

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-082/CENIPA/2020

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PR-OFI
MODELO:	BE 58
DATA:	08JUL2020



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 PR-OFI, modelo BE-58, ocorrido em 08JUL2020, classificado como “[SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor | Falha do motor em voo”.

Enquanto realizava um voo de traslado entre as cidades de Ubatuba e São Paulo, ambas no Estado de São Paulo, próximo à posição “Itaquera” da Rota Especial de Aeronaves de São Paulo (REA-SP), o piloto informou que havia ocorrido a falha de um dos motores e solicitou aproximação monomotor para o Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP.

Durante o pouso, foi realizada uma arremetida, e a aeronave não ganhou altura suficiente, vindo a colidir contra árvores localizadas no final da pista e, em seguida, contra o solo, em via pública, logo após a cabeceira 12 de SBMT.

A aeronave ficou destruída.

O piloto sofreu lesões fatais.

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

ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	6
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave.	6
1.4. Outros danos.....	6
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	6
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	6
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.....	7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	7
1.6. Informações acerca da aeronave.....	7
1.7. Informações meteorológicas.....	8
1.8. Auxílios à navegação.....	8
1.9. Comunicações.....	8
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	9
1.11. Gravadores de voo.....	9
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	9
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	11
1.13.1. Aspectos médicos.....	11
1.13.2. Informações ergonômicas.....	11
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	11
1.14. Informações acerca de fogo.....	12
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	12
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	12
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	18
1.18. Informações operacionais.....	18
1.19. Informações adicionais.....	21
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	21
2. ANÁLISE.....	21
3. CONCLUSÕES.....	23
3.1. Fatos.....	23
3.2. Fatores contribuintes.....	24
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	24
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	25

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APP-SP	Controle de Aproximação de São Paulo
ATIS	<i>Automatic Terminal Information Service</i> - serviço automático de informação de terminal
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MLTE	Habilitação de Classe Avião Multimotor Terrestre
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
OM	Organização de Manutenção
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PN	<i>Part Number</i> - número de peça
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
REA	Rotas Especiais de Aeronaves
ROTAER	Manual Auxiliar de Rotas Aéreas
SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SBGR	Designativo de localidade - Aeródromo Governador André Franco Montoro, São Paulo, SP
SBJD	Designativo de localidade - Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro, Jundiaí, SP
SBMT	Designativo de localidade - Aeródromo Campo de Marte, São Paulo, SP
SDUB	Designativo de localidade - Aeródromo Estadual Gastão Madeira, Ubatuba, SP
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
TMA-SP	Terminal São Paulo
TWR-MT	Torre de Controle do Campo de Marte
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: BE 58 Matrícula: PR-OFI Fabricante: Beechcraft Aircraft	Operador: Particular
Ocorrência	Data/hora: 08JUL2020 - 21:09 (UTC) Local: Aeródromo Campo de Marte (SBMT) Lat. 23°30'26"S Long. 046°38'53"W Município - UF: São Paulo - SP	Tipo(s): [SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor Subtipo(s): Falha do motor em voo

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Estadual Gastão Madeira (SDUB), Ubatuba, SP, por volta das 19h50min (UTC), com destino ao Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, a fim de realizar um voo de traslado, com um piloto a bordo.

Quando próximo à posição Itaquera (REA-SP), o piloto informou estar com falha em um dos motores e solicitou aproximação monomotor para SBMT.

Durante o pouso, o piloto decidiu arremeter, mas a aeronave não ganhou altura suficiente, vindo a colidir contra árvores localizadas no final da pista e, após isso, contra o solo, em via pública, logo após a cabeceira 12 de SBMT.

A aeronave ficou destruída e o tripulante sofreu lesões fatais.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída.

1.4. Outros danos.

Houve pequenos danos no asfalto e no canteiro central da Avenida Braz Leme, Santana, São Paulo, SP.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	984:17
Totais, nos últimos 30 dias	00:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:00
Neste tipo de aeronave	54:54
Neste tipo, nos últimos 30 dias	00:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00

Obs.: o Diário de Bordo da aeronave e a Caderneta Individual de Voo (CIV) física foram consumidos pelo fogo, não sendo possível verificar as horas totais do piloto. Parte das horas voadas por ele foram obtidas por meio dos registros em sua CIV digital, no Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI), e estavam desatualizadas.

Por meio de informações disponibilizadas pela Torre de Controle do Campo de Marte (TWR-MT) foi possível verificar que havia outros planos de voo preenchidos pelo tripulante na mesma aeronave após maio de 2020, mês do último lançamento realizado em sua CIV digital.

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclub de São Paulo, SP, em 2010.

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

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

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Apesar de estar com a CIV digital desatualizada, foi possível comprovar, por meio dos registros da TWR-MT, que o tripulante realizou voos nos meses de maio, junho e julho na aeronave acidentada, comprovando sua experiência recente em avião multimotor, estando, portanto, qualificado e com experiência para realizar o tipo de voo.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série TH-607, foi fabricada pela *Beechcraft Aircraft*, Estados Unidos, em 1975, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula, motores e hélices não estavam com as escriturações atualizadas, sendo apurado que o último lançamento na Parte I foi em outubro de 2019.

Devido ao fogo que se alastrou na aeronave após o impacto contra o solo, não foi possível consultar o Diário de Bordo. Porém, pelos registros de manutenção efetuados nas cadernetas da aeronave, estima-se que ela estava com, aproximadamente, 10.307 horas totais de voo.

A última inspeção da aeronave, do tipo "Inspeção Anual de Manutenção (IAM)", foi realizada em 14NOV2019 pela Organização de Manutenção (OM) MTX Aviation Manutenção de Aeronaves Ltda. (COM N°1306-41/ANAC), estando com, aproximadamente, 9 horas voadas após a inspeção.

No ano de 2017, segundo a ordem de serviço n° 986/17, houve a remoção dos motores, *Part Number* (PN) IO-550C-3F, *Serial Number* (SN) 685166 e 685165, pela OM MTX Aviation Manutenção de Aeronaves Ltda., para a realização de *overhaul*, quando a aeronave estava com 10.221 horas e 54 minutos totais de voo.

Ambos os motores foram enviados à OM JL Motores Aeronáuticos Ltda., (COM N°0805-41/ANAC), para a realização de revisão geral, no dia 24OUT2017, conforme extratos dos SEGV00 003, certificados n° JL 294/2017 e JL 295/2017, abaixo discriminados. Assim, os grupos motopropulsores possuíam, aproximadamente, 86 horas após o *overhaul*.

1. País (Country) BRASIL		2. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (BRAZILIAN CIVIL AVIATION AUTHORITY) CERTIFICADO DE LIBERAÇÃO AUTORIZADA (AUTHORIZED RELEASE CERTIFICATE) ETIQUETA DE APROVAÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE (AIRWORTHINESS APPROVAL TAG) Formulário (Form) F-100-1 SEGVÓO 003			3. Certificado nº (Certificate n°/System Tracking Ref.) JL 294/2017	
4. Empresa (Organization) JL Motores Aeronáuticos Ltda - ME Rua Alcídalia dos Santos, 90 - Jd. Ferreira - Sorocaba-SP - CEP18080-620 Tel.: (15) 3418-2528 jlmotores@terra.com.br		5. Ordem de Serviço/Contrato/Nota (Work Order/Contract of Invoice) OS 274/17				
6. Item (Item) 01	7. Descrição (Description) MOTOR	8. Número da Peça (Part Number) IO-550C(3F)	9. Quantidade (Quantity) 01	10. Número de Série/Lote (Serial/Batch Number) 685.165	11. Categoria/Trabalho (Status/Work) REVISÃO GERAL	

1. País (Country) BRASIL		2. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (BRAZILIAN CIVIL AVIATION AUTHORITY) CERTIFICADO DE LIBERAÇÃO AUTORIZADA (AUTHORIZED RELEASE CERTIFICATE) ETIQUETA DE APROVAÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE (AIRWORTHINESS APPROVAL TAG) Formulário (Form) F-100-1 SEGVÓO 003			3. Certificado nº (Certificate n°/System Tracking Ref.) JL 295/2017	
4. Empresa (Organization) JL Motores Aeronáuticos Ltda - ME Rua Alcídalia dos Santos, 90 - Jd. Ferreira - Sorocaba-SP - CEP18080-620 Tel.: (15) 3418-2528 jlmotores@terra.com.br		5. Ordem de Serviço/Contrato/Nota (Work Order/Contract of Invoice) OS 273/17				
6. Item (Item) 01	7. Descrição (Description) MOTOR	8. Número da Peça (Part Number) IO-550C(3F)	9. Quantidade (Quantity) 01	10. Número de Série/Lote (Serial/Batch Number) 685.166	11. Categoria/Trabalho (Status/Work) REVISÃO GERAL	

Figura 1 - Extratos dos formulários SEGVÓO 003 emitidos para os motores do PR-OFI.

1.7. Informações meteorológicas.

Os Reportes Meteorológicos de Aeródromo (METAR) de SBMT traziam as seguintes informações:

METAR SBMT 082100Z 30008KT CAVOK 25/10 Q1014=

METAR SBMT 082200Z 29005KT CAVOK 24/11 Q1015=

Conforme as informações meteorológicas transcritas acima, as condições eram favoráveis ao voo visual com visibilidade acima de 10 km, vento com intensidade entre 5 kt e 8 kt e direção variando entre 290° e 300°.

Segundo a informação "MIKE", emitida às 21h00min (UTC) pelo *Automatic Terminal Information Service* (ATIS - serviço automático de informação de terminal) de SBMT, a direção do vento era 320°, com intensidade de 11 kt e rajadas de até 27 kt.

Ao ser transferido para a frequência da TWR-MT, o PR-OFI foi comunicado que o vento estava com 320° de direção e intensidade de 9 kt, porém o piloto deveria estar atento à possibilidade de rajadas até 27 kt.

Após o piloto responder que estava ciente, a TWR-MT retificou a informação de vento, para rajadas de vento máximas de 10 kt.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

De acordo com as transcrições dos áudios de comunicação entre o PR-OFI e os órgãos de controle, verificou-se que o piloto manteve contato rádio com o Controle de Aproximação de São Paulo (APP-SP) e com a TWR-MT durante todo o voo sem anormalidades técnicas.

Com finalidade de fundamentar as análises acerca da sequência de eventos que antecederam a tentativa de pouso da aeronave, a Comissão de Investigação destacou algumas transmissões que podem auxiliar no entendimento da dinâmica do acidente. Para o registro dos horários descritos neste campo, utilizou-se, como referência, o Tempo Universal Coordenado (UTC).

- Às 20h48min03seg, o PR-OFI efetuou chamada inicial ao APP-SP.
- Às 21h00min07seg, o PR-OFI informou ao APP-SP que estava com fogo no motor e prosseguiria em voo monomotor para o Campo de Marte.
- Após isso, o tripulante do PR-OFI foi questionado quanto à quantidade de pessoas a bordo, cargas perigosas e quantidade de combustível.

- O piloto informou que a aeronave possuía apenas uma pessoa a bordo e três quartos ($\frac{3}{4}$) de combustível remanescente.
- Às 21h07min52seg, o PR-OFI efetuou chamada inicial à TWR-MT.
- A torre informou que a pista 30 estava livre para o pouso da aeronave, com vento de superfície de direção 320° e intensidade 9 kt e solicitou atenção quanto às rajadas de até 27 kt. Logo em seguida, retificou que o vento no momento estava com rajada máxima de 10 kt.
- O tripulante respondeu que estava ciente.
- Às 21h09min49seg, o PR-OFI informou o início da arremetida.
- Às 21h09min51seg, a TWR-MT questionou para qual lado o PR-OFI realizaria a curva.
- Às 21h09min57seg, o PR-OFI efetuou a última transmissão informando que realizaria a curva pela esquerda.

Em nenhum momento, durante a troca de mensagens, o piloto declarou situação de urgência ou socorro, afirmando apenas que estava com “fogo no motor”.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O Aeródromo de SBMT era público/militar, administrado pela INFRAERO e operava sob Regras de Voo Visual (VFR), em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 12/30, dimensões de 1.600 x 45 m, com elevação de 2.371 ft.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

A parada total da aeronave ocorreu na Avenida Braz Leme, em local afastado a 550 m da cabeceira da pista 12 do Aeródromo de SBMT. O primeiro impacto da aeronave ocorreu anteriormente contra a vegetação existente após o prolongamento da pista.

A distribuição dos destroços foi do tipo concentrada e, pelas suas características, o impacto ocorreu com baixa velocidade à frente.



Figura 2 - Imagem área da cabeceira 12 e vegetação onde ocorreu o primeiro impacto.

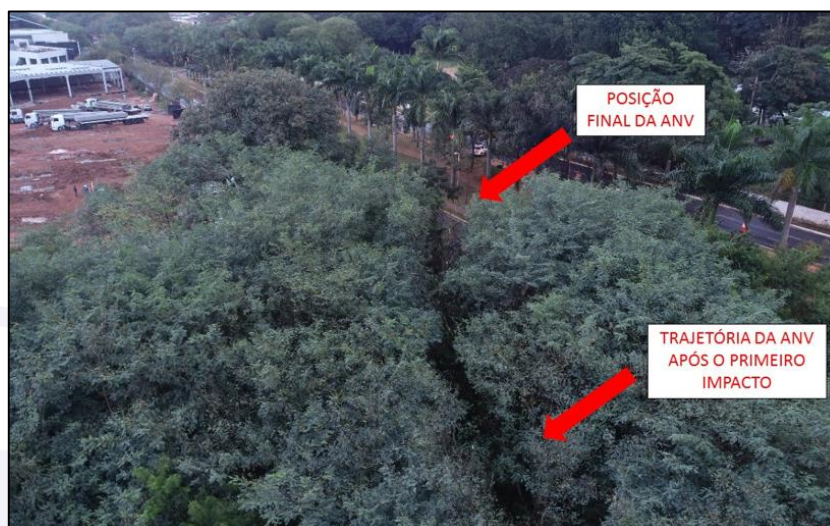


Figura 3 - Imagem aérea da trajetória da aeronave.

A colisão foi observada pelo operador da TWR-MT e por pilotos de outra aeronave que aguardava no ponto de espera para decolar.

Durante a análise dos destroços, foi possível observar que o cilindro número 5 do motor direito estava afastado, aproximadamente, 10 m dos destroços da aeronave.

Pela posição da hélice do motor direito (embandeirada) e pelas evidências encontradas pela Comissão de Investigação, havia indícios de que o grupo motopropulsor direito estava parado no momento do impacto, conforme informado pelo tripulante.



Figura 4 - Destroços da aeronave no local da ocorrência.

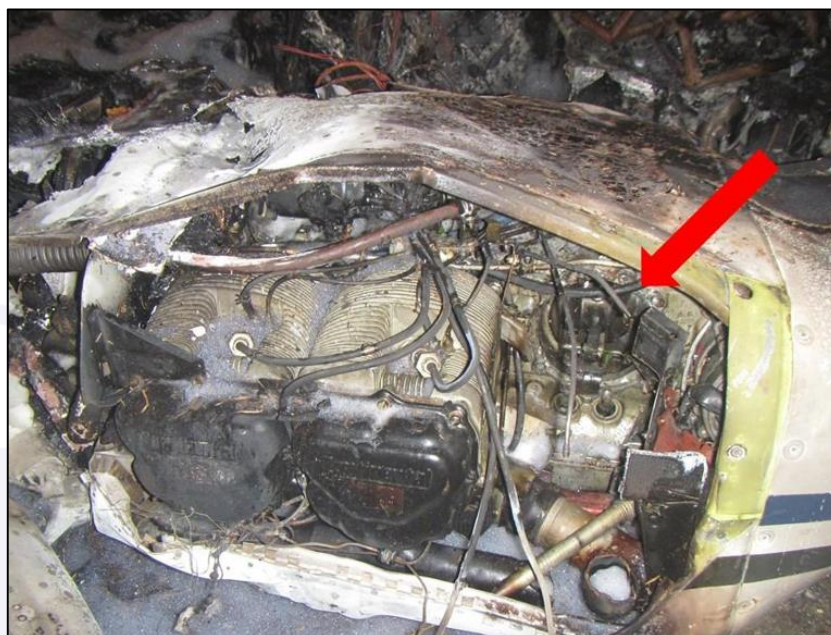


Figura 5 - Detalhe do motor direito sem o cilindro nº 5.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

O laudo necroscópico e as inspeções de saúde foram analisadas, não havendo evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho do tripulante.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O piloto contabilizava 10 anos de experiência pilotando aeronaves e, de acordo com a sua esposa, voar era um sonho de infância que ele estava realizando após ter se aposentado como vendedor. Além disso, seu pai também tinha envolvimento com a área de aviação.

Além de piloto, o tripulante também atuava como despachante aeronáutico (por meio da abertura de sua empresa) e seu primeiro contato com o proprietário da aeronave acidentada ocorreu ainda quando ele prestava esse serviço sendo, depois, contratado como comandante.

O piloto foi descrito pelos familiares como uma pessoa muito comunicativa, prestativa e solícita. Profissionalmente, o piloto foi descrito como responsável, interessado, de atitudes conservadoras em se tratando de segurança de voo e atento às exigências da legislação.

A esposa afirmou que o piloto estava em um momento feliz da vida. Eram casados há vinte e três anos e tinham dois filhos. A relação familiar era harmoniosa e agradável.

Além disso, ter sido contratado pela primeira vez como comandante era motivo de grande orgulho e satisfação para seu marido.

Antes de ser comandante, o piloto havia voado em outras três empresas de táxi-aéreo como copiloto.

Nessas empresas, segundo relatos, atuou sem vínculo empregatício. No ano de 2019, por indicação de um amigo, foi contratado para voar como comandante na aeronave PR-OFI.

A relação entre o piloto e o proprietário foi descrita pelo seu empregador como muito agradável e franca. O piloto havia se hospedado algumas vezes na casa do proprietário, após os voos, e gozava de admiração por parte de seu contratante, que valorizava sua dedicação e proatividade.

No dia da ocorrência, a esposa relatou ter achado estranho o piloto sair de manhã sem sua mala de viagem e, ao questioná-lo, recebeu como resposta que ele acreditava que não voaria naquele dia, pois o avião estava apresentando um barulho estranho no motor esquerdo. Por volta do meio-dia, o piloto retornou à casa para buscar sua mala e afirmou para sua esposa que iria voar, pois a pane no motor esquerdo havia sido reparada ainda no Campo de Marte.

Em entrevista, o proprietário afirmou que, no dia da ocorrência, conversou por telefone com o piloto, o qual lhe informou sobre um barulho anormal no motor esquerdo e que solicitaria a um mecânico que verificasse o problema. Mais tarde, ainda no mesmo dia, o piloto entrou em contato novamente afirmando que a pane havia sido resolvida e que seria possível a realização do voo.

Após a primeira etapa do voo, que foi o transporte do proprietário para Ubatuba, o piloto solicitou retornar para dormir em São Paulo, pois seria seu aniversário de casamento. O pedido foi aceito e o piloto retornou sozinho para o Campo de Marte, local em que ocorreu o acidente.

1.14. Informações acerca de fogo.

A aeronave incendiou-se após o impacto contra o solo. O fogo foi controlado pela equipe de contra incêndio do Campo de Marte.

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

Não houve sobrevivente.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

A Comissão de Investigação coletou amostras de gasolina do caminhão que foi utilizado para abastecer a aeronave, no Campo de Marte, no dia do acidente.

Essas amostras foram enviadas para ensaios físico-químicos e estavam de acordo com a norma da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) n° 5, de 03FEV2009, e não apresentavam indícios de contaminação.

Durante a análise dos destroços, foi verificado que o cilindro número 5 do motor direito se desprende do conjunto e foi encontrado a cerca de 10 m da aeronave. Partes dos parafusos prisioneiros passantes (*Crankcase Through Bolts*) do cilindro foram encontradas na carenagem inferior do motor, conforme Figura 6, e foram encaminhadas para análise pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

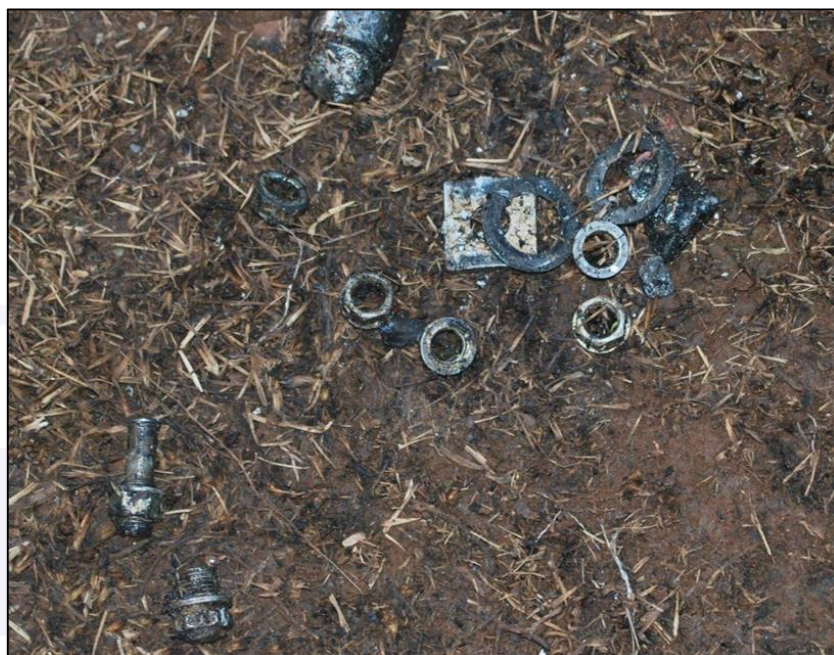


Figura 6 - Imagem dos parafusos prisioneiros passantes do motor direito.

Os resultados das análises mostraram que o prisioneiro rompido, *Part Number* (PN) EQ7050, apresentou superfície de fratura perpendicular ao eixo longitudinal (item I da Figura 7), com características típicas de falha por fadiga (item II da Figura 7).

Ainda na Figura 7, item III, consta a imagem de um prisioneiro passante com deformação plástica no seu eixo longitudinal.

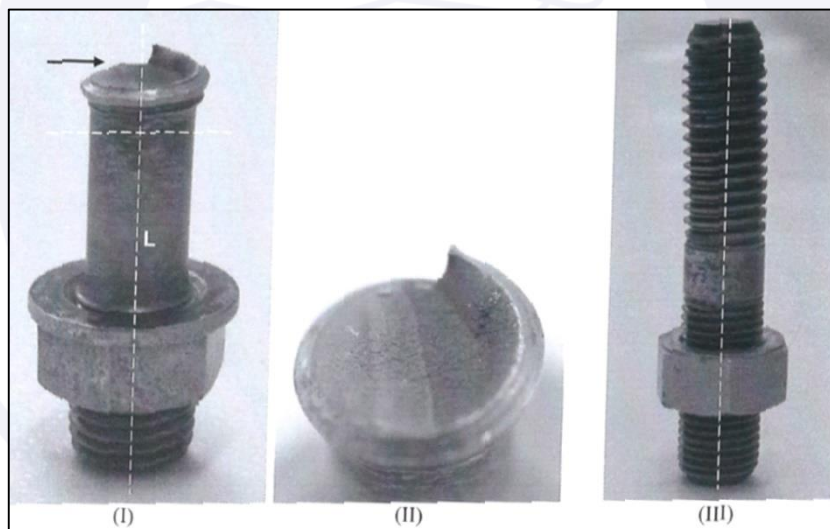


Figura 7 - Imagem extraída do relatório de análise dos parafusos prisioneiros passantes (*Crankcase Through Bolts*) do motor direito.

Adicionalmente, verificou-se a existência de ranhuras de usinagem no filete da rosca na região de início da fratura (Figura 8).

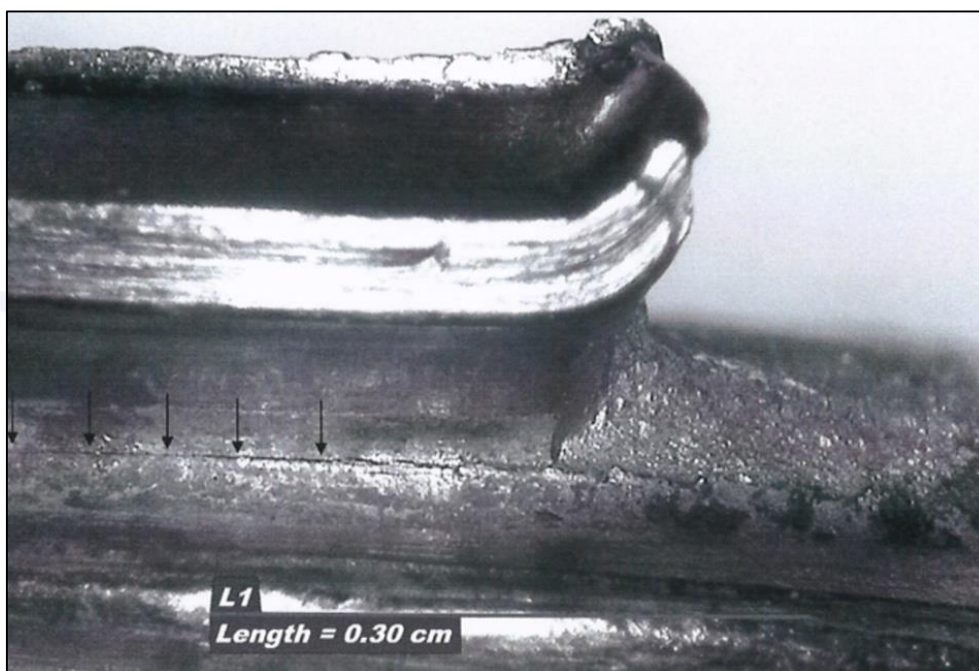


Figura 8 - Detalhe de ranhura profunda de usinagem na raiz do filete do mesmo plano da trinca. (setas pretas).

A análise dos motores Continental IO-550C-3F esquerdo e direito (SN 685166 e 685165, respectivamente) constatou que dois *Crankcase Through Bolts* de fixação do cilindro número 5, do motor direito, tiveram ruptura por fadiga. Assim, as porcas dos demais parafusos prisioneiros desse cilindro ficaram sobrecarregadas, ocasionando seus rompimentos. Isso permitiu o deslocamento do cilindro, o que veio a provocar a parada do motor, deixando a aeronave em condição monomotor.

Com relação ao motor esquerdo, as análises apontaram que ele funcionava normalmente e desenvolvia potência no instante em que a aeronave impactou o solo.

A Comissão de Investigação obteve acesso às documentações dos motores referentes à manutenção efetuada no ano de 2017, além dos manuais de manutenção da *Teledyne Continental Motors*.

A seção *Mandatory Overhaul Replacement Parts* (Peças de Reposição de Revisão Obrigatória), do manual de manutenção, previa a substituição dos *Crankcase Through Bolts* como itens de troca obrigatória na Revisão Geral (*Mandatory Replacement at Engine Overhaul*), conforme a Figura 9.

Maintenance Standards

C-2.4. Mandatory Overhaul Replacement Parts

In addition to the items listed in Section C-2.3, mandatory replacement parts must be discarded and replaced with new parts during engine overhaul.

Table C-1. Mandatory Overhaul Replacement Parts

REPLACEMENT ITEMS	SPECIAL CONDITIONS	100% REPLACEMENT	MANDATORY REPLACEMENT AT ENGINE OVERHAUL
Accessories, Engine Mounted ¹	Replace On Condition		X
Air-conditioning Drive Belts	Replace On Condition		X
Alternators • Drive Belts • Rubber Drive Bushings	Replace On Condition		X X
Baffles (see Engine Baffles)	Repairable		X
Bearings: connecting rod, crankshaft main and thrust, needle, ball, and roller			X
Bushings: used in bearing applications (subject to wear) - reference disassembly/assembly instructions			X
Camshaft Gears: • Replace P/Ns 535934, or 535660, or 656037 (O470J, K, L, R, S; IO346A; IO470J, K) with 656913, or subsequent part number, at overhaul. • Replace P/Ns 537432 or 656038 (O470G, GCI, M; IO470C, D, E, F, H, L, M, N, S; TSI0470B, C, D; GTSIO520C, D, H, K, L, M, N, R) with 656914, or subsequent part number, at overhaul. • Replace P/Ns 631845, or 655516, or 656031 (O470U, IO470U, V; IO520A, B, BA, BB, C, CB, D, E, F, J, K, L, M, MB, N, NB, P, R; LIO520P; L/TSIO520ALL; IO550ALL; IOF550ALL; TSI0550ALL; TSIOL550A, B, C), or 655430 (IO550A, B, C, D, E, F, G, L, N) with P/N 656818 or subsequent part number)	Design Change Design Change Design Change	X X X	
Camshaft Gear Bolts			X
Cold Start Primer Diverter Valves			X
Connecting Rods (must be inspected for serviceable condition during Overhaul) • Connecting Rods (P/N 626119, 646320, and 646321 must be replaced with current part number) ² See Section 10-9.1 for engine applicability • Connecting Rods (with beam widths less than 0.625 inches must be replaced with current part number) ² • Connecting Rod Bolts • Connecting Rod Nuts	Inspection Required Design Change Design Change	X X X	X
Cotter Pins		X	
Counterweight • Counterweights (P/N 631810 must be replaced with P/N 652833) ³ • Counterweight Pins • Retainer Plates • Retaining (Snap) Rings	Design Change	X X X	X X X
Crankcase Through Bolts			X

Figura 9 - Imagem do manual de manutenção *Teledyne Continental Motors*.

Conforme a Figura 10, para cada motor deveria ser utilizado um *kit* de parafusos (PN EQ7050 - MAJOR O/H THRU BOLT - KIT) como troca obrigatória na Revisão Geral (*Mandatory Replacement at Engine Overhaul*).

I0550C3F - Major Kits and Accessories Part Listing

No Illustration for the below parts

#Item	Part Number	Description	Quantity Used
N/A	658557	KIT-IGNITION SYSTEM	1
N/A	658557-32E	KIT-IGNITION SYSTEM	1
N/A	658557-32S	KIT-IGNITION SYSTEM	1
N/A	BL-400422	KIT-IGNITION SYSTEM>>	1
N/A	BL-400422-32E	KIT-IGNITION SYSTEM>>	1
N/A	BL-400422-32S	KIT-IGNITION SYSTEM>>	1
N/A	EQ6530	KIT-CC CONVERSION PERMOLD	1
N/A	EQ6541	KIT-BCKBONE BOLT & WASHER	1
N/A	EQ6649	KIT-STUD REPLACEMENT	1
N/A	EQ7002	CAMSHAFT-KIT	1
N/A	EQ7003	CAMSHAFT-KIT (OPTION 2)	1
N/A	EQ7044	LOWER END O/H KIT-STD	1
N/A	EQ7045	LOWER END O/H KIT-M010	1
N/A	EQ7050	MAJOR O/H THRU BOLT-KIT	1
N/A	EQ7051	MAJOR O/H HARDWARE-KIT	1
N/A	EQ7052	MAJOR O/H GASKET-KIT	1
N/A	EQ7320	FUEL INJ HOSE-KIT	1
N/A	EQ7350	TOP O/H-KIT	1
N/A	EQ7475	ALT. S.R. HSG. W/RECT.	1

Figura 10 - Imagem do manual de manutenção *Teledyne Continental Motors*.

A Comissão de Investigação apurou que a MTX *Aviation* Manutenção de Aeronaves Ltda., realizou serviços de manutenção dos itens de célula e intermediou o contato do proprietário com a OM JL Motores para a realização do *overhaul* dos motores da aeronave.

Ao analisar as documentações fornecidas pelo proprietário da aeronave, pela JL Motores Aeronáuticos Ltda. e pela MTX *Aviation* Manutenção de Aeronaves Ltda., foi constatada a existência de divergência de informações.

A MTX *Aviation* Manutenção de Aeronaves Ltda. forneceu o *Invoice* (I432065) da *Southern Cross Aviation*, empresa responsável pela importação das peças, no qual foi observado que apenas um *kit* do *MAJOR O/H THRU BOLT*, PN EQ7050, foi despachado, conforme Figura 11.


SOUTHERN CROSS AVIATION		INVOICE						
 1120 NW 51st Court Fort Lauderdale Executive Airport Fort Lauderdale, FL 33309 U.S.A. Ph: 954-377-0320, Fax: 954-874-0958 rfq@scross.com		Invoice # I432065 Customer Code A-US-FOR Invoice Date 06/12/2017 Time 7:22:31 -0500 Page 1 / 10						
To FORTE AVIATION PARTS INC 5101 NW 17TH TERRACE HGR 41-A FORT LAUDERDALE, FL, 33309 USA ATTN: Grazielle Campos Ph: 954-202-1961 Fax: 954-202-1964		Ship To FORTE AVIATION PARTS INC 5101 NW 17TH TERRACE HGR 41-A FORT LAUDERDALE, FL, 33309 USA						
Cust PO# 5926	Terms N30	Ship Via CUST PICKUP	Ship Via Acc					
Order Date 06/12/2017	# of Items 58	# of Boxes 1	Weight					
Prepared By AllanFAP	Sales Order S351234	Ship Log#	Ship Order					
Customer A-US-FOR	VAT#	Cust VAT#	Ship Date 06/12/2017					
Buyer Grazielle Campos	FOB	AWB	Shipment					
WO #	Incoterms EX-WORKS	TRK#						
Invoice		CUST PICKED UP						
		06/12/2017						
Item	Part Number/Description	Shipped	BackOrd	CD	T	UOM	Unit Price	Total amount
1	EQ7002 CAMSHAFT-KIT Unit Weight 3.325 kg Total Weight 6.650 kg Manufacturer CONTINENTAL MOTORS	2	0	NE	S	EA	2,896.29	5,792.58
2	654587-44 BOLT-.3125-24 UNF3A Unit Weight 0.012 kg Total Weight 0.096 kg Manufacturer CONTINENTAL MOTORS	8	0	NE	S	EA	4.02	32.16
3	538468 BUSHING-CARB SUPT BRKT Unit Weight 0.2 kg Total Weight 0.800 kg Manufacturer CONTINENTAL	4	0	NE	S	EA	5.64	22.56
4	630899 BEARING-ROLLER .82 LG Unit Weight 0.024 kg Total Weight 0.048 kg Manufacturer CONTINENTAL MOTORS	2	0	NE	S	EA	10.36	20.72
5	EQ7050 MAJOR O/H THRU BOLT-KIT Unit Weight 2.54 kg Total Weight 2.540 kg Manufacturer CONTINENTAL MOTORS	1	1	NE	S	EA	892.09	892.09
6	646942 GASKET MAKER Unit Weight 0.100 kg Total Weight 0.200 kg Manufacturer LOCTITE CORPORATION	2	0	NE	S	EA	37.75	75.50

Figura 11 - *Invoice* I432065 da *South Cross* de despacho de um *MAJOR O/H THRU BOLT - KIT*.

A OM JL Motores Aeronáuticos Ltda. forneceu à Comissão de Investigação o Formulário (FORM) 8130-3, documento utilizado para comprovar aprovação de aeronavegabilidade para exportação, ou seja, atestando que a peça ou produto da aeronave, no caso o *kit* do *MAJOR O/H THRU BOLT*, PN EQ7050, possuía condições para operação segura, além de ser o meio consistente de identificação, responsabilidade e rastreabilidade dentro da rede global da aviação, utilizado nos motores.

A lateral esquerda do FORM 8130-3 apresentava uma quebra de lote pela *Southern Cross Aviation* de uma unidade do *MAJOR THRU BOLT KIT*, PN EQ7050, de um total de seis unidades. O número do *invoice*, informado pela OM JL Motores Aeronáuticos Ltda., por meio do qual o material de troca obrigatória foi adquirido, era I432258. Todavia, esse *invoice*, de número I432258, não foi apresentado.

Ainda, nesse mesmo contexto de registros relativos à rastreabilidade do material aplicado no *overhaul* dos motores, o número do *invoice* apresentado pela OM MTX *Aviation* Manutenção de Aeronaves Ltda., I432065, não constava no FORM 8130-3, apresentado pela OM JL Motores Aeronáuticos. Em suma, o número do *invoice* I432258, registrado no

FORM 8130-3, não era o mesmo fornecido pela OM MTX *Aviation* Manutenção de Aeronaves (I432065), conforme as Figuras 12 e 13.

1. Approving Civil Aviation Authority/Country: FAA/United States		2. Organization Name and Address Continental Motors, Inc. 2939 Broad Street, Mobile, Alabama 36615			3. Form Tracking Number: 501260	
4. Item:				5. Quantity	6. Serial Number	7. Status/Work
1 MAJOR O/H THRU BOLT-KIT				6	N/A	NEW
8. Part Number: EQ7050 ✓						
9. Remarks: AIRWORTHINESS APPROVAL						
10. Certify the items identified above were manufactured in conformity to: <input checked="" type="checkbox"/> Approved design data and are in condition for safe operation. <input type="checkbox"/> Non-approved design data specified in Block 11.						
11a. Authorized Signature: <i>Thomas Wells</i>			11b. Approval/Installation No.: 348552003			
11c. Name (Typed or Printed): Thomas Wells			11d. Date (dd/mm/yyyy): 04/Apr/2017			
12. Remarks: AIR						

FAA Form 8130-3 (2-14) NSN-0052-00-412-9905

Figura 12 - Imagem do FORM 8130 fornecido pela JL Motores.

Southern Cross Aviation www.scross.com I432258 5926 P/N EQ7050 Item 1 Qty 1 Ctr# 426470 Ctrld 1

12a. Certify the items identified above were manufactured in conformity to: <input checked="" type="checkbox"/> Approved design data and are in condition for safe operation. <input type="checkbox"/> Non-approved design data specified in Block 11.	12b. Remarks: AIR
--	----------------------

Figura 13 - Detalhe da imagem acima ampliada da quebra de lote do FORM 8130 fornecido pela JL Motores.

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 145, Emenda 00, que tratava das Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico, e vigente à época da realização dos serviços de *overhaul* nos motores, previa que uma OM mantivesse, por pelo menos cinco anos, os registros dos diversos procedimentos que a organização adotasse para manter a rastreabilidade e aeronavegabilidade de matérias primas e artigos que entrassem na OM, e que fossem aplicados em serviços de manutenção. Esses registros foram solicitados à JL Motores Aeronáuticos Ltda., porém não foram apresentados.

No mesmo contexto, a OM MTX *Aviation* Manutenção de Aeronaves Ltda., empresa responsável pela importação das peças, apresentou registros divergentes daqueles da OM JL Motores Aeronáuticos Ltda.

Como a JL Motores Aeronáuticos Ltda. não forneceu a movimentação de entrada e saída dos itens em seu estoque/oficina que foram aplicados nos motores, a Comissão de Investigação não teve acesso aos registros que comprovassem a rastreabilidade do *kit MAJOR O/H THRU BOLT* instalado nos motores, não sendo possível comprovar se, de

fato, houve a substituição do item fadigado, conforme previa a seção *Mandatory Overhaul Replacement Parts* do manual de manutenção.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Nada a relatar.

1.18. Informações operacionais.

Tratava-se de um voo de traslado de volta ao Aeródromo do Campo de Marte, SP, após o transporte de um passageiro entre as cidades de São Paulo e Ubatuba.

A decolagem ocorreu às 19h50min (UTC). O plano de voo previa como alternativa o Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro (SBJD), Jundiáí, SP.

Durante o voo de cruzeiro, dentro dos corredores visuais, próximo à posição Itaquera, o piloto reportou ao APP-SP que estava com fogo em um dos motores.

O piloto manteve o voo de cruzeiro monomotor da posição Itaquera até o Campo de Marte.

A posição Itaquera ficava a 6,7 NM do Aeródromo Governador André Franco Montoro (SBGR), Guarulhos, SP, o qual possuía duas pistas, uma com 3.700 x 45 m e outra com 3.000 x 45 m.

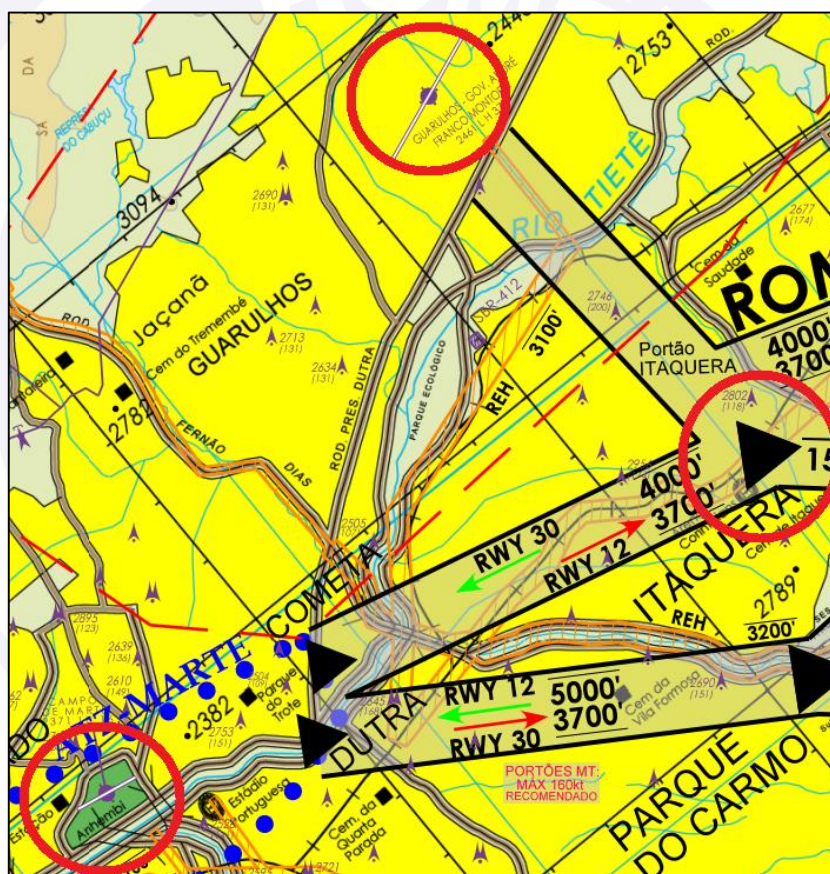


Figura 14 - REA TMA-SP 2 com as posições Itaquera, SBMT e SBGR.

Segundo o Manual Auxiliar de Rotas Aéreas (ROTAER), SBGR não poderia ser utilizado como opção de destino para aeronaves de asa fixa voando VFR.

Sobre esse aspecto, a Seção 91.3 do RBAC 91 definia os seguintes requisitos no caso de emergência em voo:

91.3 Responsabilidade e autoridade do piloto em comando

- (a) O piloto em comando de uma aeronave tem a autoridade final e a responsabilidade pela operação e pela segurança de voo.
- (b) Em uma emergência requerendo ação imediata, o piloto em comando pode desviar-se de qualquer requisito deste Regulamento na extensão requerida para fazer face à emergência.
- (c) Cada piloto em comando que se desviar de um requisito conforme o parágrafo (b) desta seção deve registrar a ocorrência no diário de bordo e enviar um relatório por escrito à ANAC descrevendo e justificando o desvio.
- (d) O relatório tratado no parágrafo (c) desta seção deve ser encaminhado à ANAC no prazo máximo de 20 (vinte) dias úteis a contar da ocorrência, salvo se requerido ou autorizado pela ANAC um prazo diferenciado.

Conforme imagens do Aeródromo de SBMT, cedidas à Comissão de Investigação, foi possível observar a aproximação da aeronave, a qual tocou três vezes na pista e, após isso, iniciou uma arremetida. Depois de ganhar poucos metros de altura, a aeronave manteve-se em voo nivelado, próximo à pista e, em seguida, perdeu altura e colidiu contra a vegetação após a cabeceira.

Por meio de relatos de observadores na TWR-MT e de pilotos que aguardavam no ponto de espera da cabeceira 30 de SBMT, a aproximação da aeronave teria sido realizada com velocidade maior que a habitual. Segundo o manual do fabricante, a velocidade recomendada na aproximação final seria de 90 kt.

A análise das imagens também revelou que a aeronave iniciou a arremetida, aproximadamente, a partir da metade da pista.

Após o impacto contra a vegetação, a aeronave não se manteve em voo, chocando-se contra o asfalto da avenida Braz Leme, a cerca de 60 m de distância do impacto contra as árvores.

Devido à baixa iluminação no momento das gravações, não foi possível observar as configurações dos flapes no momento da aproximação e durante a arremetida.

O procedimento de arremetida com falha em um dos motores, previsto no *Pilot Operation Handbook* (POH) da aeronave, estava descrito conforme a Figura 15.

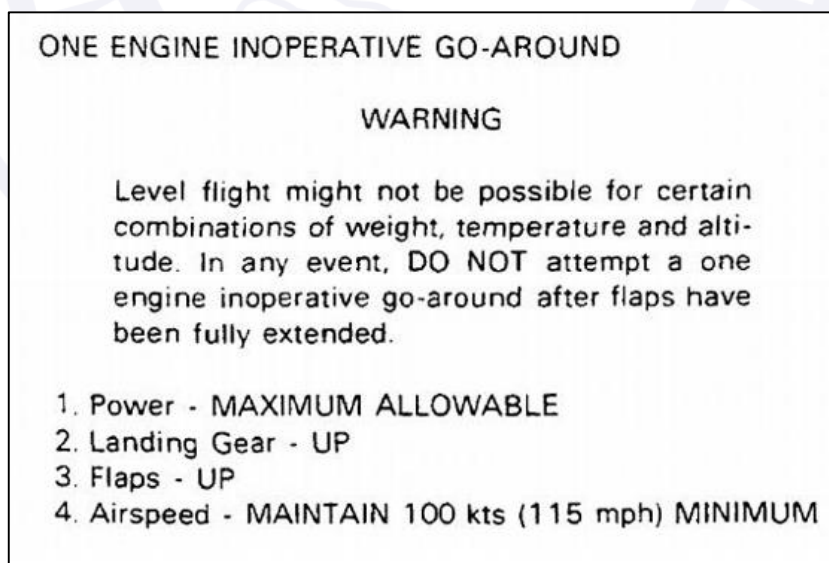


Figura 15 - Procedimento para arremetida monomotor extraído do POH da aeronave.

Segundo o manual do fabricante, a aeronave seria capaz de realizar uma arremetida monomotor, dependendo das condições de peso, temperatura e altitude do campo. Além

disso, ele enfatizava para não tentar a arremetida, caso os flapes tivessem sido totalmente baixados.

Por meio da análise das comunicações mantidas entre o APP-SP e o piloto, foi informado que a aeronave possuía cerca de três quartos ($\frac{3}{4}$) de combustível nos tanques, pouco antes do acidente. A temperatura no aeródromo era de 25°C e a altitude do campo era de 2.371 ft.

Com isso, analisando-se o gráfico *Take off Climb Gradient - One Engine Inoperative* (Gradiente de Subida durante a decolagem - Monomotor) da Seção V do POH da aeronave, supondo que o peso da aeronave estivesse com, aproximadamente, 5.000 libras (2.267 kg), ele obteria um gradiente de subida de 3%, conforme projeção gráfica realizada na Figura 16.

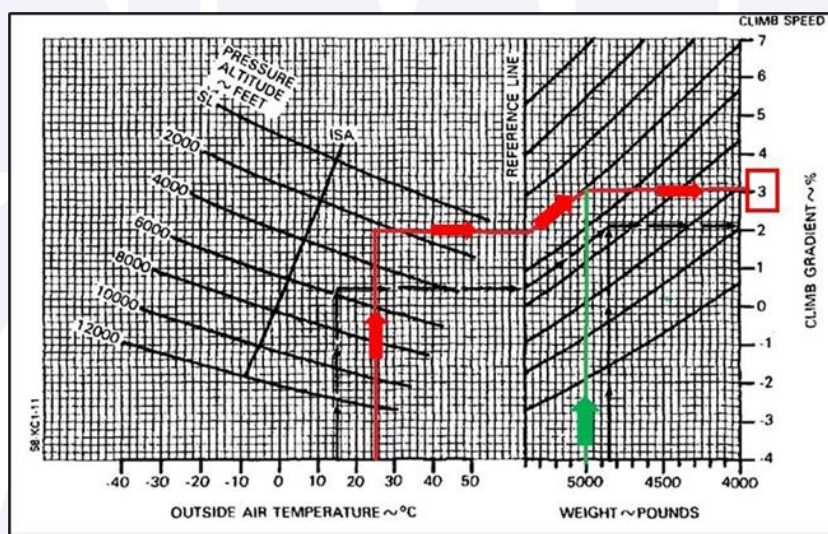


Figura 16 - Extrato do *Take-off Climb Gradient - One Engine Inoperative* do POH da aeronave.

Considerando o motor remanescente ajustado para potência de decolagem, com trem e flapes recolhidos, hélice do motor inoperante embandeirada, mantendo-se a velocidade recomendada pelo POH de 94 kt, seria obtida uma razão de subida de 282 ft/min.

Considerando a arremetida ter sido iniciada na metade da pista de SBMT, é possível afirmar que a aeronave teria 1,2 NM até o obstáculo mais alto na reta de decolagem da pista 12 (morro do bairro da Casa Verde), com cerca de 200 ft (61 m) de elevação. Mantendo-se a velocidade prevista de 94 kt, a aeronave percorreria 1,2 NM até o obstáculo em 46 segundos e seria capaz de subir cerca de 220 ft.

Caso o tripulante tivesse optado por realizar a frenagem a partir do meio da pista, analisando-se os gráficos de *Landing Distance* (distância de pouso), na Seção V, supondo que a aeronave estivesse submetida a um vento de proa de 10 kt, conforme informado via fonia pela TWR-MT, com trem de pouso e flapes baixados, velocidade de aproximação de 91 kt e aplicasse freios em sua totalidade, ela seria capaz de frear em até 1.350 ft (412 m), conforme o gráfico de performance ilustrado na Figura 17. A pista do Campo de Marte possuía 1.600 m de comprimento.

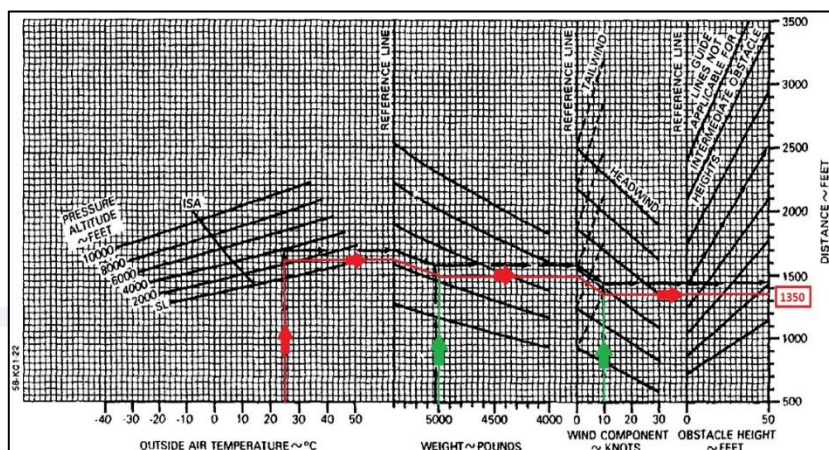


Figura 17 - Extrato do gráfico *Landing Distance* do POH da aeronave.

Contudo, não foi possível medir a velocidade de aproximação da aeronave, tampouco estimar a real motivação do tripulante para optar pela arremetida monomotor.

1.19. Informações adicionais.

Nada a relatar.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de traslado de volta a SBMT, após a realização de um voo privado de transporte de um passageiro até Ubatuba, SP.

Segundo relatos dos familiares e do proprietário do PR-OFI, o piloto informou que o avião teria sido submetido à manutenção no motor esquerdo, no Campo de Marte, durante a manhã do dia do acidente, permitindo assim a realização do voo que ocorreu no período da tarde daquele mesmo dia.

No entanto, a Comissão de Investigação não encontrou anotações nas documentações da aeronave e nem conseguiu, junto aos prestadores de serviços de manutenção daquele aeródromo, a confirmação dessa informação, o que faz supor que o serviço, caso tenha sido executado, não foi registrado.

No entanto, foi comprovado, durante análise dos destroços, que o motor esquerdo estava com seu funcionamento normal e desenvolvia potência no instante em que a aeronave colidiu contra a vegetação e o solo.

Já quanto ao motor direito, foi comprovado que os parafusos prisioneiros passantes (*Crankcase Through Bolts*), do cilindro nº 5, romperam por fadiga, durante o voo, quando o motor contava com, aproximadamente, 86 horas após a realização do *overhaul*.

A análise dos motores constatou que dois *Crankcase Through Bolts* de fixação do cilindro número 5, do motor direito, tiveram ruptura por fadiga. Assim, as porcas dos demais parafusos prisioneiros desse cilindro ficaram sobrecarregadas, ocasionando seus rompimentos e desprendimentos em voo, provocando a parada do motor direito.

Apesar das solicitações da Comissão de Investigação, a OM JL Motores Aeronáuticos Ltda. não forneceu, até o fechamento desse Relatório Final, os registros necessários que comprovassem a origem do item fadigado. Além disso, segundo a análise dos componentes, a peça apresentava sinais de usinagem e “marcas de praia” incomuns para o item, não sendo possível identificar a razão dessa usinagem. As marcas de praia,

reveladoras de processo de fadiga em curso, seriam decorrentes de uma usinagem indevida.

O piloto havia relatado ruídos no motor esquerdo, o que demonstrava preocupação com as condições da aeronave. Dessa forma, é possível que, ao perceber que o motor esquerdo não apresentava mais ruído, o piloto tenha diminuído sua consciência situacional e não tenha percebido possíveis sinais de pane do motor direito da aeronave, o qual falhou na ocorrência.

A Comissão de Investigação levantou, também, a hipótese de que a origem do barulho descrito pelo piloto seria no motor direito e não no esquerdo, e estaria relacionada com a ruptura total ou parcial de um ou mais parafusos, devido ao processo de fadiga que já estava em curso, porém, como não foi possível verificar onde foi feita a intervenção de manutenção, essa hipótese não pôde ser comprovada.

Essas evidências levantaram dúvidas quanto à conformidade do serviço de manutenção realizado no motor em questão, por ocasião do *overhaul*, o que poderia configurar um fator contribuinte para a cadeia de eventos que culminou no acidente.

Após a falha do motor direito em voo, o piloto identificou e embandeirou a hélice corretamente. Apesar da condição de monomotor, a aeronave manteve-se voando da posição Itaquera até o Campo de Marte.

Ao comunicar ao APP-SP que estava em pane, o piloto informou que pretendia prosseguir para pouso em SBMT e que possuía cerca de $\frac{3}{4}$ de combustível remanescente nos tanques. Durante a comunicação realizada entre o piloto e o APP-SP, não foi cogitado o pouso em outra localidade.

Apesar de o ROTAER trazer a informação de que o Aeródromo de SBGR não poderia ser utilizado como opção de destino para aeronaves de asa fixa voando VFR, em caso de emergência, ele seria uma alternativa bastante viável, uma vez que estava próximo à aeronave e oferecia pistas mais longas e com poucos obstáculos em seus prolongamentos.

Essa possibilidade de pouso em SBGR estava respaldada pelos requisitos do RBAC 91, o qual previa a possibilidade de desvios da regulamentação no caso de emergências em voo.

Dessa forma, a Comissão de Investigação concluiu que a decisão em prosseguir para o aeródromo de destino, o qual tinha mais restrições, tais como pista menor e obstáculos nas cabeceiras, demonstrou que não houve uma avaliação acurada das opções que ofereceriam maior probabilidade de sucesso no gerenciamento da emergência.

A aeronave realizou a aproximação monomotor para a pista 30 de SBMT, tocou três vezes e, após isso, iniciou uma arremetida. Inicialmente, a aeronave saiu do chão e ganhou sustentação, se manteve voando nivelada e, logo após, perdeu altura. Durante esse período, o piloto realizou o recolhimento do trem de pouso, porém não foi possível precisar a configuração de flapes em virtude do grau de destruição da aeronave após a colisão.

A hipótese mais provável é a de que o piloto tenha optado pela arremetida monomotor no solo devido à elevada velocidade empregada na aproximação final para pouso e pelo fato de ter tocado já na metade da pista.

O pouso se deu em período noturno, o que pode reduzir a capacidade humana de visão de profundidade. Essas circunstâncias, certamente, aumentaram a carga de trabalho na cabine e podem ter provocado a redução da consciência situacional do piloto, fazendo com que ocorresse uma inadequada aplicação dos comandos de voo durante o procedimento de descida e contribuído para uma final não estabilizada.

A Comissão de Investigação considerou que a decisão de retornar a São Paulo, próximo ao período noturno, pode ter sido influenciada pela motivação do piloto, uma vez que era seu aniversário de casamento.

Analisando os gráficos de performance de gradiente de subida durante a decolagem monomotor da aeronave, para as condições de voo do PR-OFI, verificou-se que havia pouca margem de desempenho da aeronave para realizar o procedimento de arremetida monomotor, no qual a aeronave obterá uma razão de subida na ordem de 282 ft/min em configuração lisa, velocidade 94 kt e hélice do motor inoperante embandeirada.

Nesse caso, a aeronave poderia superar o morro da Casa Verde em, apenas, 20 ft, uma vez que teria atingido cerca de 220 ft desde o momento da rotação. Tal hipótese não leva em conta, ainda, a presença de obstáculos (árvores e edificações) presentes. Além disso, a indeterminação da posição dos flapes no momento da arremetida também afetaria o desempenho de subida da aeronave.

Na hipótese em que o tripulante tivesse optado por permanecer no solo, mesmo após os três toques sucessivos, o cálculo de distância de pouso indicou que a aeronave poderia parar totalmente em 412 m, ainda dentro dos limites da pista, considerando as condições de 10 kt de vento de proa, trem de pouso e flapes baixados, velocidade de aproximação 91 kt e frenagem máxima.

Naquele ponto, a escolha por arremeter em condição monomotor ou tentar parar a aeronave no solo se mostrou uma difícil decisão que precisou ser tomada em um curto espaço de tempo. Por razões desconhecidas, o piloto optou por realizar a arremetida monomotor e, durante o procedimento, houve a colisão da aeronave contra o solo.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com a habilitação de Avião Multimotor Terrestre (MLTE) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motores e hélices não estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) foi relatado que houve uma manutenção no motor esquerdo poucas horas antes da primeira decolagem;
- i) houve falha no motor direito durante o voo de regresso de Ubatuba para SBMT;
- j) o cilindro do motor direito se desconectou do bloco em virtude da ruptura por fadiga dos parafusos prisioneiros passantes (*Crankcase Through Bolts*);
- k) os parafusos prisioneiros passantes (*Crankcase Through Bolts*) apresentavam sinais de usinagem e “marcas de praia”;
- l) a organização de manutenção, JL Motores, não forneceu à autoridade de investigação SIPAER os documentos necessários que comprovassem a origem dos parafusos prisioneiros passantes (*Crankcase Through Bolts*) instalados no motor direito da aeronave;

- m) a aeronave realizou a aproximação em SBMT, tocou três vezes na pista e iniciou o procedimento de arremetida no solo;
- n) pouco depois de sair do solo, a aeronave colidiu contra árvores após o final da cabeceira 12, vindo a chocar-se contra o asfalto da avenida Braz Leme;
- o) a aeronave ficou destruída pelo impacto e pelo fogo; e
- p) o piloto sofreu lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- Aplicação dos comandos - contribuiu.

O fato de a aeronave ter realizado uma aproximação não estabilizada, acima da velocidade recomendada, implicando na tentativa de uma arremetida no solo, evidenciou uma falha na aplicação dos comandos de voo.

- Julgamento de pilotagem - contribuiu.

O tripulante optou pela arremetida monomotor, mesmo com uma condição limítrofe para tal, sob pena de não conseguir superar os obstáculos existentes após o final da pista.

- Manutenção da aeronave - indeterminado.

O motor direito da aeronave falhou em voo, tendo aproximadamente 86 horas após seu último *overhaul*. Foi comprovado que sua falha ocorreu devido à quebra por fadiga dos parafusos prisioneiros passantes do cilindro nº 5. Os mesmos parafusos foram analisados e constatada a existência de sinais de usinagem e “marcas de praia”. A organização de manutenção responsável pelo serviço não forneceu à Comissão os documentos necessários que comprovassem a origem dos itens fatigados.

Dessa forma, foram levantadas dúvidas quanto à conformidade do serviço de manutenção realizado no motor em questão, por ocasião do *overhaul*, o que poderia configurar um fator contribuinte para a cadeia de eventos que culminou no acidente.

- Motivação - indeterminado.

É possível que, devido ao dia do regresso coincidir com o aniversário de seu casamento, o piloto tenha apresentado um rebaixamento de sua consciência situacional, prejudicando assim sua percepção de sinais de pane do motor da aeronave ou mesmo sua tomada de decisão por não optar pelo pouso em outro aeródromo.

- Processo decisório - contribuiu.

A decisão por prosseguir para o pouso em SBMT nas condições apresentadas e, após uma aproximação desestabilizada, ter-se optado por realizar um procedimento de arremetida monomotor no solo, mostraram-se equivocadas.

Os riscos para um pouso de emergência teriam sido substancialmente menores, no caso de se alternar o pouso em um aeródromo com dimensões de pista superiores.

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-082/CENIPA/2020 - 01

Emitida em: 15/08/2023

Atuar junto à Organização de Manutenção JL Motores Aeronáuticos Ltda. (COM N°0805-41/ANAC), a fim de que aquela OM demonstre que possui e aplica todos os recursos necessários, conforme a regulamentação pertinente, à adequada prestação de serviços e de registros de manutenção dos motores, durante os procedimentos de manutenção, preventivos e corretivos.

A-082/CENIPA/2020 - 02

Emitida em: 15/08/2023

Atuar junto à Organização de Manutenção MTX *Aviation* Manutenção de Aeronaves Ltda. (COM N°1306-41/ANAC), a fim de que aquela OM demonstre que possui e aplica todos os recursos necessários, conforme a regulamentação pertinente, à adequada prestação de serviços e de registros de manutenção dos motores, durante os procedimentos de manutenção, preventivos e corretivos.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Não há.

Em, 15 de agosto de 2023.