivos Ltda.-ME. Uma ficha SEGVOO 003, número NOV0947-E/2020, foi emitida, em 26NOV2020, autorizando o retorno ao serviço.

A última inspeção de “100 horas” e a obtenção do CVA, também foram realizadas pela JOMMA, tendo sido finalizadas, em 08OUT2021, com 6.291 horas totais de voo registradas. Destaca-se que, nessa ocasião, haviam se passado cerca de 10 meses desde a inspeção anterior e os registros indicavam 1 hora e 36 minutos voados no período.

A Comissão de Investigação conduziu visitas às OMs responsáveis pela aplicação dos BS e pelo último cumprimento da DA 2017-05-02, de modo a obter informações detalhadas a respeito das tarefas executadas.

De acordo com o registrado na Ficha de Cumprimento de Diretriz de Aeronavegabilidade (FCDA), as longarinas das semiasas e a estrutura de fixação foram inspecionadas, em 30NOV2020, quanto à presença de corrosão e trincas, não tendo sido detectadas quaisquer anormalidades pela OM (Figura 6).

AERONAVE - MARCAS		O S Nº		A D / D A Nº	
PT - UPG	NEIVA	EMB-202	200897	1198/2020	2017-05-02
DATA DE EFETIVAÇÃO	DATA DO LEVANTAMENTO	VENCIMENTO (Data / Horas / Pousos)		REPETIR COM	
29/05/2017	30/11/2020	100:00H	2000:00h/4anos	6389,4 8289,4 - 26/11/24	
GRUPO	<input checked="" type="checkbox"/> AERONAVE	<input type="checkbox"/> MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> EQUIPAMENTO	
AÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> REPETITIVA	<input type="checkbox"/> FINAL	<input type="checkbox"/>		
APLICABILIDADE	<input checked="" type="checkbox"/> APLICÁVEL	<input type="checkbox"/> NÃO APLICÁVEL			
JUSTIFICAR A NÃO APLICABILIDADE					
C -o-					
INSTRUÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE DE REFERÊNCIA					
200-057-A007 / 200-057-0008					
OUTROS DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA					
-o-					
IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO AERONÁUTICO EM QUE FOI APLICADA A "A.D"					
(A/M/H/C)	FABRICANTE	MODELO	PART NUMBER	SERIAL NUMBER	
Aeronave	NEIVA	EMB-202		200897	
DESCRIÇÃO	DATA	T.S.N.	T.S.O.	T.S.LL	POSICÃO
Longarinas semi-asas	30/11/2020	6289,4	-	-	-
MÉTODO DE CUMPRIMENTO UTILIZADO - REFERÊNCIA AO CAMPO DE INSTRUÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE (X) MAC APROVADO PELA ANAC ()					
Inspeccionadas longarinas das semi-asas e estrutura de fixação quanto a corrosão e trincas, de acordo B.S. 200-057-A007/ 200-057-0008.					
RESULTADO DA AÇÃO DE MANUTENÇÃO REALIZADA					
Nada de anormal foi detectado, estando liberado para retorno ao serviço. A inspeção requerida pelo parágrafo (a) e (b) da D.A. foi cumprida pela Nova Aviação, vencendo com 8289,4 horas ou 26/11/2024, o que ocorrer primeiro.					
DIFICULDADE A SER RELATADA					
N/A.					

Figura 6 - Ficha de Cumprimento de Diretriz de Aeronavegabilidade (FCDA) relativa ao cumprimento da DA 2017-05-02 em 30NOV2020.

Quanto ao cumprimento do BS 200-057-A007 – “Asas - Inspeção das asas e estrutura de fixação quanto à corrosão e trincas”, a OM que executou o último serviço em 08OUT2021 reportou ter cumprido todas as tarefas previstas no Boletim, não tendo encontrado quaisquer indícios de corrosão ou trincas que pudessem motivar intervenções adicionais.

Registros de horas da aeronave PT-UPG

Naquilo que diz respeito às escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice, verificou-se que elas estavam de acordo com as horas lançadas no diário de bordo para efeito do registro primário de inspeções e manutenções. Porém, constatou-se que as “Partes I” de controle mensal de utilização possuíam inconsistências.

Conforme Instrução Suplementar (IS) 43.9-003 Rev. B, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), aprovada em 20FEV2020, em sua seção 5.6.2:

5.6.2 A atualização da Parte I das cadernetas de célula, de motor e de hélice, obrigatoriamente, deverá ser feita até o quinto dia do mês subsequente, sempre que houver alteração dos tempos de funcionamento citados nos parágrafos 4.4 e 4.5 desta IS. Desta forma, caso uma aeronave, motor ou hélice opere, após um período inativo maior que um mês, deverá ser citada essa inatividade numa única linha no campo Controle Mensal das Partes I das respectivas cadernetas. Ex: Não totalizadas horas de 30/04/02 a 30/09/02 - motivo IAM (grifo nosso).

Ao analisar a periodicidade das manutenções do PT-UPG, a Comissão de Investigação constatou que o acumulado de horas de voo, no período compreendido entre 03JUL2015 e 08OUT2021, foi de 465 horas, conforme descrito na Tabela 1.

De acordo com os registros de inspeção, constatou-se que, de 14OUT2019 até 08OUT2021 (cerca de 2 anos), foram registradas 122 horas e 6 minutos de voo, sendo que desde a última inspeção para a obtenção do CVA, ocorrida em 30NOV2020, até 16FEV2021 (último registro em diário de bordo), foi registrada 1 hora e 36 minutos de voo.

A Tabela 3, abaixo, apresenta um extrato dos registros transcritos do diário de bordo, acrescido de um cruzamento de dados das últimas inspeções realizadas na aeronave.

DATA	TSN	LOCAL / Trecho	OBSERVAÇÕES
28/02/20	6.189,4	SDPN (Penápolis)	Abertura do diário de bordo
08/04/20	6.218,0	SDPN	Fim da página 2
14/05/20	6.239,4	ZZZZ para SDPN	---
16/05/20	Desconhecido	SDSE* (JOMMA)	Registro de realização de inspeção de 50H pela JOMMA. *Não há registro de voo para SDSE.
18/05/20	6.244,4	De SDPN para ZZZZ	Fim da página 3
25/07/20	6.272,5	ZZZZ	Fim da página 4
15/09/20	6.289,4	De ZZZZ para SDSE	Registro de chegada na OM JOMMA
30/11/20	6.289,4	SDSE	Registro de aprovação para retorno ao serviço, por término da inspeção de 100H
18/01/21	6.289,8	De SDSE* para SDID (Aeroata, Araçatuba, SP)	*Registro a lápis
16/02/21	6.291,0	De SDID para SDSE	Fim da página 5 e último registro de voo em diário de bordo
08/10/21	Desconhecido	SDSE*	Registro de realização de inspeção de 100H + CVA em página não preenchida. *Não há registro de voo para SDSE.

Tabela 3 - Extrato dos registros realizados no diário de bordo da aeronave.

Durante a revisão das cadernetas, a Comissão de Investigação identificou erros nos cálculos de horas dos encerramentos de páginas do diário de bordo e um lançamento realizado a lápis.

De acordo com a ordem de serviço nº 1198/2020 da OM JOMMA, na última inspeção de “100 horas” realizada na aeronave, sua entrada na oficina teria ocorrido em 14OUT2020 e a saída em 30NOV2020.

De modo divergente, os registros em diário de bordo (conforme Tabela 3) indicavam que a entrada se deu em 15SET2020 e a saída em 18JAN2021.

Complementarmente, cabe mencionar que a OM responsável pela execução da última inspeção para a obtenção do CVA, ao atestar que a aeronave se encontrava em perfeitas condições de aeronavegabilidade, declarou ter inspecionado também a sua documentação (Figura 7).

XV – DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE	
<p>Declaro para fins de responsabilidade perante a legislação vigente que a aeronave identificada no campo II desse formulário foi inspecionada quanto a sua condição de aeronavegabilidade e documentação, consoante com os requisitos estabelecidos no RBAC 91 e RBAC 43 em vigor e concluída nesta data a Verificação de Aeronavegabilidade, registrada nessa CVA e na ordem de serviço 1285/2021 emitida por esta empresa/MMA/pessoal autorizado ou Credenciado.</p> <p>O CVA foi incorporado a documentação de bordo e a pasta de inspeções e serviços existentes nos arquivos dessa empresa/MMA/ Registros dos Responsáveis pelo Pessoal autorizado ou credenciado, juntamente com as cópias dos competentes registros efetuados nas cadernetas de Célula, Motor e Hélice dos serviços ora executados.</p>	
<p>CVA AERONAVEGÁVEL (X)</p> <p>A aeronave encontra-se em perfeitas condições de aeronavegabilidade na presente data, estando liberada para voo.</p>	<p>CVA NÃO AERONAVEGÁVEL ()</p> <p>A aeronave foi REPROVADA para retorno ao serviço devido às Não conformidades listadas no campo XV deste formulário, as quais foram entregues ao proprietário/operador da aeronave</p>
<p>Nome do Responsável pelo CVA: [REDACTED]</p> <p>CÓD. ANAC/CREA/CFT/Credenci: [REDACTED]</p> <p>Local e Data: <u>Gabriel Monteiro, S/P - 08/10/2021</u></p>	
<p>Assinatura: [REDACTED]</p>	

Figura 7 - Extrato do Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade emitido em 08OUT2021.

Em especial, a ficha relacionada mencionava os documentos requeridos pelo RBAC 91, no qual se destaca a seção 91.203, que incluía em seu item (4) o “diário de bordo devidamente preenchido”. Naquela ocasião, no entanto, o último registro em diário de bordo havia ocorrido cerca de seis meses antes, em 16FEV2021.

Além das discrepâncias entre o diário de bordo e os registros de manutenção, a ausência de lançamentos no diário de bordo divergia dos relatos coletados durante a investigação, que indicavam o uso frequente da aeronave em operações aeroagrícolas.

O RBAC Nº 137, EMD 04, vigente desde 01JUN2020, ao se referir aos registros em diário de bordo para operações aeroagrícolas, trazia o seguinte:

137.521 Diário de bordo

[...]

(j) No caso de operações aeroagrícolas, os dados referentes a uma jornada de trabalho do piloto podem ser registrados em uma única linha do diário de bordo. Caso haja interrupção da jornada, conforme previsto na Lei 13.475, de 28 de agosto de 2017, os dados de cada etapa da jornada devem ser registrados em linhas separadas do diário de bordo. (Redação dada pela Resolução nº 516, de 08.05.2019)

(k) Os dados devem ser registrados pelo piloto no diário de bordo imediatamente após o término da operação (grifo nosso).

Diante das inconsistências identificadas nos registros de horas nas cadernetas, e de o último lançamento no diário de bordo ter ocorrido em 16FEV2021 (cerca de 11 meses antes do acidente), não foi possível determinar, com precisão, as horas totais da aeronave na data do acidente.

1.7. Informações meteorológicas.

A última mensagem de *Terminal Aerodrome Forecast* (TAF - previsão meteorológica de aeródromo) do Aeródromo *Frank Miloye Milenkovich* (SBML), Marília, SP, distante cerca de 26 NM do local, previa uma visibilidade de 8.000 m e poucas nuvens a 2.000 ft de altura na faixa de horário em que se deu a ocorrência.

TAF SBML 140345Z 1406/1418 10009KT 8000 FEW020 TN20/1407Z TX29/1416Z
 BECMG 1415/1417 02007KT BKN025 RMK PGM=

Avaliando-se os registros fotográficos realizados instantes após a ocorrência, somados aos relatos coletados durante o procedimento de ação inicial, constatou-se que as condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização da operação sob as regras do tipo de voo proposto.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

O impacto ocorreu em uma plantação de cana-de-açúcar situada no distrito de Cafesópolis, em Cafelândia, SP, não havendo qualquer evidência de impacto anterior. A semiasa esquerda da aeronave desprendeuse em voo e ficou separada a cerca de 140 m dos demais destroços (Figura 8).



Figura 8 - Visão da semiasa esquerda da aeronave com o extrados voltado para cima, fraturada em voo e localizada a cerca de 140 m dos demais destroços.

A Comissão de Investigação não localizou observadores que tenham presenciado a colisão contra o solo ou os momentos que a precederam.

Excetuando-se a semiasa esquerda, os demais destroços apresentavam distribuição do tipo concentrada. O choque contra o solo ocorreu enquanto a aeronave girava em torno de seu eixo longitudinal, tendo-se verificado que a semiasa direita foi a primeira a atingir o solo, seguindo-se a colisão do trem de pouso principal direito e o lançamento à frente do grupo motopropulsor, que foi separado da estrutura da aeronave em função da energia do impacto.

A posição final dos destroços apresentava a aeronave praticamente no dorso e com uma inclinação no eixo longitudinal de cerca de 30° em relação ao solo (Figura 9).



Figura 9 - Posição final da aeronave após o impacto.

Após a colisão contra o solo, o grupo motopropulsor foi projetado para fora da estrutura da aeronave, parando a cerca de 3 m desta. Todas as pás da hélice mostravam torções para trás e marcas de roçamento, características da existência de rotação no momento do impacto.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho do tripulante.

O exame toxicológico conduzido pelo Instituto Médico Legal não detectou a presença de álcool etílico, agentes voláteis rotineiramente pesquisados, drogas de abuso ou fármacos rotineiramente pesquisados.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Não houve evidência de que questões de ordem psicológica tenham afetado o desempenho do tripulante.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não havia evidência de fogo em voo ou após a parada da aeronave.

1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.

O auxiliar de pista relatou que a possibilidade de ter ocorrido algo anormal no voo foi levantada após ter se excedido o tempo em que a aeronave retornaria para abastecimento, que oscilava entre 15 e 20 minutos.

Durante as buscas na região em que se daria a aplicação, a aeronave foi encontrada com o piloto já falecido no local.

A conclusão do Laudo Pericial Necroscópico produzido pelo Instituto Médico Legal apontou que a *causa mortis* se deu em função de politraumatismo.

Durante o procedimento de ação inicial realizado, verificou-se que havia um capacete a bordo da aeronave. Contudo, os registros fotográficos realizados previamente à retirada do tripulante dos destroços da aeronave evidenciaram que ele não utilizava capacete durante a operação.

O RBAC Nº 137 EMD Nº 04, “Certificação e Requisitos Operacionais: Operações Aeroagrícolas”, em vigor desde 01JUN2020, determinava em sua seção 137.209 que:

137.209 Equipamentos de segurança de voo

(a) Ninguém pode realizar operações aeroagrícolas, a menos que cada tripulante esteja usando:

(1) cintos e suspensórios de segurança devidamente colocados e ajustados;

(2) quando aplicando produtos tóxicos, máscara para respiração com filtro de proteção contra a inalação de tais produtos;

(3) capacete antichoque, dotado de dispositivos para fixação de viseiras e abafadores de ruído; e

(4) calçados fechados (grifo nosso).

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Com a finalidade de identificar os fatores que contribuíram para as fraturas ocorridas na semiasa esquerda da aeronave, uma seção dela foi analisada em laboratório. As análises apontaram que a falha primária ocorreu no conjunto de chapas da mesa inferior da longarina dianteira da semiasa esquerda, na posição do quinto parafuso de $\frac{1}{2}$ " (Figura 10).



Figura 10 - Detalhe da região fraturada em serviço, com destaque para a corrosão nas chapas e região do quinto parafuso de $\frac{1}{2}$ ".

Cabe destacar que esse parafuso unia o conjunto de chapas da mesa da longarina e a ferragem de ligação central com a estrutura tubular que compunha a treliça traseira da aeronave. Identificou-se, ainda, a presença de marcas de praia nas superfícies de fratura das chapas da mesa inferior da longarina, características de fratura por fadiga metálica, a qual se iniciava nas paredes do quinto furo de $\frac{1}{2}$ " da mesa inferior e propagavam-se em direção à superfície das chapas (Figura 11).



Figura 11 - Detalhe da região fraturada em serviço, após remoção do parafuso de $\frac{1}{2}$ ". No detalhe (setas) corrosão na superfície de fratura e marcas de praia indicativas de fadiga.

Ao realizar exames por estereoscopia nas chapas, constatou-se haver trincas associadas à corrosão (Figura 12).

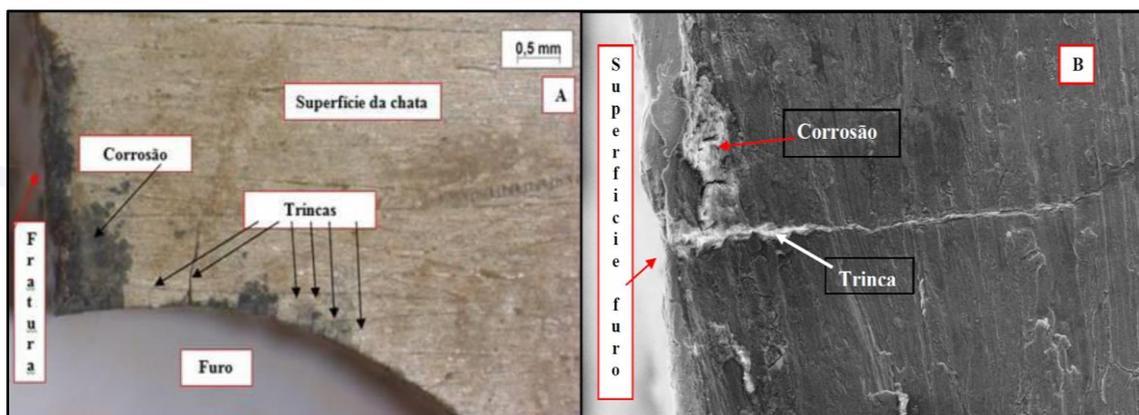


Figura 12 - Fotografia estereoscópica com detalhes da região dos furos em uma das chapas (à esquerda) e Eletrofotografia na superfície de outra chapa, região do furo, ambas com trincas associadas à corrosão.

Eletrofotografias das chapas na região do furo também evidenciaram a existência de trincas secundárias paralelas à fratura principal, também relacionadas à corrosão. O prendedor de $\frac{1}{2}$ " removido da região da fratura apresentava corrosão generalizada.

Com a finalidade de determinar o mecanismo de falha atuante, conduziu-se a caracterização morfológica das superfícies dos furos e das fraturas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Analisando-se a superfície de fratura de uma chapa, representativa das demais examinadas, foram observadas estrias indicativas de fadiga. Ao examinar a superfície da chapa e a região do furo, foram identificadas estrias secundárias associadas à corrosão.

O exame por MEV no parafuso de $\frac{1}{2}$ " constatou a presença de corrosão generalizada na sua superfície, região que fica em contato com as chapas de alumínio que compõem o conjunto de chapas da mesa da longarina (Figura 13).

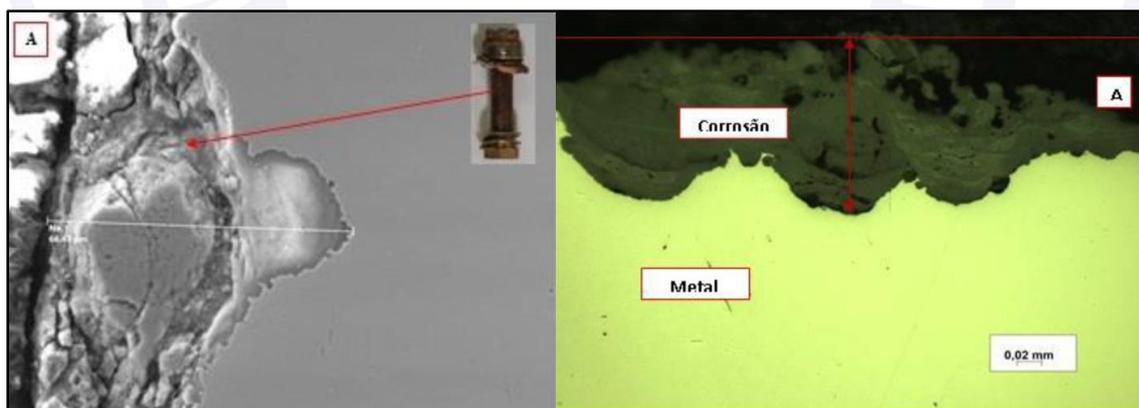


Figura 13 - Eletrofotografia da seção longitudinal do prendedor de $\frac{1}{2}$ " (à direita) e microfotografia da mesma região (à esquerda), evidenciando corrosão generalizada.

A análise metalográfica realizada na região do furo da chapa de alumínio revelou a presença de diversas trincas secundárias, indicativas da falha por fadiga associada à corrosão.

Também se observou a presença de trinca com progressão transgranular, característica condizente com o processo de falha por fadiga associada à corrosão, também conhecido como processo de fadiga-corrosão (Figura 14).

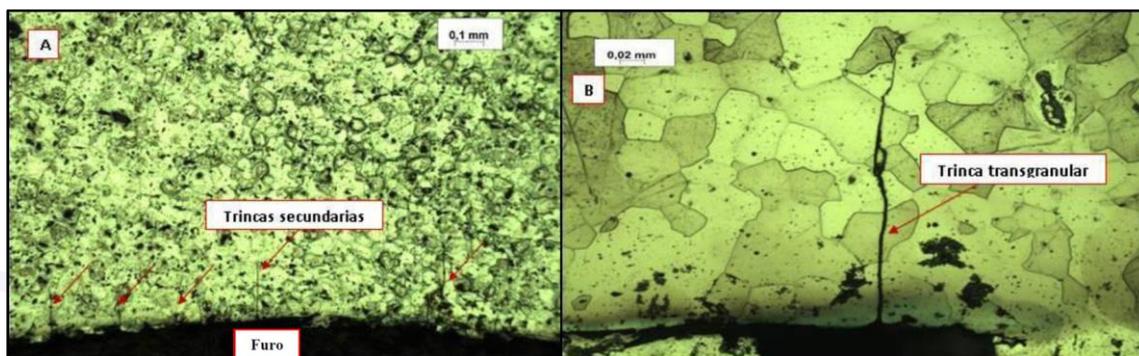


Figura 14 - Fotomicrografias da chapa de alumínio, região do furo. No detalhe, trincas secundárias e transgranulares, características de progressão de trinca por fadiga-corrosão.

A partir das análises e exames realizados, concluiu-se que a fratura da semiasa da aeronave ocorreu devido a um processo de fadiga associada à corrosão (fadiga-corrosão) nas chapas que compõem a mesa inferior da longarina dianteira da semiasa esquerda. A trinca correspondente propagou-se por todas as chapas da mesa inferior, o que causou uma redução na sua resistência mecânica e levou à sua ruptura final por sobrecarga.

O processo de fadiga-corrosão que ocasionou a soltura da semiasa ocorreu no quinto furo de $\frac{1}{2}$ " da mesa inferior da longarina da semiasa, tendo se iniciado na borda dos furos das chapas.

Nas superfícies desses furos e do parafuso de $\frac{1}{2}$ ", constatou-se a presença de elementos químicos que contribuíram para o início e a propagação da trinca pelo processo de fadiga associada à corrosão (Oxigênio, Enxofre e Cálcio).

Destaca-se, por fim, que trincas associadas à corrosão também foram observadas em outros furos das chapas de alumínio da longarina. Essa evidência indicou que essa susceptibilidade não se restringia à região do quinto parafuso de $\frac{1}{2}$ ", estendendo-se aos demais parafusos de mesmo diâmetro e aos de $\frac{3}{16}$ " utilizados para a fixação das chapas.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

O operador APC Serviços Aéreos Especializados Ltda., CNPJ 07.417.308/0001-86, teve seu Certificado de Operador Aeroagrícola (COA) nº 2014-05- 5IIH-05-00 publicado conforme a Portaria ANAC Nº 1347/SPO de 10JUN2014.

Em 29JUL2014, foi publicada a Decisão Nº 102, autorizando a sociedade empresarial APC Serviço Aéreo Especializado Ltda. - ME, CNPJ nº 07.417.308/0001-86, a explorar serviço aéreo público especializado na atividade aeroagrícola pelo prazo de 5 anos.

Em 30NOV2020, o operador solicitou a renovação de outorga de autorização. Considerando a existência de pendências da empresa com relação à sua certificação operacional na Agência Reguladora, o processo foi arquivado em 25MAR2021.

Assim, a empresa estava proibida de prestar serviços aéreos para os quais fora autorizada, desde 31JUL2019.

Dessa forma, em janeiro de 2022, a empresa em questão não possuía Especificações Operativas (EO) válidas, tampouco autorização para operar Serviços Aéreos Especializados na modalidade aeroagrícola.

Em 25JAN2022, a ANAC foi notificada da ocorrência aeronáutica envolvendo a aeronave PT-UPG. Com isso, foi autuado processo e apurado que a aeronave PT-UPG passou pelas Inspeções Visuais e por *Eddy Current* dentro dos prazos estabelecidos na DA 2017-05-02, e quando do acidente, em 14JAN2022, estava com 177 horas desde a última inspeção por *Eddy Current*, não havendo registro de quaisquer não conformidades.

A despeito das solicitações realizadas, a Comissão de Investigação não obteve acesso ao Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional (MGSO) da empresa, nem ao Gerenciamento de Riscos afeto às suas operações, conforme preconizava o RBAC 137.

Durante a investigação, identificou-se inconsistências no registro de horas da aeronave PT-UPG, que comprometeram o controle e o planejamento das atividades de manutenção previstas para a operação do equipamento.

Nesta aeronave, inclusive, não havia registros de operação por outros pilotos contratados pela empresa, a despeito das evidências de que isso ocorria - inclusive no voo de que trata este relatório. Todos os lançamentos se referiam a voos realizados pelo próprio proprietário.

Por meio de relatos obtidos nas oficinas que atuaram nas inspeções registradas, identificou-se a existência de procedimentos informais de manutenção conduzidos pelo próprio operador, valendo-se de mantenedor desprovido das habilitações necessárias para tal.

Avaliando-se o histórico de segurança operacional do operador, constatou-se terem ocorrido outros dois acidentes em anos anteriores:

PR-PTN - 20MAIO2015 - SUMA Nº A-075/CENIPA/2015:

A aeronave decolou de uma pista de pouso eventual na Fazenda Água 3M, no município de Cambará, PR, às 14h00min (UTC), para um voo de pulverização aeragrícola, com um piloto a bordo. Durante a pulverização, a aeronave colidiu contra o solo. A aeronave teve danos substanciais. O piloto saiu ileso.

Durante essa investigação, apurou-se a contribuição da supervisão gerencial para o acidente, tendo-se emitido recomendação à ANAC para atuação junto ao operador da aeronave, “a fim de verificar a conformidade dos procedimentos de planejamento e supervisão das operações aeragrícolas, bem como verificar a efetiva atuação do Gestor de Segurança Operacional (GSO) da empresa.”

PT-XTU - 13ABR2017 - SUMA Nº A-061/CENIPA/2017:

A aeronave decolou do Aeródromo de Bandeirantes (SSBR), PR, às 12h50min (UTC) com um piloto a bordo, sem plano de voo, a fim de realizar aplicação de fungicida em lavoura de cana-de-açúcar e reconhecimento de outra área de aplicação, no mesmo município.

Após haver aplicado a carga, durante a realização do voo de reconhecimento, a aeronave colidiu contra a fiação elétrica de uma rede de baixa tensão, vindo a impactar contra o solo. A aeronave teve danos substanciais no motor, hélice, fuselagem, trem de pouso e asas. O piloto sofreu lesões leves.

Durante a investigação, também foi apurada a contribuição da supervisão gerencial, verificando-se que o contexto sinalizava: “fragilidade nos processos organizacionais da empresa, na medida em que houve ineficiência na gestão de pessoas e processos, incluindo a supervisão, avaliação de desempenho e delineamento de procedimentos organizacionais importantes à manutenção da segurança operacional”.

1.18. Informações operacionais.

Aspectos relacionados ao desempenho técnico do ser humano durante o cumprimento dos Boletins de Serviço e Diretrizes de Aeronavegabilidade afetas ao EMB-202

Após interações dos Investigadores do SIPAER com técnicos do fabricante da aeronave e da agência reguladora, restou constatado que a realização das tarefas de manutenção, previstas em BS de inspeção das longarinas, era factível e eficaz para a identificação de falhas; desde que realizadas de acordo com as condições especificadas pelo fabricante.

Desse modo, os Investigadores do SIPAER realizaram visitas em campo a algumas OMs e Operadores que, voluntariamente, pudessem colaborar com informações sobre dificuldade encontradas durante a execução das tarefas de manutenção em longarinas das asas de aeronaves do modelo Ipanema.

As OMs visitadas relataram, dentre outras, pressões que certos operadores enfrentavam ao indisponibilizar as aeronaves, durante a safra, para realizar as inspeções das asas, pois teriam que deslocá-las até as OM.

Nesse sentido, alguns operadores contratavam a realização dos serviços de inspeção das longarinas para serem realizados em campo, onde as condições não eram adequadas, podendo representar um obstáculo à plena adesão dos mecânicos de manutenção aeronáutica às metodologias previstas nas tarefas de manutenção.

Durante as visitas, foi de senso comum a dificuldade de acesso às áreas das longarinas para realizar as inspeções, mesmo que se desmontassem as áreas adjacentes, como previsto nos manuais de manutenção.

O BS 200-057-A007 previa a utilização do seguinte ferramental para a realização da inspeção de “100 horas” (Figura 15):

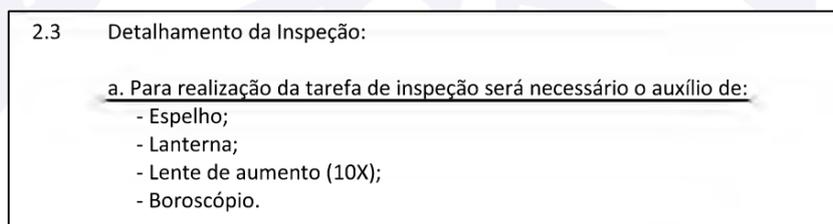


Figura 15 - Ferramental previsto para a realização do BS 200-057-A007.

Quando disponível, observou-se que uma baixa qualidade do equipamento boroscópio dificultava a visualização de trincas, em especial se as áreas inspecionadas não estivessem livres de sujidades.

Com relação à inspeção pelo método *Eddy Current* ou Correntes Parasitas (Ensaio Não Destrutivo - END - baseado no fenômeno físico de indução eletromagnética), verificou-se que poderia haver dúvidas na detecção e na interpretação das leituras dos equipamentos, uma vez que a área dos furos era constituída por um sanduíche de chapas e estas poderiam apresentar o “efeito de bordas”, ou seja, por construção.

Visto que as mesas das longarinas eram formadas por “pacotes de chapas”, as descontinuidades presentes nas interfaces entre cada chapa poderiam afetar a leitura durante a inspeção e, conseqüentemente, a identificação de uma descontinuidade interna causada por uma trinca.

Outro óbice diz respeito ao não uso do *Probe* (sonda) rotativo - *Olympus* SPO-5965, Diâmetro - .500” - .562”, *Part Number* (PN) - 9219985, conforme especificado no BS 200-057-0008, pois foi reportada a existência de OMs que se apresentavam como capazes de realizar o serviço, mas que não possuíam tal equipamento.

Há a hipótese de que OMs estariam realizando a inspeção prevista com um *Probe linear* (não rotativo) e, nesse caso, a inspeção não seria eficaz. Uma das OMs afirmou ter dispensado um prestador de serviço, em função de este não dispor do *Probe* rotativo. Mesmo não estando apto para a correta execução das tarefas, o referido prestador se apresentaria como tal e estaria atestando o cumprimento da DA 2017-05-02 em outras aeronaves.

1.8 FERRAMENTAL

- Lente de aumento (10X);
- Padrão de rugosidade;
- Micrometro interno;
- Detector de Falhas - Phasec 3D –Fabricante GE Inspection;
- Probe rotativo – Olympus SPO-5965, Diâmetro - .500” - .562”, PN – 9219985;
- Mine drive - PN 33A100;
- Padrão pré calibração (referência): USAF T.O. 33B-1-1, PN 7947479-10, 7075-T6;
- Padrão para Ensaio Embraer: PN 200T-07377-401.

Para a execução da inspeção por END Correntes Parasitas – CP, (NDT-EC), podem ser utilizados equipamentos equivalentes ao referenciado nesta instrução; desde que satisfaça os requisitos de sensibilidade e resolução necessários para interpretação das “Trincas” (falhas artificiais) existentes no padrão PN: 200T-07377-401.

Figura 16 - Extrato do BS 200-057-0008, detalhando o ferramental necessário à execução dos serviços.

Da mesma forma, em relação ao BS 200-057-0008, identificou-se OMs que também não possuíam o gabarito ou padrão (bloco padrão) de calibração definido no BS, necessário para a calibração prévia do *Probe* rotativo antes da realização da inspeção dos furos das longarinas (Figura 17). Conforme relatos em entrevistas, as inspeções poderiam estar sendo realizadas mesmo sem a utilização desse bloco padrão.



Figura 17 - Extrato do BS 200-057-0008, contendo imagens dos equipamentos necessários à inspeção.

Outra situação apontada pelos mantenedores entrevistados foi a de que, eventualmente, os parafusos dos quintos furos das longarinas das asas não estariam sendo devidamente substituídos nas inspeções, ou seja, poderiam estar sendo reutilizados.

Foi possível perceber, também, que, em certas situações, as inspeções previstas nos BS, e tornadas obrigatórias por meio das Diretrizes, poderiam estar sendo realizadas sem a remoção dos parafusos de $\frac{1}{2}$ ", estando em desacordo com as previsões técnicas e, assim, não tendo a efetividade almejada.

Também, foi informado por mantenedores entrevistados que a própria remoção e reinstalação do parafuso do quinto furo se dava com certa dificuldade, pois ele não entrava ou saía de forma livre.

A realização da montagem forçada, por si só, pode produzir marcas de ferramentas nas paredes internas dos furos e amassamentos nas quinas das chapas mesa, o que facilita a nucleação de trincas de fadiga, além de remover a proteção anticorrosiva, facilitando a geração da corrosão eletroquímica.

Outra dificuldade mencionada foi a de que, ao identificar uma chapa que continha trinca e cujo furo não pudesse mais ser expandido, a fabricante fornecia a chapa “crua” ou “virgem”, que possuía, apenas, o quinto furo manufaturado. Por essa razão, a furação restante deveria ser realizada pelos próprios mantenedores, que não necessariamente detinham as ferramentas e as técnicas adequadas para esse serviço.

Por não haver um “gabarito” aplicável a todas as aeronaves, os mantenedores utilizavam a furação de uma chapa como referência. Assim, as furações poderiam ficar irregulares, gerando folgas e pontos de tensão que, por sua vez, podem resultar em trincas ou descontinuidades.

A seguir, foram resumidas as dificuldades mais comuns apresentadas pelos entrevistados durante as visitas e pesquisas conduzidas pela Comissão de Investigação:

- pressões para não se paralisar as aeronaves em meio à época de safra para o cumprimento das tarefas previstas em BS;
- o cumprimento dos serviços de inspeção em meio ao período de safra pode agravar a baixa adesão das ações de manutenção ao previsto em publicações, tanto pelo ambiente operacional inadequado, quanto pela indisponibilidade de ferramental adequado;
- dificuldades para se realizar a limpeza adequada, nas áreas das treliças, devido ao acúmulo de sujidades (poeira e defensivos agrícolas);
- dificuldade de acesso ao local de inspeção das longarinas das semiasas;
- dificuldades na detecção e interpretação das leituras do equipamento de END pelo método *Eddy Current*, dada a sensibilidade do ensaio e das exigências de qualificação, experiência e disponibilidade do padrão de calibração da fabricante;
- realização das inspeções por *Eddy Current* sem a calibração prévia do equipamento detector de falhas com a utilização do bloco padrão;
- dificuldades na remoção e instalação dos parafusos de 1/2", sendo necessário o uso de punções toca-pino, concorrendo para uma montagem forçada;
- as treliças fornecidas pela fabricante não se encaixariam ou assentariam de forma correta quando necessária sua substituição;
- o conjunto de chapas das mesas das longarinas e outros perfis estruturais eram fornecidos pela fabricante com apenas uma furação ou sem furo algum e não se encaixavam facilmente no local previsto da estrutura da aeronave;
- componentes com o mesmo PN apresentavam variações, principalmente em suas quinas e angulações de dobras. Essas características faziam com que os mantenedores tivessem que instalar as peças de maneira forçada na maioria das vezes;
- havia o temor por parte de alguns operadores e mantenedores de que, possivelmente, alguns mantenedores inidôneos estivessem falsificando registros de inspeções;
- possibilidade de que alguns operadores estivessem subnotificando os registros das horas voadas pelas aeronaves, a fim de adiar a realização das inspeções;
- dificuldades na operação de retífica (sobremedida ou *oversize*) dos furos encontrados com trincas, por não haver uma metodologia específica para a realização do serviço no BS relacionado; e
- alguns mantenedores informaram que não preenchiam o Relatório de Dificuldades em Serviço (RDS) - IS N° 00-001B - por receio de a fabricante ou a Autoridade Regulatória (ANAC) emitir demandas adicionais, que poderiam implicar na retenção das aeronaves em solo para verificação, o que teria impacto nos prazos de entrega e prejuízos aos clientes.

Aspectos relacionados à operação da aeronave

O voo tinha por objetivo realizar a pulverização de produtos agrícolas em plantações de cana-de-açúcar. A ocorrência se deu após a primeira decolagem do dia.

Segundo informações do responsável pelo abastecimento, o piloto realizou a inspeção externa da aeronave, checkou os tanques de combustível, o reservatório de óleo e prosseguiu para a cabine de pilotagem.

Não foi possível determinar se a aeronave operava dentro dos limites de peso e balanceamento, uma vez que os produtos remanescentes no reservatório de aplicação vazaram após a colisão contra o solo.

Se considerado que o tanque de produtos estava vazio, o peso estaria dentro do limite e o Centro de Gravidade (CG) estaria 43 mm atrás em relação ao seu limite longitudinal. Caso o tanque de produtos estivesse cheio, o peso estaria 188 kg acima do PMD e o CG estaria dentro dos limites.

Esses cálculos levaram em consideração uma quantidade de combustível nas asas de 70 litros, que foi estimada a partir do relato do auxiliar que abasteceu a aeronave.

Em função da impossibilidade de extração de dados dos equipamentos de navegação instalados na aeronave, não foi possível apreciar aspectos relacionados ao perfil dos voos, ou avaliar questões afetas às cargas aerodinâmicas empregadas.

1.19. Informações adicionais.

Histórico de ocorrências relacionadas à perda de asa de aeronaves da família Ipanema:

Para a contextualização e a compreensão de aspectos abordados na análise deste relatório, convém mencionar os acidentes anteriores ocorridos com aeronaves da família Ipanema (modelos EMB 201, 201A, 202 e 202A) em que ocorreu falha estrutural na longarina das semiasas (Figura 18).

DATA	MATRÍCULA	MODELO	HORAS TOTAIS
17/01/2011	PT-GHP	EMB 201	6.245 H
31/12/2012	PT-GSB	EMB 201A	9.167 H
22/02/2013	PT-GZM	EMB 201A	4.340 H
03/05/2013	PT-GUR	EMB 201A	5.000 H*
18/12/2013	PT-USM	EMB 202	3.067 H
17/03/2016	PT-UKT	EMB 202	4.800 H*
07/10/2016	PT-ULQ	EMB 202	4.900 H*
20/11/2018	PT-UII	EMB 202	12.000 H
05/12/2021	PT-UZI	EMB 202A	3.900 H
08/01/2022	PT-UKZ	EMB 202A	5.550 H
14/01/2022	PT-UPG	EMB 202	6.291 H*

Figura 18 - Histórico de ocorrências de fratura das semiasas em aeronaves da família Ipanema, de 2011 a 2022. (*Horas totais podem conter variações devido a falhas nos registros).

Cabe destacar, contudo, que cada uma dessas ocorrências teve diferentes fatores contribuintes identificados. Em maior frequência, houve deficiências nos processos de manutenção ou em reparos realizados nas estruturas das semiasas, além de evidências de operação acima das margens do envelope de voo. Em ao menos sete delas, a falha ocorreu na região do 5º furo de ½", sendo frequente a existência do processo de fadiga associada à corrosão.

Com relação às lesões decorrentes desses onze acidentes aeronáuticos, oito pilotos sofreram lesões fatais, dois sofreram lesões graves e um sofreu lesões leves.

Histórico de Boletins de Serviço e Diretrizes de Aeronavegabilidade

Por motivações relacionadas aos acidentes acima elencados, ocorreu a publicação de BS da fabricante e a emissão de DA 2017-05-02 pela ANAC, cuja menção ao conteúdo é relevante para o contexto e análise desenvolvida neste relatório, por se tratar de arcabouço procedimental que tinha por objetivo prevenir/mitigar falhas estruturais nas semiasas de aeronaves da família Ipanema (Figura 19).

Data de Emissão	Tipo / Nome	Aplicável aos modelos	Conteúdo
01/02/2013	DAE Nº 2013-02-01 - NEIVA_39-1369	EMB-200, EMB-200A, EMB-201 e EMB-201A	Determinava, dentro de 50 horas, a inspeção detalhada da longarina das semiasas e dos elementos de junção e fixação com a fuselagem (conforme BSA 200-057-A005 de 08/02/2013).
08/02/13	BSA 200-057-A005	EMB-200, EMB-200A, EMB-201 e EMB-201A	INSPEÇÃO DAS ASAS E ESTRUTURAS QUANTO À CORROSÃO.
15/02/13	BSA 200-057-A005 REV-01	EMB-200, EMB-200A, EMB-201 e EMB-201A	INSPEÇÃO DAS ASAS E ESTRUTURAS QUANTO À CORROSÃO (substituídos/criados novos termos técnicos de designação de prendedores).
19/04/13	BSA 200-057-A005 REV-02	EMB-200, EMB-200A, EMB-201, EMB-201A e EMB-202	Foi adicionada figura para inspeção da rugosidade interna dos furos dos parafusos. Foram acrescentadas Notas e Advertências referentes às inspeções necessárias.
27/05/13	DA Nº 2013-05-02 NEIVA_39-1372	EMB-200, EMB-200A, EMB-201, EMB-201A e EMB-202 números de série: * 200001 até 200407, inclusive. * 200408 a 200709, inclusive.	Cancela DAE Nº 2013-02-01 - NEIVA_39-1369. Detalha a inspeção nas semiasas direita e esquerda e nos elementos de junção e fixação com a fuselagem, para detectar corrosão e trincas de acordo com as instruções descritas no BSA 200-057-A005, revisão 02.
16/07/13	BSA 200-057-A005 REV-03		INSPEÇÃO DAS ASAS E ESTRUTURAS QUANTO À CORROSÃO. Acrescenta no campo de cumprimento, a alternativa de cumprimento "nos próximos 15 dias, o que ocorrer primeiro".
19/12/13	DA Nº 2013-12-01 - NEIVA_39-1377		Cancela DA Nº 2013-05-02 NEIVA_39-1372 e inclui prazo calendárico dentro de 15 dias a partir da data de efetividade da DA.
14/09/15	DA Nº 2015-09-01 - EMBRAER_39-1395	EMB-200, EMB-200A, EMB-201, EMB-201A e EMB-202 e EMB-202A (todos os SN).	Não cancela a DA Nº 2013-12-01 - NEIVA_39-1377, atribui prazo de 3000 horas ou 17 anos ou próximas 400 horas após data da DA - inspeção detalhada das asas conforme Manuais de Serviço: "obrigatória desmontagem da asa, inspeção e reparo dos furos (todos: 1/2" e 3/16") independente da condição dos prendedores - substituição da inspeção visual por uma inspeção pelo método <i>Eddy Current</i> - repetir todas as inspeções em intervalo que não exceda 1000h ou dois anos".
25/11/16	BSA 200-057-A007		INSPEÇÃO DAS ASAS E ESTRUTURAS QUANTO À CORROSÃO E TRINCAS.
23/12/16	BS 200-057-A008		INSPEÇÃO DOS FUROS DE 1/2" QUANTO A CORROSÃO E TRINCAS.
29/05/17	DA Nº 20170502 NEIVA_391415		Cancela a DA Nº 2015-09-01 - EMBRAER_39-1395 e altera o direcionamento das inspeções dos manuais para o BS 200-057-008 e o BS 200-057-A007 (inspeção visual das longarinas a cada 100h e dos furos de 1/2" a cada 3.000h). Determina a INSPEÇÃO DE FUROS 1/2 POL em intervalo de inspeção dos furos de 1/2 pol de 3.000 horas totais ou 13 anos ou após 400 horas voadas após 15/09/2015 ou nos próximos 90 dias, conforme BS Neiva 200-057-008, com repetição em um intervalo de 2.000 horas ou 4 anos. Determina a INSPEÇÃO visual DAS LONGARINAS a cada 100 horas, conforme BS 200-057-A007.

Figura 19 - Histórico de Boletins de Serviço e Diretrizes de Aeronavegabilidade relacionados à inspeção das asas de aeronaves da família Ipanema.

O fenômeno fadiga-corrosão

Quando um material é submetido a solicitações de esforços cíclicos ou constantes, pode ocorrer um tipo de fratura denominada fratura por fadiga.

De forma geral, forma-se uma pequena trinca, geralmente em um ponto de concentração de tensões, que penetra lentamente no material, em uma direção perpendicular à tensão. Após muitos ciclos, a área do material se reduz a tal ponto que não permite mais suportar a carga aplicada onde então ocorre a ruptura final e repentina.

A característica principal das fraturas por fadiga é a presença de uma região, de início e propagação da trinca, com um aspecto liso, devido ao atrito entre as faces nos esforços repetidos, e uma região de aspecto rugoso, fibroso ou cristalino, onde se verifica a ruptura repentina.

Caso um material esteja sujeito a esforços cíclicos em um meio capaz de atacar química ou eletroquimicamente o material exposto, verificam-se condições para a implantação da corrosão associada à fadiga.

Os metais que estão suscetíveis a esse tipo de ataque são aqueles que têm uma camada protetora, como por exemplo, um óxido que produza resistência a um meio que tenderia a atacar o material. As rupturas sucessivas, durante a propagação da trinca de fadiga, rompem continuamente as camadas protetoras, expondo o material à ação do ambiente corrosivo.

A corrosão sob fadiga é influenciada pela frequência das vibrações mecânicas. Isto porque o componente de corrosão do fenômeno depende do tempo, e um mesmo número de ciclos a diferentes frequências representa diferentes tempos de exposição ao meio corrosivo.

Nesse tipo de corrosão, o fator mais importante é o caráter corrosivo do meio. Para um material metálico como o alumínio, utilizado nas chapas das mesas das longarinas, o valor do limite de resistência à fadiga irá ser reduzido caso o material esteja exposto a um meio corrosivo, ou seja, a corrosão irá reduzir a resistência à fadiga do material. Pode-se inferir que a maior resistência à corrosão sob fadiga está mais relacionada com a resistência à corrosão em si, do que com a alta resistência mecânica do material.

Conforme Gentil¹ (2003), o mecanismo de início de fratura pode estar associado a:

- concentração de tensões nos locais de entalhe ou pites formados pelo meio corrosivo; e
- fendas na superfície do metal, produzidas por intrusões e extrusões microscópicas formadas durante os ciclos de tensões.

As alternâncias de tensões de baixas e altas frequências e a aeração diferencial (diferentes concentrações de oxigênio) também contribuem para o surgimento do fenômeno.

Há diversos métodos que podem ser empregados para reduzir a corrosão por fadiga, como por exemplo:

- proteção catódica;
- uso de inibidores para diminuir a corrosividade do meio;
- revestimentos metálicos anódicos ou de sacrifício;
- películas não metálicas como revestimentos;
- jateamentos nas superfícies dos metais; e
- alterações de projeto, no sentido de eliminar áreas de concentração de tensões que possuem efeitos aceleradores neste tipo de corrosão. Grandes diferenças entre seções, perfurações e entalhes devem ser evitados.

¹ Referência: GENTIL, VICENTE, Corrosão - 4ª Edição, Editora LTC, Rio de Janeiro, 2003.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de aplicação aeroagrícola.

Durante a primeira operação do dia, que consistia na pulverização de produtos agrícolas em plantações de cana-de-açúcar, ocorreu a fratura da longarina da semiasa esquerda da aeronave, com a conseqüente separação desta do restante do avião, levando à perda de controle e à conseqüente colisão contra o solo.

Por não ter sido identificada a quantidade de defensivo agrícola remanescente no *hopper*, não foi possível calcular se a aeronave se encontrava dentro dos limites de peso e balanceamento.

Quanto aos registros na caderneta de célula, embora os registros dos serviços de manutenção estivessem devidamente lançados, o controle mensal de horas estabelecidos na Parte I dessa caderneta não estava atualizado.

A aeronave estava com o CVA válido e possuía uma AEV válida para operar com Etanol.

Os relatos coletados durante a investigação apontaram para uma utilização consideravelmente maior da aeronave em relação aos registros de manutenção, especialmente em função de seu frequente emprego para pulverização agrícola durante os períodos de safra.

A partir das análises documentais conduzidas, que se somaram aos relatos obtidos nas OMs que atuaram nas inspeções da aeronave, constatou-se que as inconsistências nos registros resultavam em subnotificação de horas, com implicações no controle de inspeções programadas.

Sobre esse tópico, no período pesquisado, as únicas inspeções de “50 horas” registradas nas cadernetas ocorreram em 01DEZ2015, 30JAN2016 e 16MAIO2020. Isso se deve ao fato de que as horas registradas entre as inspeções de “100 horas” não somavam as 50 horas previstas para as inspeções.

Destaca-se que, entre a inspeção de “100 horas” realizada em 30NOV2020 e a seguinte, em 08OUT2021, registrou-se, apenas, 1 hora e 36 minutos de voo. O último lançamento em diário de bordo ocorreu em 16FEV2021, não havendo quaisquer registros de inatividade da aeronave, conforme previa a IS 43.9-003 Rev. B, da ANAC.

Em 30NOV2020 (cerca de treze meses antes do acidente), foi atestado o cumprimento da DA 2017-05-02, após a realização da inspeção por *Eddy Current* nas longarinas das semiasas direita e esquerda, autorizando o retorno do PT-UPG ao serviço.

A última inspeção de “100 horas” e a obtenção do CVA foram finalizadas em 08OUT2021 (três meses antes do acidente), atestando que a aeronave se encontrava em condições aeronavegáveis. Cabe destacar que a referida inspeção incluiu o cumprimento do BS 200-057-A007, o qual detalhava a inspeção das asas e da estrutura de fixação quanto à corrosão e trincas.

A despeito da realização dessas inspeções, o avançado estado de corrosão encontrado na região fraturada da semiasa esquerda, além das diversas trincas identificadas, suscitou dúvidas quanto à qualidade da execução das tarefas de manutenção.

Organizações de manutenção visitadas mencionaram ser improvável que o BS 200-057-A007 pudesse ser adequadamente cumprido fora das instalações de uma OM, ou seja,

fora de um hangar de manutenção com o provimento adequado de meios, em especial nos ambientes operacionais agrícolas.

Uma das questões levantadas também se refere à qualidade do boroscópio utilizado, uma vez que diferentes OMs possuíam equipamentos com menor resolução e capacidade, que poderiam dificultar a visualização de trincas, em especial se as áreas inspecionadas não estivessem livres de sujidades.

Quanto ao Ensaio Não Destrutivo pelo método *Eddy Current* previsto na DA 2017-05-02, deve-se considerar que este necessitava ser realizado por profissional certificado e com experiência no uso do equipamento, assim como o equipamento necessitava de uma adequada calibração, utilizando-se um bloco padrão comercializado pela fabricante.

No que diz respeito aos BS associados à Diretriz de Aeronavegabilidade para inspeção das asas, cabe destacar que seu objetivo era proporcionar a detecção antecipada das condições que poderiam levar à falha catastrófica. Contudo, a aplicação dos BS se mostrou complexa para o contexto das operações aeroagrícolas, uma vez que as dificuldades inerentes à realização das tarefas, em especial nos períodos de safra, contribuíam para a ineficácia das inspeções.

Com relação à subnotificação de horas de voo, relatos colhidos durante a investigação suscitaram a hipótese de que o curto período entre as inspeções visuais previstas no BS 200-057-A007 poderia ser um fator motivador para que operadores adotassem essa prática, de modo a evitar a interrupção das operações durante os períodos de safra.

Ademais, a realização de Ensaio Não Destrutivo pelo método *Eddy Current* exigia capacitação e experiência por parte do técnico responsável, além do uso de equipamentos específicos, fatos que, de acordo com relatos, nem sempre eram observados durante as inspeções realizadas em campo.

Uma das principais formas de se detectar e tratar esses óbices seria por meio da emissão dos Reportes de Dificuldade em Serviço (RDS). No entanto, observou-se que não existia a cultura desse tipo de reporte no âmbito dos mecânicos de manutenção aeronáutica e das OMs, fato possivelmente associado ao receio de a fabricante ou a ANAC emitirem demandas adicionais, que poderiam implicar na retenção das aeronaves em solo para verificação.

Quanto ao operador da aeronave, ainda que os requisitos do RBAC 137 vigentes à época do acidente determinassem a existência de um Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional (MGSO) da empresa, a Comissão de Investigação não obteve acesso a quaisquer evidências que apontassem para a prática do Gerenciamento de Riscos afeto às suas operações.

Essa condição, somada ao fato de que o tripulante da ocorrência não utilizava equipamento de proteção individual previsto no RBAC, aponta para a repetição de deficiências na supervisão gerencial que já haviam sido registradas em acidentes anteriores com o mesmo operador.

Ademais, as inconsistências verificadas nos registros de horas voadas pela aeronave mostraram-se prejudiciais ao efetivo cumprimento das inspeções requeridas para a manutenção das condições de aeronavegabilidade do equipamento, o que enseja, também, um inadequado planejamento por parte da gerência.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;

- b) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e de Piloto Agrícola - Avião (PAGA) válidas;
- c) não foi possível determinar se o tripulante possuía experiência recente no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o CVA válido;
- e) a empresa operadora não possuía Especificações Operativas válidas, tampouco autorização para operar Serviços Aéreos Especializados na modalidade aeroagrícola;
- f) a aeronave possuía uma Autorização Especial de Voo válida para operação com Etanol;
- g) as escriturações de Controle Mensal de horas voadas constantes na Parte I da Caderneta de Célula estavam desatualizadas;
- h) o último registro de voo realizado no diário de bordo datava de 16FEV2021;
- i) em função das inconsistências nos controles de horas de voo da aeronave, não foi possível determinar, com precisão, suas horas totais;
- j) não foi possível determinar se a aeronave operava dentro dos limites de peso e balanceamento estipulados pela fabricante;
- k) as condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização da operação sob as regras do tipo de voo proposto;
- l) a semiasa esquerda despreendeu-se da fuselagem em voo;
- m) a ruptura da longarina da semiasa ocorreu na posição do quinto parafuso de ½”;
- n) foram observadas marcas de praia nas superfícies de fratura das chapas da mesa inferior, características da fratura por fadiga;
- o) a soltura da semiasa da aeronave ocorreu devido a um processo de fadiga-corrosão na mesa inferior da longarina da semiasa;
- p) constatou-se inconsistências nos registros da aeronave que resultavam em subnotificação de horas, com implicações no controle de inspeções programadas;
- q) as inconsistências nos registros comprometeram o controle e planejamento das atividades de manutenção previstas para operação do equipamento;
- r) não havia evidências da realização das inspeções de “50 horas”, previstas para a aeronave;
- s) houve uma aplicação da DA 2017-05-02 cerca de treze meses antes do acidente;
- t) houve a realização da inspeção de “100 horas” e a obtenção do CVA cerca de três meses antes do acidente;
- u) o avançado estado de corrosão encontrado na região fraturada da semiasa esquerda, além das diversas trincas identificadas, suscitou dúvidas quanto à qualidade da execução das tarefas de manutenção;
- v) a Comissão de Investigação não obteve acesso ao MGSO da empresa, nem ao Gerenciamento de Riscos afeto às suas operações;
- w) a aeronave teve danos substanciais;
- x) o PIC não estava utilizando um capacete de proteção, previsto em regulamento, durante a operação; e
- y) o PIC sofreu lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Cultura do grupo de trabalho - indeterminado.**

Relatos colhidos durante a investigação suscitaram a hipótese de que o curto período entre as inspeções visuais previstas no BS 200-057-A007 poderia ser um fator motivador para que operadores adotassem a prática de subnotificar as horas de voo registradas, de modo a evitar a interrupção das operações durante os períodos de safra.

Adicionalmente, observou-se que não existia a cultura de emissão do Reportes de Dificuldade em Serviço (RDS) no âmbito dos mecânicos de manutenção aeronáutica e das OMs, fato possivelmente associado ao receio de a fabricante ou a ANAC emitirem demandas adicionais, que poderiam implicar na retenção das aeronaves em solo para verificação.

Desse modo, tais crenças, práticas e regras informais dos grupos de profissionais podem ter ocasionado a não aderência às boas práticas de garantia da aeronavegabilidade continuada.

- **Manutenção da aeronave - contribuiu.**

Em função das inconsistências verificadas nos registros de horas da aeronave, concluiu-se que não havia um controle efetivo da periodicidade das inspeções.

Ademais, a extensão da corrosão verificada na região do quinto furo de ½” da longarina, somada às diversas trincas identificadas, levantou incerteza quanto à qualidade ou efetivo cumprimento do BS 200-057-0008, que ocorreu cerca de 3 meses antes do acidente, como também quanto ao efetivo cumprimento da DA 2017-05-02 ocorrido cerca de treze meses antes do acidente.

- **Projeto - indeterminado.**

A aplicação dos BS relacionados às inspeções das longarinas se mostrou complexa para o contexto das operações aeroagrícolas, uma vez que as dificuldades inerentes à realização das tarefas, em especial nos períodos de safra, contribuem para a ineficácia das inspeções.

A despeito das dificuldades reportadas, os investigadores constataram que a realização das inspeções era possível, factível e eficaz; desde que realizadas de acordo com as condições especificadas.

- **Supervisão gerencial - contribuiu.**

As inconformidades no âmbito administrativo e operacional relacionadas ao não cumprimento de requisitos, evidenciados na inconformidade dos registros em diário de bordo e cadernetas, bem como daqueles atinentes ao gerenciamento da segurança operacional, contribuíram para que as condições inseguras latentes do PT-UPG não fossem identificadas e corrigidas a tempo de se evitar o acidente.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Proposta de uma autoridade de investigação de acidentes com base em informações derivadas de uma investigação, feita com a intenção de prevenir ocorrências aeronáuticas e que em nenhum caso tem como objetivo criar uma presunção de culpa ou responsabilidade.

Em consonância com a Lei nº 7.565/1986, as recomendações são emitidas unicamente em proveito da segurança de voo. Estas devem ser tratadas conforme estabelecido na NSCA 3-13 “Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro”.

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:**A-004/CENIPA/2022 - 01****Emitida em: 19/03/2024**

Divulgar o conteúdo deste Relatório às Organizações de Manutenção habilitadas nos modelos de aeronaves da família Ipanema, de modo a alertar para a necessidade de que as Diretrizes de Aeronavegabilidade e Boletins de Serviço afetos à inspeção das asas sejam cumpridos com plena adesão ao preconizado nas publicações técnicas, utilizando-se dos equipamentos adequados, do padrão de calibração previsto e pessoal capacitado, com vistas às boas práticas de manutenção.

A-004/CENIPA/2022 - 02**Emitida em: 19/03/2024**

Atuar junto à Organização de Manutenção João Martins Manutenção de Aeronaves Ltda., no sentido de garantir a adequação e a qualidade dos serviços de manutenção realizados, em especial no que se refere ao cumprimento de Boletins de Serviço aplicáveis aos modelos de aeronave que é autorizada a inspecionar.

A-004/CENIPA/2022 - 03**Emitida em: 19/03/2024**

Realizar ações de promoção da segurança operacional para Mecânicos de Manutenção Aeronáutica e Organizações de Manutenção do segmento aeroagrícola, objetivando divulgar e fomentar a cultura de preenchimento dos Reportes de Dificuldades em Serviços.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.**Emissão do Boletim de Serviço 200-057-0013**

Em 28JAN2022, a fabricante das aeronaves Ipanema emitiu novo Boletim de Serviço com detalhes adicionais relativos à inspeção das asas e da estrutura de fixação quanto à corrosão e trincas. Ao descrever a motivação do Boletim, o documento descreve que as investigações indicavam “práticas deficientes de inspeção e manutenção como fatores contribuintes” dos acidentes.

Alerta de Segurança Operacional (ASO) 0001-0/2022 ANAC - 07FEV2022

Com a finalidade de alertar operadores e mantenedores quanto à presença de trincas e corrosão nas semiasas de aviões EMBRAER modelos EMB-202 e EMB-202A, a Agência Reguladora emitiu o referido ASO para reforçar a importância do correto cumprimento dos procedimentos de inspeção visual e por meio de Ensaio Não Destrutivo nas Diretrizes de Aeronavegabilidade e Boletins de Serviço associados, além de ressaltar a importância do atendimento aos prazos estabelecidos.

Em 19 de março de 2024.