

**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE**  
**ACIDENTES AERONÁUTICOS**



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-036/CENIPA/2022**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PT-BOK</b>
<b>MODELO:</b>	<b>PA-28-140</b>
<b>DATA:</b>	<b>21MAR2022</b>



## 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 do mesmo 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 ANAC e ao 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 resguardar 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.*

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

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-BOK, modelo PA-28-140, ocorrido em 21MAR2022, classificado como “[SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor | Com hélice”.

Durante um voo de instrução, na região de Bragança Paulista, SP, com aproximadamente dez minutos de voo, a aeronave apresentou repentinamente uma forte vibração e perda de performance do grupo motopropulsor. Os pilotos realizaram um pouso de emergência em área descampada de um condomínio residencial a 4,9 NM do aeródromo da cidade.

A aeronave teve danos substanciais e os dois tripulantes sofreram lesões graves.

Houve a designação de Representante Acreditado do *National Transportation Safety Board* (NTSB) - Estados Unidos, Estado de fabricação da aeronave.



## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave. ....	6
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.....	7
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	8
1.6. Informações acerca da aeronave.....	8
1.7. Informações meteorológicas.....	14
1.8. Auxílios à navegação.....	15
1.9. Comunicações.....	15
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	15
1.11. Gravadores de voo.....	15
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	15
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.....	17
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	19
1.18. Informações operacionais.....	20
1.19. Informações adicionais.....	20
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	20
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>20</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>22</b>
3.1. Fatos.....	22
3.2. Fatores contribuintes.....	22
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>23</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>23</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

AFIS	<i>Aerodrome Flight Information Service</i> - serviço de informação de voo em aeródromo
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
COM	Certificado de Organização de Manutenção
CVA	Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
FOD	<i>Foreign Object Damage</i> - danos por objeto estranho
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
IN	Instrutor
INVA	Habilitação de Instrutor de Voo - Avião
IS	Instrução Suplementar
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MLTE	Habilitação de Classe Avião Multimotor Terrestre
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
OS	Ordem de Serviço
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PN	<i>Part Number</i> - número de peça
PRI	Categoria de Registro de Aeronave Privada - Instrução
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
SBBP	Designativo de Localidade - Aeródromo Estadual Arthur Siqueira, Bragança Paulista, SP
SBMT	Designativo de Localidade - Aeródromo Campo de Marte, São Paulo, SP
SD4V	Designativo de Localidade - Aeródromo de Socorro, SP
SERIPA IV	Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> PA-28-140 <b>Matrícula:</b> PT-BOK <b>Fabricante:</b> Piper Aircraft	<b>Operador:</b> Charlie 0-Aeronautical Training Center Ltda.
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 21MAR2022 - 13:40 (UTC) <b>Local:</b> Área descampada em condomínio residencial particular <b>Lat. 22°53'54"S Long. 046°33'22"W</b> <b>Município - UF:</b> Bragança Paulista - SP	<b>Tipo(s):</b> [SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor <b>Subtipo(s):</b> Com hélice

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Estadual Arthur Siqueira (SBBP), Bragança Paulista, SP, por volta das 13h30min (UTC), a fim de realizar voo local de instrução na área reservada SBR-460, com um Instrutor (IN) e um piloto a bordo.

O voo transcorreu em condições visuais e com, aproximadamente, dez minutos, repentinamente, a aeronave apresentou forte vibração e perda de performance do grupo motopropulsor. A tripulação realizou um pouso de emergência em área descampada em um condomínio residencial a 4,9 NM do aeródromo.

A aeronave teve danos substanciais e os dois tripulantes sofreram lesões graves.



Figura 1 - Aeronave após a parada total.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	2	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais nas três pernas do trem de pouso, na fuselagem, nas asas, no flape direito, no motor e no para-brisas.

Uma das pás da hélice teve fratura e perdeu aproximadamente 50% de sua extensão. A outra pá teve avarias devido ao impacto.



Figura 2 - Imagem aproximada dos danos na aeronave e detalhe da hélice fraturada.

#### 1.4. Outros danos.

Não houve.

#### 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

##### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas		
Discriminação	IN	PIC sob supervisão
Totais	740:50	156:05
Totais, nos últimos 30 dias	24:50	01:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:10	00:10
Neste tipo de aeronave	590:50	100:30
Neste tipo, nos últimos 30 dias	19:50	01:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:10	00:10

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros da Caderneta Individual de Voo (CIV) Digital dos pilotos.

##### 1.5.2. Formação.

O IN realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de São Paulo, SP, em 2016 e obteve a habilitação de Instrutor de Voo - Avião (INVA) em janeiro de 2020.

O outro piloto, que atuava como Piloto em Comando (PIC) sob supervisão, realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Catanduva, SP, em 2020 e estava realizando instrução para a obtenção da habilitação INVA.

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

O IN possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE), Avião Multimotor Terrestre (MLTE), Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) e Instrutor de Voo - Avião (INVA) válidas.

O PIC sob supervisão possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

#### 1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

O IN estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo, tendo mais de 183 horas de voo como instrutor de aeronaves.

O PIC sob supervisão estava qualificado, sendo sua terceira instrução no curso de preparação de instrutor de voo de aeronaves.

#### 1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

Os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.

#### 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de *Serial Number* (SN - número de série) 28-24721, foi fabricada pela *Piper Aircraft*, em 1968, e estava inscrita na Categoria de Registro de Aeronave Privada - Instrução (PRI).

O Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) estava válido.

Ela estava equipada com um motor convencional, fabricado pela empresa *Lycoming Engines*, modelo O-320-E2A, SN L-230019-27A, e uma hélice fabricada pela empresa *Sensenich Propeller*, modelo 74DM6-0-58 e SN K-26595.

A hélice SN K-26595 havia sido removida da aeronave PT-DCW e instalada no PT-BOK no dia 02DEZ2021.

Não foi possível determinar o peso e balanceamento da aeronave, uma vez que a ficha não estava atualizada, devido à pintura efetuada posteriormente à última ficha de pesagem em posse do operador. As informações contidas nessa ficha serão detalhadas nos itens 1.17 e 1.18 deste relatório.

A aeronave possuía 4.661 horas totais de voo, 157 horas e 20 minutos após a última inspeção para recebimento do Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) e 13 horas e 10 minutos após a última inspeção do tipo 100 horas.

O motor possuía 4.676 horas e 55 minutos totais de voo, 1.094 horas e 5 minutos após a última revisão geral e 13 horas e 10 minutos após a última inspeção do tipo 100 horas.

A hélice SN K-26595 possuía 6.163 horas e 30 minutos totais de voo, 440 horas e 36 minutos após a última revisão geral e 13 horas e 10 minutos após a última inspeção do tipo 100 horas.

As cadernetas de célula, motor e hélice estavam com as escriturações desatualizadas.

A última caderneta de célula, aberta em 11SET2020, não possuía qualquer anotação nos registros mensais de utilização, desde sua abertura.

A última caderneta do motor, aberta em 11SET2020, também não possuía qualquer anotação nos registros mensais de utilização, desde sua abertura.

A última caderneta da hélice SN K-26595, aberta em 14ABR2011, possuía anotações nos registros mensais de utilização, porém, o último registro lançado havia sido em dezembro de 2019.

Na Instrução suplementar (IS) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) Nº 43.9-003, Revisão B, de 20FEV2020, em seu item 5.6.2, estava previsto que a atualização da parte I das cadernetas deveria, obrigatoriamente, ser registrada até o quinto dia do mês subsequente, conforme transcrição abaixo:

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.

Com relação às inspeções da hélice SN K-26595 quando estava instalada na aeronave PT-DCW e na troca para o PT-BOK, levantou-se as seguintes informações (Figura 3).

ITEM	DATA	EVENTO	AERONAVE INSTALADA	REGISTRO	HORAS TOTAIS DA HÉLICE	HORAS APÓS REVISÃO GERAL	HORAS TOTAIS (AERONAVE)	OFICINA	OS
HÉLICE S/N K26595	19/08/2020	ENTRADA EM REVISÃO GERAL	PT-DCW	ATV-1996/2020 OS 1996/2020	5722,9	0,0	5742 (PT-DCW)	AEROTÉCNICA VAVÁ	1996/2020
HÉLICE S/N K26595	25/08/2020	SAÍDA DA REVISÃO GERAL	PT-DCW	ATV-1996/2020 OS 1996/2020	5722,9	0,0	5742 (PT-DCW)	AEROTÉCNICA VAVÁ	1996/2020
HÉLICE S/N K26595	17/09/2020	CERTIFICAÇÃO DE VERIFICAÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE (CVA)	PT-DCW	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	5722,9	0,0	5742 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	2499/20
HÉLICE S/N K26595	17/09/2020	REGISTRADO NAS CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE A REVISÃO GERAL DA HÉLICE	PT-DCW	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	5722,9	0,0	5742 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	2499/20
HÉLICE S/N K26595	14/04/2021	INSPEÇÃO DE 50/100/500/1000 HORAS	PT-DCW	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	5751,8	28,9	5770,9 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	2835/21
HÉLICE S/N K26595	18/06/2021	INSPEÇÃO DE 50 HORAS	PT-DCW	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	5801,7	78,8	5820,8 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	3190/21
HÉLICE S/N K26595	11/08/2021	INSPEÇÃO DE 50/100 HORAS	PT-DCW	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	5855,1	132,2	5874,2 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	3353/21
HÉLICE S/N K26595	NÃO LANÇADA	INSPEÇÃO DE 50H	PT-DCW	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA
HÉLICE S/N K26595	28/09/2021	INSPEÇÃO DE 50/100/200 HORAS / 90 DIAS/ 4 MESES / CVA	PT-DCW	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	5945,8	222,9	5964,9 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	3489/21
HÉLICE S/N K26595	05/11/2021	INSPEÇÃO DE 50 HORAS	PT-DCW	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	5995	272,1	6014,1 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	3610/21
-	01/12/2021	INÍCIO DA INSPEÇÃO DE 100 HORAS DA AERONAVE PT-BOK	PT-BOK	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	-	-	4553,7 (PT-BOK)	MARTE UPDATE	3706/21
HÉLICE S/N K26595 E S/N K13087	02/12/2021	TROCA DE AERONAVE (REMOÇÃO DO PT-DCW E INSTAÇÃO NO PT-BOK)	PT-DCW/PT-BOK	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	6045*	332,1**	6056,8 (PT-DCW)	MARTE UPDATE	3706/21 E 3714/21

Figura 3 - Ordem Cronológica das inspeções da hélice SN K-26595 na aeronave PT-DCW e troca para o PT-BOK.

(\*) lançadas nas cadernetas de manutenções 7,3 horas a mais do que as registradas no diário de bordo (o correto seria 6.037,7 horas).

(\*\*) lançadas nas cadernetas de manutenções 17,3 horas a mais do que as lançadas no diário de bordo (o correto seria 314,8).

No dia 19AGO2020, a Organização de Manutenção (OM) Marte *Updates & Avionics* Ltda. - ME, Certificado de Organização de Manutenção (COM) N° 1404-01/ANAC, terceirizou o serviço de revisão geral da hélice SN K-26595, modelo 74DM6-0-58, para a empresa Aerotécnica Vavá, Especializados em Hélices Governadores e Ensaio (COM N° 8004-03/ANAC), que era certificada para realizar a manutenção solicitada.

Na ocasião do recebimento, foi registrado que não havia danos visuais na hélice, a qual possuía um total de 5.722 horas e 54 minutos desde nova.

Na inspeção dimensional, ensaios não destrutivos de líquido penetrante e na revisão geral da hélice SN K-26595, não foram constatadas discrepâncias, tendo ela sido declarada em conformidade com os requisitos de aeronavegabilidade continuada e aprovada para retorno ao serviço em 25AGO2020.

No dia 17SET2020, a hélice passou pela inspeção de verificação de aeronavegabilidade, sendo declarada em conformidade com os requisitos de aeronavegabilidade continuada na referida data.

Após sua revisão geral e até ela ser transferida do PT-DCW para o PT-BOK, no dia 02DEZ2021, a hélice SN K-26595 operou por 314 horas e 48 minutos. Nesse período, segundo o calendário de inspeções da célula do PT-DCW, ela deveria ter passado por seis inspeções de 50 horas e três inspeções de 100 horas, tendo sido registradas apenas cinco inspeções de 50 horas e três de 100 horas.

Com relação ao serviço de troca da hélice entre as aeronaves PT-DCW e PT-BOK foram levantadas as informações comentadas a seguir.

- No dia 01DEZ2021, a aeronave PT-BOK entrou em inspeção, na empresa Marte Updates, Ordem de Serviço (OS) nº 3706/21.

Nessa OS, não foi possível constatar se a hélice SN K-26595 foi inspecionada, uma vez que foi registrada, nas anotações, apenas a verificação da hélice *Part Number* (PN) M74DM-O-58 e SN K-13087 (hélice anteriormente instalada), constando-se que o serviço realizado foi exclusivamente a remoção e instalação das hélices mencionadas (Figura 4).

PÁGINA: 2

**MARTE** **ORDEM DE SERVIÇO** O.S. Nº 3706 /21  
 \*\*\* UPDATES & AVIONICS Form. MUP-012  
 Data de Impressão: Rev. 16/03/2021

Modelo: PA-28-140	S/N: 28-24721	TSM: 4533,7	ISO: ~	CSW: ~	Ano Fab: 1968	PREFIXO: <b>PT-BOK</b>
Operador: CHARLIE O. AERONAUTICAL TRAINING CENTER LTDA						Comercial: LUZIA
Entrada: 01/12/2021	Previsão de Saída: 00/01/1900	Saída: 02/12/21	Localidade: SBMT			
Retorna: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não						

INSPEÇÃO NO ESTADO GERAL DO PRODUTO: ( X ) ACEITÁVEL ( ) COMENTÁRIOS

DESCREVER O RECEBIMENTO: Serviços executados na aeronave.

ITEM	SERVIÇOS A EXECUTAR/DEFICIÊNCIAS ENCONTRADAS	S/N	SERVIÇO EXECUTADO
3	EFETUAR CALIBRAGEM DOS PNEUS		Realizada a calibragem dos pneus de acordo com o APM PN 753-586
4	Verificar Hélice PN-O M74DM-O-58 S/N-K-13087.		Removida a hélice PN M74DM-O-58 S/N K13087 e instalada a hélice PN M74DM6-O-58 S/N K-26595

REMOÇÃO				INSTALAÇÃO	
ITEM	DESCRIÇÃO	P/N	S/N	P/N	S/N
01	M74DM Hélice	M74DM-O-58	K13087	M74DM6-O-58	K-26595
02	HELICE				

Figura 4 - Ordem de serviço nº 3706/21 (inspeção de 100 horas da aeronave PT-BOK).

- Ainda, na página referente às inspeções de 50 e 100 horas observou-se que as primeiras tarefas elencadas se referiam à verificação das condições da hélice instalada.

Nessa OS não foi possível determinar em que momento a inspeção foi realizada, se antes ou depois da substituição e, conseqüentemente, em qual hélice foi realizada a inspeção. Além disso, os registros foram rasurados, uma vez que haviam sido impressos, originalmente, com as informações da hélice removida (Figura 5).

MARTE *** UPDATES & AVIONICS CDM 149401/ANAC		MARTE UPDATES & AVIONICS FICHA DE INSPEÇÃO PIPER CHEROKEE PA-28-140, -150, -160, -180; 235; & PA-28R-180/200	
Ficha de Inspeção extraída do Piper Airplane Maintenance Manual 753-586 revisado em 30 de novembro de 2019.			
PREFIXO	PT-BOK	O.S. Nº	3706/2021 DATA DE ENTRADA: 01/12/2021
<b>INSPEÇÃO DE: ( ) 50 HORAS (X) 100 HORAS ( ) CVA ( ) ESPECIAL</b>			
Marca	Célula PIPER	Motor LYCOMING	Hélice SENSENICH
Modelo	PA-28-140	O-320-E2A	M74DM-0-58
Nº de Série	28-24721	L-23019-27A	(K1308) K26595
Horas Totais	(4552.4) 4553.7	(4552.4) 4553.7	(4504.8) 6045.0
Após Revisão	NOVO	(1380.4) 970.9	(979.6) 332.1
Avião Acidentado		C.V.A.	
Sim	Não	Sim	Não
		Especial	
		Sim	Não
Consulte as Notas 1, 2, 3 e 4 antes de efetuar as inspeções a seguir.			
Natureza da Inspeção		Intervalo (horas)	Mecânico Inspetor
A. GRUPO DA HÉLICE		50 100	
CUIDADO: TOMAR UM CUIDADO EXTREMO AO GIRAR A HÉLICE COM AS MÃOS; A HÉLICE PODE RETROCEDER. ANTES DE GIRAR A HÉLICE, CERTIFIQUE-SE QUE AS CHAVES DE AMBOS OS MAGNETOS ESTÃO DESLIGADAS (ATERRADAS). SE OS MAGNETOS NÃO ESTIVEREM ATERRADOS, O GIRAR DA HÉLICE PODE ACIONAR O MOTOR.			
1	Inspeção o spinner e a placa traseira quanto a trincas, dentes, parafusos faltando e segurança.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Inspeção as pás quanto a entalhes e trincas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: cheque quanto a vazamentos de graxa e óleo. N/A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: lubrifique a hélice conforme a Carta de Lubrificação, Seção II. N/A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Inspeção os suportes de instalação do spinner quanto a trincas e segurança.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Inspeção os parafusos de instalação da hélice quanto a segurança e frenagem. Verifique o torque e torne a aplicar a frenagem adequada caso freio esteja rompido.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: inspeção as partes do cubo quanto a trincas e corrosão. N/A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: gire as pás da hélice e cheque quanto ao aperto no tubo guia do cubo. (Consulte a Seção VIII). N/A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	Inspeção toda a hélice e o spinner quanto a segurança, striito, trincas, deterioração, desgaste e instalação correta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 5 - Ordem de serviço rasurada e primeiras tarefas da inspeção.

- No dia 02DEZ2021, a aeronave PT-DCW realizou um pouso no Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, às 15h44min (UTC), ainda com a hélice SN K-26595 instalada.
- A remoção da hélice SN K-26595 do PT-DCW foi registrada no dia 02DEZ2021, na OS nº 3714/21. Nessa OS, constatou-se que o serviço foi realizado no dia 02DEZ2021, um dia após o início das inspeções da aeronave PT-BOK.
- Não foi possível confirmar se a hélice SN K-26595 foi inspecionada, uma vez que constavam, nos registros feitos pelo executor do serviço, exclusivamente, a substituição da hélice mencionada (Figura 6).

MARTE *** UPDATES & AVIONICS CDM 149401/ANAC		ORDEM DE SERVIÇO		O.S. Nº 3714 /21	
Modelo: PA-28-140		S/N: 28-24713	TSN: N/A	CSN: 1964	Form. MUP-012 Rev. 16/03/2021
Entrada: 02/12/2021			Previsão de Saída: 02/12/2021	Localidade: SBMT	
INSPEÇÃO NO ESTADO GERAL DO PRODUTO: (X) ACEITÁVEL ( ) COMENTÁRIOS					
DESCREVER O RECEBIMENTO: Serviços executados no aeroplano.					
ITEM	DESCRIÇÃO	P/N	S/N	REMOÇÃO	INSTALAÇÃO
1	VERIFICAR HÉLICE P/N: 74DM6-0-58 E S/N K-26595	74DM6-0-58	K-26595	M74DM-0-58	K-126595
<p>EFETUADA A SUBSTITUIÇÃO DA HÉLICE DA AERONAVE COM P/N M74DM-0-58 ORIGINÁRIO DA 3011114</p>					

Figura 6 - Ordem de serviço nº 3714/21 (substituição da hélice da aeronave PT-DCW).

Além de não ser possível determinar se a inspeção da hélice SN K-26595 foi realizada por meio das OS acima mencionadas, a caderneta da referida hélice também não possuía tal registro.

Na página 39 dessa caderneta, foi possível constatar a realização da inspeção de 50 horas feita no dia 05NOV2021 e na página 40, a realização da substituição da hélice no dia 02DEZ2021. O próximo registro de inspeção foi realizado, apenas, no dia 15MAR2022, três meses após a substituição da hélice, não sendo registrada a manutenção da hélice SN K-26595 durante a inspeção em que se realizou a instalação.

Ainda, no dia 02DEZ2021, foi registrada a inspeção de 100 horas na caderneta da hélice SN K-13087, sendo sua etiqueta colada em uma folha anterior ao registro da substituição das pás, corroborando a cronologia dos fatos.

Com relação às inspeções do PT-BOK, foram colhidas as seguintes informações (Figura 7):

ITEM	DATA	EVENTO	AERONAVE INSTALADA	REGISTRO	HORAS TOTAIS DA HÉLICE	HORAS APÓS REVISÃO GERAL	HORAS TOTAIS (AERONAVE)	OFICINA	OS
HÉLICE S/N K13087	12/11/2021	CERTIFICAÇÃO DE VERIFICAÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE (CVA)	PT-BOK	CADERNETA DE CÉLULA E HÉLICE	4503,7	1331,4	4503,7 (PT-BOK)	MARTE UPDATE	3630/21
HÉLICE S/N K13087	01/12/2021	INÍCIO DA INSPEÇÃO DE 100 HORAS DA AERONAVE PT-BOK	PT-BOK	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	4503,7	1331,4	4503,7 (PT-BOK)	MARTE UPDATE	3706/21
HÉLICE S/N K13087	02/12/2021	INSPEÇÃO DE 100H/ 4 MESES	PT-BOK	CADERNETA DE CÉLULA E HÉLICE	4455,4 (S/N K13087)	1283,1 (S/N K13087)	4553,7 (PT-BOK)	MARTE UPDATE	3706/21
HÉLICE S/N K26595 E S/N K13087	02/12/2021	TROCA DE AERONAVE (REMOÇÃO DO PT-DCW E INSTAÇÃO NO PT-BOK)	PT-DCW/PT-BOK	CADERNETAS DE CÉLULA E HÉLICE	6045* (S/N K26595)	332,1** (S/N K26595)	4553,7 (PT-BOK)	MARTE UPDATE	3706/21 E 3714/21
HÉLICE S/N K26595	03/01/2022	ENTRADA NA PINTURA	PT-BOK	DIÁRIO DE BORDO	6074,9	352,0	4590,9 (PT-BOK)	PARTICULAR	NIL
HÉLICE S/N K26595	10/02/2022	SAÍDA DA PINTURA	PT-BOK	DIÁRIO DE BORDO	6074,9	352,0	45890,9 (PT-BOK)	PARTICULAR	NIL
HÉLICE S/N K26595	NÃO LANÇADA	INSPEÇÃO DE 50H	PT-BOK	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA	NÃO LANÇADA
HÉLICE S/N K26595	15/03/2022	INSPEÇÃO DE 50/100/500 HORAS	PT-BOK	CADERNETA DE CÉLULA E HÉLICE	6150,4	427,5	4647,9 (PT-BOK)	MARTE UPDATE	3930/22
HÉLICE S/N K2659	21/03/2022	ACIDENTE	PT-BOK	ACIDENTE	6163,5	440,6	4661 (PT-BOK)	ACIDENTE	NIL

Figura 7 - Ordem cronológica das inspeções na aeronave PT-BOK.

- (\*) lançamento nas cadernetas de manutenções de 7,3 horas a mais do que as registradas no diário de bordo (o correto seria 6.037,7 horas).  
 (\*\*) lançamento nas cadernetas de manutenções de 17,3 horas a mais do que as lançadas no diário de bordo (o correto seria 314,8 horas).

A última inspeção para emissão do Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA), foi realizada em 12NOV2021 pela OM Marte Updates, em São Paulo, SP. Nessa inspeção, ainda não havia sido substituída a hélice da aeronave, estando instalada a anterior, fabricada pela empresa *Sensenich Propeller*, modelo 74DM6-0-58 e SN K-13087. No momento do acidente, a célula da aeronave contabilizava um total de 157 horas e 18 minutos voados após essa inspeção.

Após a instalação da hélice SN K-26595, a aeronave PT-BOK voou 107 horas e 18 minutos. Nesse período, segundo o calendário de inspeções da célula, a hélice deveria ter passado por duas inspeções de 50 horas e uma inspeção de 100 horas, tendo sido registradas apenas uma inspeção de 50 horas e uma de 100 horas.

No dia 03JAN2022, às 13h43min (UTC), a aeronave realizou um voo de traslado de SBBP para o Aeródromo de Socorro (SD4V), SP, a fim de realizar pintura em hangar de manutenção privado. A aeronave permaneceu na localidade para a realização do serviço proposto e regressou à SBBP, às 22h00min (UTC), do dia 10FEV2022.



Figura 8 - Pintura antiga da aeronave PT-BOK.

A pintura da aeronave foi realizada por profissional não habilitado pela ANAC e, conforme relatado por ele, não havia supervisor do serviço durante a sua realização. Além disso, não foi apresentada documentação probatória do acompanhamento de profissional qualificado, durante o serviço de pintura.

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 43, EMD05, em sua seção 43.3, letra (d), versava sobre a execução de manutenção, manutenção preventiva e alterações sob supervisão de um mecânico de manutenção aeronáutica habilitado pela ANAC:

(d) Uma pessoa que estiver trabalhando sob a supervisão de um mecânico de manutenção aeronáutica pode executar manutenção, manutenção preventiva e alterações para os quais seu supervisor esteja habilitado pela ANAC, desde que o supervisor observe pessoalmente a execução do trabalho, na extensão requerida para se assegurar que esteja sendo executado apropriadamente, e permaneça prontamente disponível, em pessoa, para responder consultas do executante. Entretanto, este parágrafo não autoriza a execução de qualquer inspeção requerida pelo RBAC nº 91 ou qualquer inspeção executada após um grande reparo ou grande alteração. (Redação dada pela Resolução nº 612, de 09.03.2021)

O serviço de pintura da aeronave PT-BOK não foi lançado na caderneta de célula e o seu executor relatou que a hélice não foi removida para a pintura.

Após o serviço de pintura geral, não foi realizada a pesagem da aeronave, tampouco o cálculo de peso e balanceamento.

O RBAC nº 91, EMD03, em sua Subparte E, seção 91.423, letra c, item 2, versava sobre a execução de pesagem e balanceamento de aeronaves, conforme destacado abaixo:

#### 91.423 Pesagem e balanceamento de aeronaves

(a) Aeronaves cujos manuais aprovados definem intervalos de tempo entre pesagens consecutivas devem ser pesadas de acordo com tais manuais.

(b) Aviões categoria transporte regional e categoria transporte, aviões multimotores com motores a reação de qualquer categoria e aeronaves de asas rotativas categoria transporte, quando não possuírem intervalos de pesagem definidos em seus manuais aprovados, devem ser pesados a cada 5 anos.

(c) Ressalvado o estabelecido nos parágrafos (a) e (b) desta seção, qualquer aeronave deve ser pesada:

(1) sempre que houver dúvidas quanto à exatidão de seu peso e balanceamento; e

(2) após ter sido submetida a serviços de manutenção e alterações que possam ter alterado seu peso, tais como pintura geral, grandes reparos, grandes alterações, mudanças de configuração, etc. (grifo nosso).

No dia 15MAR2022, 57 horas após a pintura da aeronave, foi realizada a última inspeção antes do acidente, do tipo 100 horas, na empresa Marte *Updates*.

Tanto na OS nº 3930/2022 (Figura 9) quanto no Mapa de Controle de Componentes (Figura 10), do dia 15MAR2022, constava, erroneamente, que a hélice SN K-13087 ainda estava instalada na aeronave PT-BOK.

MARTE		MARTE UPDATES & AVIONICS	
FICHA DE INSPEÇÃO		PIPER CHEROKEE PA-28-140, -150, -160, -180; 235; & PA-28R-180/200	
Ficha de Inspeção extraída do Piper Airplane Maintenance Manual 753-586 revisado em 30 de novembro de 2019.			
PREFIXO	PT-BOK	O.S. Nº	3930/2022
DATA DE ENTRADA:		03/03/2022	
INSPEÇÃO DE: ( ) 50 HORAS (X) 100 HORAS ( ) CVA ( ) ESPECIAL			
Marca	Célula	Motor	Hélice
Modelo	PA-28-140	O-320-E2A	SENENICH
Nº de Série	28-24713	L-23019-27A	M74DM-0-58
Horas Totais	4647,9	4647,9	K13087
Após Revisão	N/A	1066,1	4647,9
Avião Acidentado		C.V.A.	
Sim	Não	Sim	Não
	X		X
Especial		Especial	
Sim	Não	Sim	Não
	X		X
Consulte as Notas 1, 2, 3 e 4 antes de efetuar as inspeções a seguir.			
Natureza da Inspeção		Intervalo (horas)	Mecânico Inspetor
A. GRUPO DA HÉLICE		50 100	
CUIDADO: TOMAR UM CUIDADO EXTREMO AO GIRAR A HÉLICE COM AS MÃOS; A HÉLICE PODE RETROCEDER ANTES DE GIRAR A HÉLICE. CERTIFIQUE-SE QUE AS CHAVES DE AMBOS OS MAGNETOS ESTÃO DESLIGADAS (ATERRADAS). SE OS MAGNETOS NÃO ESTIVEREM ATERRADOS, O GIRAR DA HÉLICE PODE ACIONAR O MOTOR.			
1	Inspeção o spinner e a placa traseira quanto a trincas, dentes, parafusos faltando e segurança.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Inspeção as pás quanto a entalhes e trincas.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: cheque quanto a vazamentos de graxa e óleo.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: lubrifique a hélice conforme a Carta de Lubrificação, Seção II.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Inspeção os suportes de instalação do spinner quanto a trincas e segurança.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Inspeção os parafusos de instalação da hélice quanto a segurança e frenagem. Verifique o torque e tome a aplicar a frenagem adequada caso freio esteja rompido.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: inspeção as partes do cubo quanto a trincas e corrosão.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Somente no PA-28-235, se a hélice instalada for de velocidade constante: gre as pás da hélice e cheque quanto ao aperto no tubo guia do cubo. (Consulte a Seção III).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Inspeção toda a hélice e o spinner quanto a segurança, atrito, trincas, deterioração, desgaste e instalação correta.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 9 - Ordem de Serviço da última inspeção da aeronave PT-BOK.

NOMENCLATURA	CONTROLES / REFERÊNCIAS			TSN	TSO	CSN
	TLV	TBO	CBO			
HELICE	N/A	2 000 0 hrs	N/A	4647.9	1475.6	N/A

Figura 10 - Extrato do Mapa de Controle de Componentes do dia 15MAR2022.

Além de os dados constantes nas documentações acima estarem incorretos, a inspeção de 100 horas foi registrada em ambas as cadernetas de hélice, tanto da SN K-26595, quanto da SN K-13087, sendo que, nesta última, foi colada uma etiqueta informando que o registro estava errado.

No dia 21MAR2022, durante o voo do acidente, ocorreu a fratura em uma das pás da hélice, passadas 13 horas e 10 minutos de voo após a última inspeção na aeronave.

### 1.7. Informações meteorológicas.

Os *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) de SBBP traziam as seguintes informações:

METAR SBBP 211200Z 15016KT 9999 FEW005 SCT100 19/14 Q1023=

METAR SBBP 211300Z 15018KT 9999 BKN026 20/14 Q1023=

METAR SBBP 211400Z 12019KT 9999 BKN026 BKN100 20/14 Q1024=

METAR SBBP 211500Z 15016G26KT 9999 BKN026 BKN100 21/15 Q1023=

De acordo com as gravações do *Aerodrome Flight Information Service* (AFIS - serviço de informação de voo em aeródromo) de SBBP, o ajuste do campo no momento da decolagem era 1.023 hPa e a direção e intensidade do vento eram de 150° com 15 kt.

Ainda sobre as informações do AFIS, no momento do acionamento do motor do PT-BOK, foi informado vento de 8 kt e, logo antes de sua decolagem, de 22 kt.

Desta forma, verificou-se que a visibilidade estava acima de 10 km, o teto a 2.600 ft e vento com intensidade variando entre 8 e 22 kt.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

De acordo com as gravações do AFIS de SBBP, verificou-se que a tripulação manteve contato bilateral até o momento de troca de frequência (posição "instrução"), para o ingresso na área de voo planejada, não havendo anormalidades técnicas de equipamentos de comunicação durante o voo.

### 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 fora de aeródromo, em área descampada de um condomínio particular.

A distribuição dos destroços foi do tipo concentrada e a aeronave percorreu cerca de 20 m no solo até a sua parada.



Figura 11 - Croqui dos destroços.



Figura 12 - Marcas do primeiro impacto e posição final da aeronave.

O comando dos flapes foi encontrado na posição baixado. O compensador do profundor encontrava-se atuado no sentido de cabrar a aeronave; o compensador do leme foi encontrado em neutro e a aeronave não possuía compensador de aileron.

A velocidade registrada no velocímetro era de, aproximadamente, 62 kt (Figura 13).



Figura 13 - Indicação no velocímetro encontrado nos destroços da aeronave.

A hélice estava pintada na cor preta e uma de suas pás estava fraturada (Figura 14).



Figura 14 - Fratura em uma das pás.

Dentro da seção do motor foram encontradas partes do escapamento soltas e fraturadas (Figura 15).



Figura 15 - Parte das tubulações de escapamento com sinais de impactos.

### **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 dos tripulantes.

#### **1.13.2. Informações ergonômicas.**

Nada a relatar.

#### **1.13.3. Aspectos Psicológicos.**

Não houve evidência de que questões de ordem psicológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho dos tripulantes.

### **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.**

Nada a relatar.

### **1.16. Exames, testes e pesquisas.**

A pá fraturada foi submetida à análise no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

A pá analisada apresentou superfície de fratura com características típicas de fadiga. O início do processo de fadiga do material foi facilitado pela presença de uma moça que atuou como concentrador de tensão.

Nos exames visuais, observou-se deformações plásticas na pá da hélice promovidas por diversos pequenos impactos (pontos onde há falta de tinta - Figura 16), além de características típicas de fadiga (Figura 17).

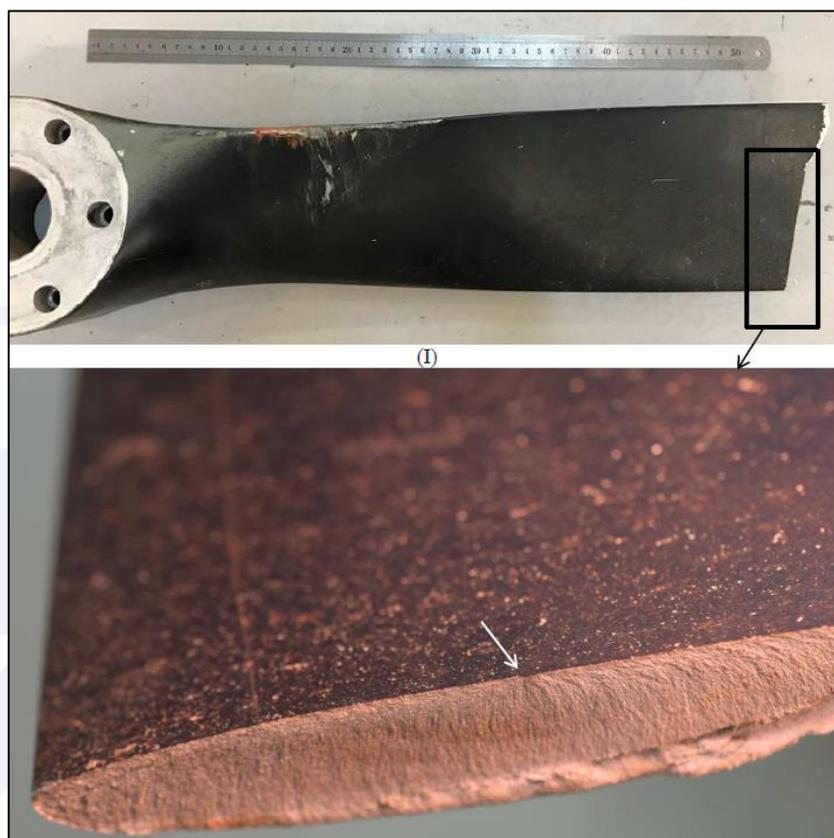


Figura 16 - Imagem superior: visão geral da hélice fraturada. Imagem inferior: detalhe da região da hélice próxima à fratura (A seta indica o ponto onde começou a nuclear a fadiga).

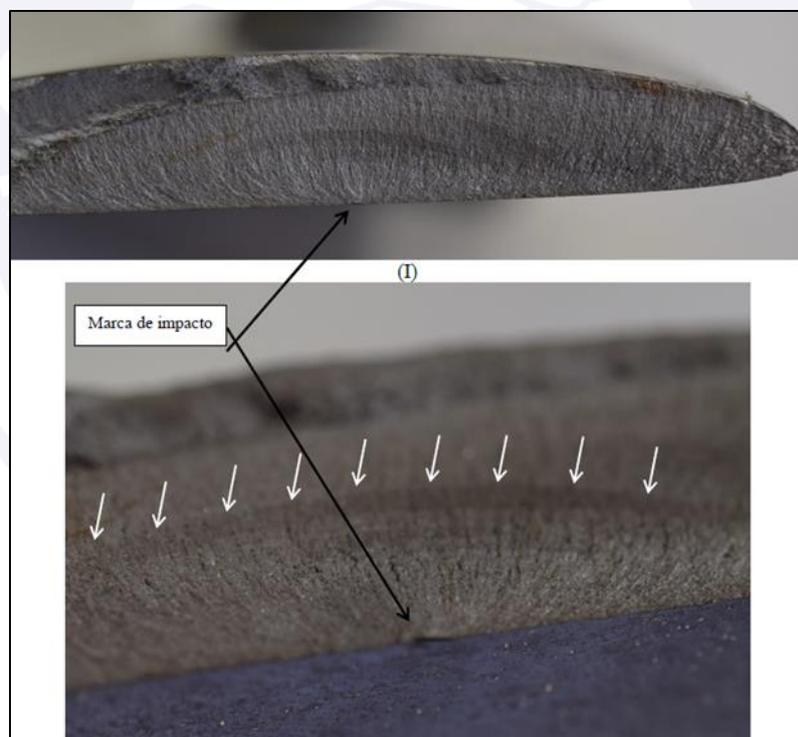


Figura 17 - Imagem superior: ponto exato do início da fadiga. Imagem inferior: com maior magnificação; as setas brancas indicam o avanço da fadiga a partir das linhas de expansão, denominadas marcas de praia.

Os exames estereoscópicos mostraram a presença de deformação plástica causada por impacto de partículas na região de início de propagação da fadiga (Figura 18).

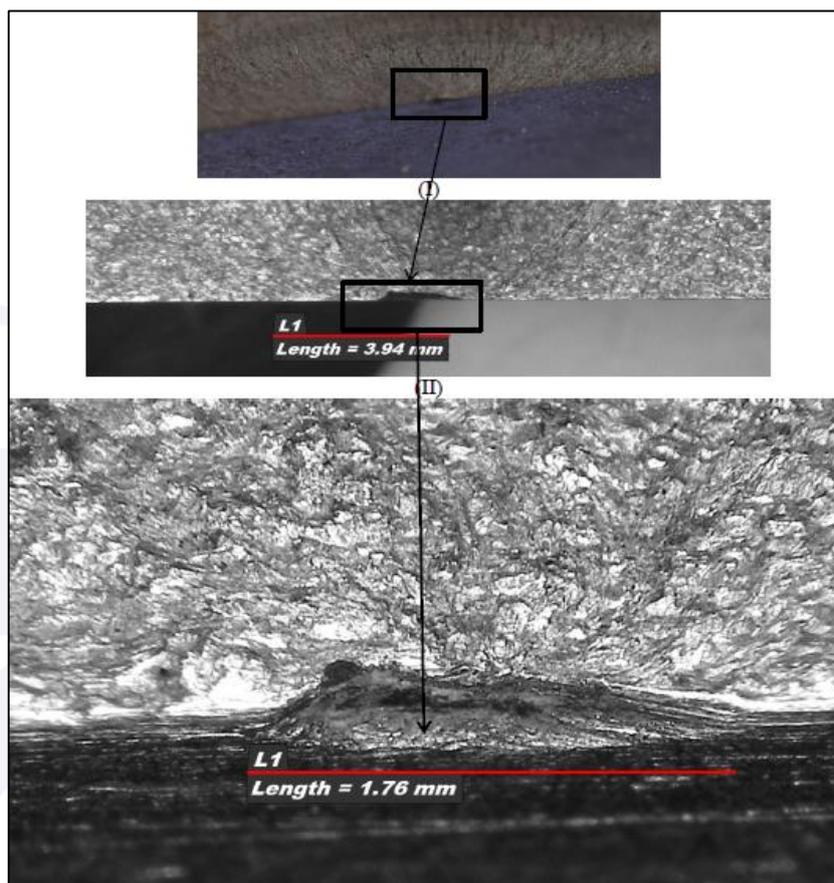


Figura 18 - Imagem superior: detalhamento de onde ocorreu o início da fadiga. Imagem inferior: perda de material causada por impacto (mossa), atuando como concentrador de tensão para início do processo de fadiga.

Por fim, a hélice fraturada apresentou superfície de fratura com características típicas de fadiga, sendo que o início do processo de fadiga do material foi facilitado pela presença de uma moosa, que atuou como concentradora de tensão.

Aproximadamente, 50% da extensão da pá foi segregada em voo.

### 1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

O operador da aeronave era um Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC), denominado Charlie 0, e tinha as aeronaves PA-28-140 PT-BOK e PT-DCW em sua Especificação Operativa.

No que se refere aos requisitos estabelecidos no RBAC 141, EMD01, intitulado “Certificação e Requisitos Operacionais: Centros de Instrução de Aviação Civil”, o item (d)(2) da seção 141.45 mencionava que:

#### 141.45 Requisitos de aeronaves

(a) O CIAC tipo 2 ou 3 deve dispor de pelo menos uma aeronave, nas condições estabelecidas nesta seção e disponível para instrução, durante todo período em que sua certificação estiver válida.

[...]

(d) Cada aeronave utilizada pelo CIAC para ministrar instrução de voo deve:

(1) possuir certificado de aeronavegabilidade padrão ou certificado de aeronavegabilidade especial na categoria primária ou leve esportiva e certificado de matrícula válidos, emitidos pela ANAC; e

(2) ser mantida e inspecionada conforme os requisitos aplicáveis da Subparte E do RBHA 91, ou disposições correspondentes que vierem a substituí-la.

As manutenções programadas e não programadas eram realizadas pela OM Marte Updates & Avionics Ltda. - ME COM N° 1404-01/ANAC, em São Paulo, SP.

Observou-se que não havia uma estreita relação entre o operador e a OM, principalmente no que tangia aos controles de horas voadas e seus lançamentos nas partes I das cadernetas de manutenção. Tais cadernetas ficavam de posse da OM, enquanto os diários de bordo eram mantidos junto às aeronaves. A falta de comunicação fez com que as cadernetas permanecessem desatualizadas por longos períodos.

#### **1.18. Informações operacionais.**

Tratava-se de um voo de instrução, na área SBR-460, na região de Bragança Paulista, SP. Após livrar a frequência do AFIS, na posição “instrução”, os pilotos perceberam uma vibração intensa e repentina na aeronave.

Segundo relatos, o IN estava nos comandos e solicitou que o PIC sob supervisão efetuasse o corte do motor através do manete da mistura. Porém, devido às consequências geradas pela intensidade da vibração, tal comando não estava mais operante.

Foi informado, ainda, que o ruído da vibração era alto a ponto de não ser possível uma comunicação clara entre eles, tampouco ler os instrumentos do painel.

O grupo motopropulsor perdeu performance e o IN direcionou a aeronave para o pouso de emergência. Durante a descida, a aeronave apresentou forte tendência de rolagem à esquerda, sendo que o IN teve dificuldades no controle de aileron, utilizando-se de todo seu curso à direita para manter a aeronave voando. Os flapes foram baixados para o pouso.

Considerando apenas os voos a partir de novembro de 2021 até o dia no qual a aeronave PT-BOK passou por serviço de pintura, a hélice SN K-26595 voou por 35 dias, sendo que, em 15 deles, a aeronave pousou e decolou de pista não pavimentada, perfazendo um total de 42% dos dias voados sendo operados em pista de terra.

#### **1.19. Informações adicionais.**

Nada a relatar.

#### **1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.**

Não houve.

### **2. ANÁLISE.**

Durante um voo de instrução, a tripulação percebeu uma forte e repentina vibração da aeronave, tendo que efetuar o pouso forçado fora de aeródromo.

Nos destroços da aeronave foi encontrada uma das pás da hélice fraturada, a qual foi submetida para análise no IAE.

Com as informações dessa análise, foi possível concluir que a fratura se deu em virtude da formação de uma moossa, que atuou como concentradora de tensão, gerando o colapso da hélice com a separação de aproximadamente 50% da extensão de uma das pás em voo.

Com os dados levantados, não foi possível determinar quando a moossa se formou.

Nas análises, também foi possível observar que o intradorso da pá apresentava diversos pequenos pontos de impacto, possivelmente decorrentes de *Foreign Object Damage* (FOD - danos por objeto estranho) em diferentes momentos da utilização da hélice.

Ao analisar os registros da última revisão geral da hélice SN K-26595, não foram constatados danos visuais, tampouco desvios em sua inspeção dimensional. Nos ensaios não destrutivos de líquido penetrante também não foram constatadas discrepâncias, tendo,

a hélice, sido declarada em conformidade com os requisitos de aeronavegabilidade continuada e aprovada para retorno ao serviço em 25AGO2020.

Ao verificar as cadernetas da aeronave e demais registros de manutenção, observou-se que, no dia 17SET2020, a hélice passou pela inspeção de verificação de aeronavegabilidade, sendo considerada em condições para voo. Enquanto instalada na aeronave PT-DCW, não foi registrada uma manutenção do tipo 50 horas na caderneta da hélice SN K-26595.

No dia 02DEZ2021, a hélice foi removida da aeronave PT-DCW e instalada na aeronave de matrícula PT-BOK.

No serviço de troca da hélice entre as aeronaves, não foi possível constatar se a hélice SN K-26595 foi inspecionada, tendo em vista que o serviço no PT-BOK começou no dia 01DEZ2021 e que a aeronave PT-DCW pousou em SBMT, para a troca das hélices, apenas no dia 02DEZ2021, às 15h44min (UTC).

Segundo o caderno de inspeções, as primeiras tarefas a serem executadas na inspeção eram relativas à verificação das condições da hélice da aeronave. Dessa maneira, a equipe de manutenção pode ter realizado essas tarefas antes da troca.

Além disso, o lançamento da inspeção foi realizado na caderneta da hélice removida, não havendo registro de inspeção na caderneta da hélice SN K-26595. Embora haja a possibilidade de a hélice ter sido inspecionada antes de sua instalação, é possível que isso não tenha ocorrido nessa oportunidade, em virtude da cronologia e os registros encontrados nas cadernetas.

Após a permuta das hélices, entre os dias 03JAN2022 e 10FEV2022, foi verificado que a aeronave foi submetida a um serviço de pintura por profissional não certificado pela ANAC e sem acompanhamento de pessoal qualificado para inspecionar o serviço. Ainda nessa pintura geral, foi relatado que a aeronave foi pintada sem a remoção da hélice SN K-26595, a qual estava instalada.

Segundo o RBAC 91, EMD03, em sua seção 91.423, letra c, item 2, após a aeronave ter sido submetida a serviços de manutenção e alterações que pudessem ter alterado o seu peso, deveria ter sido realizado um serviço para aferição das novas limitações de peso e balanceamento.

Nesse sentido, não foi apresentada qualquer ficha de pesagem atualizada, estando o CIAC usando uma ficha datada de 04JUN2007.

Após a troca das hélices, não foi registrada uma inspeção de 50 horas na caderneta da hélice SN K-26595.

No dia 15MAR2022, a aeronave realizou uma inspeção de 50 e 100 horas, na qual os registros contidos na Ordem de Serviço e no Mapa de Controle de Componentes eram referentes à hélice SN K-13087 (que havia sido substituída), gerando informações de manutenção não confiáveis e revelando um inadequado controle dos itens inspecionados.

Algumas escriturações encontradas nas documentações de manutenção deixaram dúvidas quanto à realização ou não das inspeções na hélice SN K-26595. A despeito dessas dúvidas, foi verificado que algumas manutenções deixaram de ser realizadas. Dessa forma, a probabilidade de detecção de uma moessa na hélice pode ter sido reduzida.

Por fim, existe a possibilidade de terem sido realizados retoques nas pás e que isso possa ter preenchido e “camuflado” a moessa, contribuindo para uma inspeção menos acurada na manutenção realizada no dia 15MAR2022.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) o IN e o PIC sob supervisão estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) o IN estava com as habilitações MNTE, MLTE, IFRA e INVA válidas;
- c) o PIC sob supervisão estava com as habilitações de MNTE e IFRA válidas;
- d) os pilotos estavam qualificados, sendo que o PIC sob supervisão estava em sua terceira instrução no curso de preparação de instrutor de voo de aeronaves;
- e) a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice não estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) a aeronave decolou para um voo local de instrução;
- i) uma pá da hélice fraturou em voo;
- j) a aeronave apresentou forte vibração e perda de performance do grupo motopropulsor;
- k) a tripulação realizou um pouso de emergência em área descampada;
- l) foi verificado que a hélice SN K-26595 havia sido removida da aeronave PT-DCW e instalada no PT-BOK, no dia 02DEZ2021;
- m) na data em que a hélice SN K-26595 foi instalada na aeronave, não havia registro de sua inspeção na respectiva caderneta;
- n) ao menos uma inspeção, do tipo 50 horas, não foram realizadas na hélice;
- o) a aeronave foi pintada por profissional não habilitado pela ANAC e sem supervisão;
- p) após a pintura geral, a aeronave não passou por pesagem e balanceamento;
- q) na última inspeção, do tipo 100 horas, os registros da Ordem de Serviço e Mapa de Controle de Componentes estavam com os dados da hélice que já havia sido removida;
- r) a pá da hélice apresentou superfície de fratura com características típicas de fadiga;
- s) o início do processo de fadiga do material da hélice foi facilitado pela presença de uma mozza, que atuou como concentradora de tensão;
- t) não foi possível determinar quando foi iniciada a mozza na pá da hélice;
- u) a aeronave teve danos substanciais; e
- v) o IN e o PIC sob supervisão sofreram lesões graves.

#### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Manutenção da aeronave - indeterminado.**

Os processos de verificação efetiva dos SN das peças que estavam recebendo inspeção não estavam bem estabelecidos, permitindo erros nas documentações de registro e gerando informações não confiáveis. Além disso, as cadernetas de manutenção estavam desatualizadas, outras documentações rasuradas e a pintura da aeronave foi realizada de forma inapropriada.

- **Planejamento gerencial - indeterminado.**

Observou-se que o planejamento das manutenções não foi adequado, permitindo lacunas entre as inspeções programadas. Além disso, o processo de pintura da aeronave foi planejado de forma inadequada, sem atenção às regulações vigentes, o que pode ter comprometido as condições de aeronavegabilidade da aeronave.

- **Supervisão gerencial - indeterminado.**

A desatualização das cadernetas de manutenção, por mais de dois anos seguidos, indicou falha na supervisão dos processos administrativos, tão necessários para manter a confiabilidade dos registros de manutenção, o que pode ter levado à falta de uma inspeção adequada na hélice e conseqüente detecção da moosa inicial da fratura.

#### **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-036/CENIPA/2022 - 01**

**Emitida em: 23/01/2024**

Atuar junto à empresa Marte *Updates & Avionics* Ltda. - ME (COM Nº 1404-01/ANAC), a fim de assegurar que os processos gerenciais sejam pautados na regulamentação em vigor, de forma a assegurar a conformidade dos seus procedimentos de manutenção.

**A-036/CENIPA/2022 - 02**

**Emitida em: 23/01/2024**

Atuar junto ao CIAC Charlie 0 *Aeronautical Training Center* Ltda., de modo que fique assegurado que os critérios para a manutenção dos limites de peso e balanceamento de suas aeronaves estejam em conformidade com a regulamentação em vigor.

#### **5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.**

Nada a relatar.

Em 23 de janeiro de 2024.