

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-024/CENIPA/2021**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PT-KQE</b>
<b>MODELO:</b>	<b>A36</b>
<b>DATA:</b>	<b>13FEV2021</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-KQE, modelo A36, ocorrido em 13FEV2021, classificado como “[SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor | Falha do motor em voo”.

Durante o deslocamento entre as cidades de Novo Progresso, PA, e Itaituba, PA, ocorreu a falha do motor em voo, tendo a aeronave efetuado um pouso de emergência em uma área da Fazenda Beira Rio, localizada no município de Novo Progresso, PA.

Constatou-se que houve a quebra do eixo virabrequim do motor em voo, ocasionando a parada do motor.

A aeronave teve danos substanciais.

O tripulante teve lesões leves e os três passageiros saíram ilesos.

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



## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>7</b>
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave. ....	7
1.4. Outros danos.....	8
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	8
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	8
1.5.2. Formação.....	8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	8
1.6. Informações acerca da aeronave.....	8
1.7. Informações meteorológicas.....	11
1.8. Auxílios à navegação.....	12
1.9. Comunicações.....	12
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	13
1.11. Gravadores de voo.....	13
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	13
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	13
1.13.1. Aspectos médicos.....	13
1.13.2. Informações ergonômicas.....	13
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	13
1.14. Informações acerca de fogo.....	13
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	13
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	14
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	17
1.18. Informações operacionais.....	17
1.19. Informações adicionais.....	18
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	18
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>19</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>21</b>
3.1. Fatos.....	21
3.2. Fatores contribuintes.....	21
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>22</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>22</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CB	Nuvem <i>Cumulonimbus</i>
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIV	Caderneta Individual de Voo
CIMAER	Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
FIAM	Ficha de Inspeção Anual de Manutenção
FL	<i>Flight Level</i> - nível de voo
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IPC	<i>Illustrated Parts Catalogue</i> - catálogo ilustrado de peças
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - regras de voo por instrumentos
IS	Instrução Suplementar
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
PIC	<i>Pilot In Command</i> - piloto em comando
PN	<i>Part Number</i> - número de peça
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
PSI	<i>Pound Force Per Square Inch</i> - libras por polegada quadrada
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SB	<i>Service Bulletin</i> - boletim de serviço
SDUA	Designativo de localidade - Aeródromo Vale do Curuá, Novo Progresso, PA
SERIPA I	Primeiro Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIGWX	<i>Significant Weather Chart</i> – carta de tempo significativo
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIL	<i>Service Information Letter</i> - carta de informação de serviço
SITT	Designativo de localidade - Aeródromo Independência, Itaituba, PA

SL	<i>Service Letters</i> - cartas de serviço
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
TBO	<i>Time Between Overhaul</i> - tempo entre revisões gerais
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
TSLO	<i>Time Since Last Overhaul</i> - tempo desde a última revisão
TSN	<i>Time Since New</i> - tempo desde novo
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado



## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> A36 <b>Matrícula:</b> PT-KQE <b>Fabricante:</b> Beech Aircraft	<b>Operador:</b> Particular
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 13FEV2021 - 18:40 (UTC) <b>Local:</b> Área da Fazenda Beira Rio <b>Lat.</b> 07°34'16"S <b>Long.</b> 056°05'21"W <b>Município - UF:</b> Novo Progresso - PA	<b>Tipo(s):</b> [SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor <b>Subtipo(s):</b> Falha do motor em voo

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Vale do Curuá (SDUA), Novo Progresso, PA, com destino ao Aeródromo Independência (SITT), Itaituba, PA, por volta das 18h20min (UTC), a fim de realizar voo privado, com um Piloto em Comando (PIC) e três passageiros a bordo.

Após cerca de 20 minutos de voo, ocorreu uma falha no motor e a aeronave efetuou um pouso de emergência em uma área da Fazenda Beira Rio, localizada no município de Novo Progresso, PA.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu lesões leves e os três passageiros saíram ilesos.



Figura 1 - Aeronave após a ocorrência.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	1	-	-
Ilesos	-	3	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais em toda a sua estrutura após colidir contra as árvores e contra o solo.

#### 1.4. Outros danos.

Não houve.

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

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

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	41:30
Totais, nos últimos 30 dias	04:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:00
Neste tipo de aeronave	04:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	04:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio da declaração do piloto e correspondiam com as informações constantes em sua Caderneta Individual de Voo (CIV).

##### 1.5.2. Formação.

O PIC realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Pará de Minas, MG, em 2017.

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

O PIC possuía a licença de Piloto Privado - Avião (PPR) e estava com a habilitação de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) válida.

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

O PIC havia realizado a mesma rota quatro vezes no mês anterior, portanto estava qualificado e possuía apenas cerca de 40 horas de voo totais.

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

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

#### 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série E639, foi fabricada pela *Beech Aircraft*, em 1975, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviço Aéreo Privado (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

Na Ficha de Inspeção Anual de Manutenção (FIAM) emitida pela Tecnologia Brasileira de Aeronáutica S/A, COM 9212-01, Organização de Manutenção (OM) executante da Inspeção Anual de Manutenção (IAM), constava como operador o proprietário da aeronave, diferente daquele registrado nos arquivos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Nessa ficha havia a descrição dos serviços realizados na IAM, dentre eles a verificação de que a documentação estava em conformidade com os requisitos aplicáveis, o que assegurava a satisfatória condição de aeronavegabilidade.

A Comissão de Investigação não teve acesso a todos os dados das cadernetas, e as poucas páginas que foram enviadas atestavam que as escriturações estavam desatualizadas, com os últimos registros de horas datados de 2008.

O Mapa de Situação de Diretrizes de Aeronavegabilidade, emitido pela mesma OM que executou a IAM, datado de 19MAIO2020, informava que havia sido incorporada, em 18DEZ1995, a Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) nº 82-06-02R1 ao motor *Teledyne*



*Continental*, modelo IO-520-BA (10), *Serial Number* (SN - número de série) 551725, quando este contava com 3.089 horas e 55 minutos.

A Figura 2, abaixo, evidencia a cópia de uma parte do mapa, na qual estão destacados em vermelho: o SN do motor, 551725; o *Time Since New* (TSN - tempo desde novo), 3.650 horas; o *Time Since Last Overhaul* (TSLO), 1.120 horas; a DA que foi incorporada com a data de 18DEZ1995; e as horas do motor na ocasião, 3.089 horas e 55 minutos.


TBA - TECNOLOGIA BRASILEIRA DE AER		MAPA DE SITUAÇÃO DE DIRETRIZES DE AERONAVEGABILIDADE - MO*			
		Rua Salinas, 182 - Aeroporto Municipal An Pará de Minas - MG / Brasil - CEP Tel./FAX: 55 (37) 3077-1			
8. Marcas de Nacionalidade e matrícula	1. Fabricante do Motor	3. Modelo	4. Part Number, Serial Number		5. TSN, CSN
PT-KQE	CONTINENTAL	IO-520-BA(10)	(N/A), 551725		3650, (N/A)
	6. TSLI, CSLI	7. TSLO, CSLO	2. Ano de Fabricação		9. Posição
	25,0, (N/A)	1120,0, (N/A)	1975		FRONTAL
DIRETRIZES DE AERONAVEGABILIDADE EMITIDAS PELA AUTORIDADE AERONÁUTICA DO PAIS DE ORIGEM DO PRODUTO DE TI					
10. Nº da AD/rev	11. Instrução/Revisão	12. Tipo	13. Frequência	14. Data de Incorporação	15. Horas/ Ciclos
DIRETRIZES DE AERONAVEGABILIDADE EMITIDAS PELA AUTORIDADE AERONÁUTICA DO BRASIL (G.G.C.P.)					
82-06-02 R1	MS896-10	AR	REVISÃO GERAL	18 dezembro, 1995	3089,9

Figura 2 - Mapa de Situação de DA.

Essa DA previa que, quando da Revisão Geral do motor ou por qualquer motivo que exigisse a remoção do eixo de manivelas, era obrigatória a inspeção, por ultrassom, na região dos raios de concordância do mancal principal do eixo de manivelas, conforme procedimentos de inspeção descritos no *Crankshaft Ultrasonic Inspection Procedure, Form X30554*, da *Teledyne Continental Motors*.

A previsão de inspeções para esse motor, conforme a *Service Information Letter* (SIL - carta de informação de serviço) nº 98-9A, emitida em 17NOV1998, pela *Continental Motors Aircraft Engine*, era a cada 12 anos ou 1.700 horas, o que ocorresse primeiro, e a próxima estimativa para abertura do motor estava prevista para 2007 ou quando atingisse 4.789 horas.

Já o Mapa Informativo de Controle de Componentes Controlados, emitido pela mesma Organização que executou a IAM, com data de atualização de 22MAIO2020, trazia a informação de que, em 18DEZ1995, o motor havia sido inspecionado de acordo com a SIL nº 98-9A, quando este contava com 2.530 horas, com a previsão de que a próxima revisão do motor deveria ocorrer em 2007 ou quando atingisse 4.230 horas (Figura 3);

TBA - TECNOLOGIA BRASILEIRA DE AERONAUTICA S/A - COM: 9212-01 / ANAC											
MAPA INFORMATIVO DE CONTROLE DE COMPONENTES CONTROLADOS E DE INSPEÇÕES REFERENTE AO CAPÍTULO 05 E 12 DO MANUAL DE MANUTENÇÃO DA AERONAVE											
REFERÊNCIA: MANUAL DE SERVIÇOS BEECHCRAFT - P/N: 36-590001-38 - REVISÃO Nº: 816 - DATADA EM 01 DE ABRIL DE 2011											
PT-KQE											
22-mai-20											
CONTROLE DE INSPEÇÕES PROGRAMADAS											
CONTROLE DE LUBRIFICAÇÃO DA AERONAVE											
CONTROLE DE REVISÕES E/OU SUBSTITUIÇÃO											
SISTEMA DE TREM DE POUSO											
GRUPO MOTOR PROPULSOR											
MOTOR											

Figura 3 - Mapa Informativo de Controle de Componentes Controlados. Em vermelho, o total de horas da aeronave e do motor.

No detalhe retirado do Mapa Informativo de Controle de Componentes Controlados, pôde-se verificar a informação de que o motor possuía 3.650 horas totais no momento de sua confecção e 1.120 horas desde a revisão, significando, portanto, que ele estava com 2.530 horas quando a revisão foi realizada, em 18DEZ1995 (Figura 4).

	FABRICANTE	MODELO	Nº DE SÉRIE	HS .TT.	HS APÓS
CELULA	BEECHCRAFT	A36	E-639	3.650,0	67,0
MOTOR	CONTINENTAL	IO-520-BA(10)	551725	3.650,0	1.120,0
HELICE	Mc CAULEY	3A32C765M	787944	2.145,5	433,0

Figura 4 - Detalhe retirado do Mapa Informativo de Controle de Componentes Controlados. Em vermelho, o total de horas da aeronave e do motor.

Portanto, há uma discrepância entre as informações constantes nos dois mapas, pois, enquanto o Mapa de Controle de Diretrizes de Aeronavegabilidade dizia que o motor, à época (18DEZ1995), teria 3.089,9 horas TSN, o Mapa de Controle de Componentes dizia que, na mesma data, ele estaria com 2.530 horas TSN.

Na ocasião da confecção desses dois mapas, a aeronave contava, segundo o que está registrado em ambos, com 3.650 horas totais e, assim, levando-se em conta a informação do Mapa de Controle de Componentes, haveria ainda 580 horas disponíveis até a próxima inspeção, segundo o que preconizava a SIL nº 98-9C.

Adicionalmente, apesar de o Mapa de Controle de Componentes, com a data de 22MAIO2020, registrar o cumprimento da SIL nº 98-9A naquela ocasião, essa carta já havia

sido substituída pela versão nº 98-9C, emitida em 17JUL2013, na qual eram mantidos os mesmos prazos (12 anos ou 1.700 horas).

Apesar da previsão da SIL 98-9C de que o motor deveria ser revisado a cada 12 anos ou 1.700 horas, a Instrução Suplementar (IS) nº 91.409-001, Rev. B, item 5.1.9, da ANAC, válida na ocasião do acidente, trazia a seguinte informação sobre o *Time Between Overhaul* (TBO - tempo entre revisões gerais):

Os períodos ou prazos de TBO geralmente estão transcritos em Boletins de Serviço (*Service Bulletins* - SB), Cartas de Serviço (*Service Letters* - SL), Cartas de Informação (*Service Information Letters* - SIL) e documentos semelhantes. Mesmo se os fabricantes indicarem os períodos ou prazos de TBO como mandatórios nesses documentos, estes são considerados mandatórios apenas quando aprovados pela autoridade aeronáutica.

Na mesma IS, item 5.2.2, a norma tratava sobre os seguintes aspectos a respeito da Revisão Geral:

Essa questão é de grande relevância, por exemplo, no caso de motores. O proprietário/operador de aeronave que opera segundo as regras do RBAC 91 pode ter um motor vencendo, por exemplo, o prazo calendário de 12 (doze) anos - referente ao prazo calendário em alguns motores convencionais - e não possuir ainda acumuladas horas totais de operação recomendadas para remoção para revisão geral. Nesse caso, pode-se optar por cumprir com a recomendação do fabricante de revisão geral no prazo calendário ou executar a revisão geral apenas quando necessário, considerando uma avaliação operacional realizada de acordo com instruções do fabricante dessa forma podendo ultrapassar o tempo calendário de 12 (doze) anos e mesmo o período acumulado de horas de operação citados acima. Assim, vencidos quaisquer dos limites recomendados, se a aeronave ainda se mostra segura e com bom desempenho, (constatado a partir de avaliação da condição geral conforme instruções do fabricante) é possível a continuidade operacional.

Nota - as inspeções diárias, pré-voo, inspeções de 25, 50, 100 horas, anuais, etc. não podem ser postergadas ou estendidas como se fosse o caso do TBO recomendado. É, inclusive, por meio dessas inspeções, que a segurança e o desempenho podem resultar dados mensuráveis para sustentar a decisão de não seguir o TBO recomendado. Adicionalmente, as discrepâncias que eventualmente apareçam entre as inspeções devem ser reparadas, conforme o RBAC 91.405.

Considerando o contexto estabelecido pela IS 91.409-001, Rev. B, item 5.2.2, cabe ressaltar que, nem o fabricante do motor e nem o da aeronave, estabeleceram critérios de avaliação operacional do motor com vistas a ultrapassar os prazos de horas e tempo calendário acumulados.

Na data de 19MAIO2020, quando a aeronave contava com 3.650 horas, foi realizada uma IAM em que o motor apresentou valores de taxa de compressão dos cilindros #1 ao #6, respectivamente, 73, 72, 72, 72, 70 e 73 PSI, sendo considerado dentro dos parâmetros.

Mediante a interpretação que o operador fez da legislação da ANAC vigente, somado ao fato de os resultados de taxas de compressão estarem em conformidade com os parâmetros normais de operação previstos pelo fabricante, o operador/proprietário considerou que não havia anomalias no motor e que a aeronave ainda se mostrava com desempenho operacional adequado.

### **1.7. Informações meteorológicas.**

A imagem satélite gerada às 18h20min (UTC) pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) evidenciou a existência de formações meteorológicas significativas na rota (Figura 5).

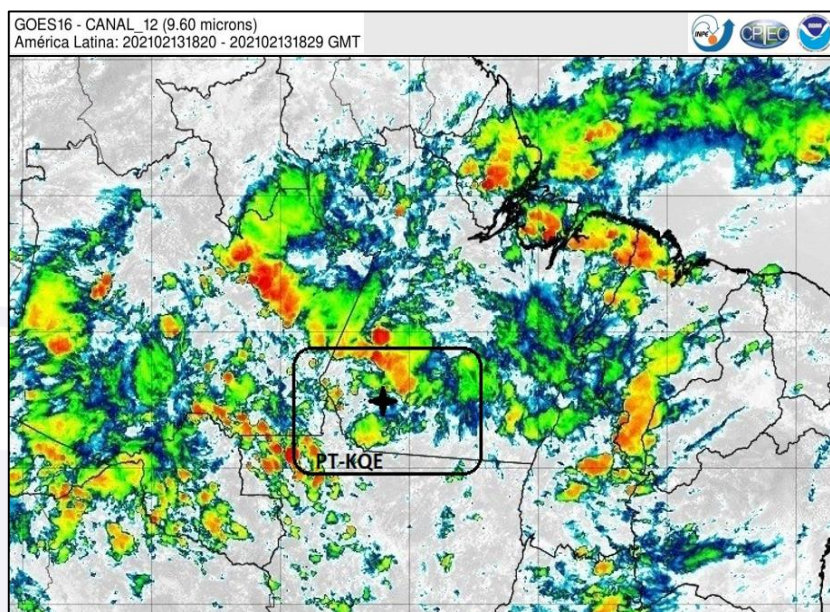


Figura 5 - Imagem satélite realçada das 18h20min (UTC), contendo a condição meteorológica próxima ao horário da decolagem. Fonte: CPTEC.

Adicionalmente, a *Significant Weather Chart* (SIGWX - carta de tempo significativo) gerada pelo Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica (CIMAER), emitido às 18h00min (UTC) no dia da ocorrência, ilustrava a presença de nuvens *Cumulonimbus* (CB) isolados e embutidos em camadas de outras nuvens, com base a 3.500 ft e topo acima de 25.000 ft (Figura 6).

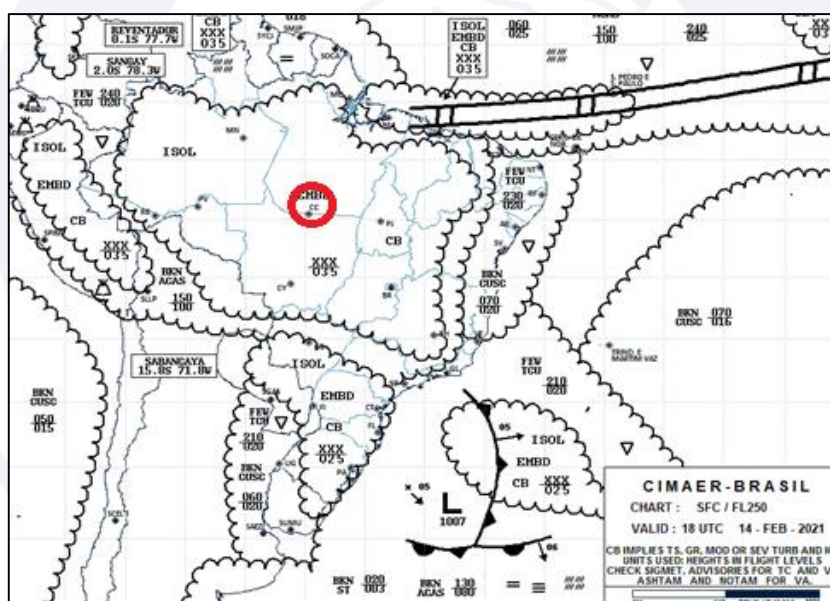


Figura 6 - SIGWX, válida até 18h00min (UTC) do dia 14FEV2021, com a posição aproximada da ocorrência. Fonte: CIMAER.

Ainda, conforme relatos do PIC, a aeronave mantém o FL045, havendo nuvens com formação de teto abaixo da aeronave, impedindo a visualização do solo no momento da falha do motor.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

**1.10. Informações acerca do aeródromo.**

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

**1.11. Gravadores de voo.**

Não requeridos e não instalados.

**1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.**

Nada a relatar.

**1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.****1.13.1. Aspectos médicos.**

Nada a relatar.

**1.13.2. Informações ergonômicas.**

Nada a relatar.

**1.13.3. Aspectos Psicológicos.**

O PIC tinha 26 anos de idade e era natural de Alta Floresta, MT, residindo em Novo Progresso, PA, desde 2019.

O PIC formou-se em 2017 e, em 2020, iniciou voos esporádicos, sem vínculo formal de trabalho e, segundo sua declaração, sem remuneração, para o proprietário da aeronave PT-KQE, visando adquirir experiência e novas oportunidades de trabalho na aviação.

Foi relatado que o PIC tinha o objetivo de crescer profissionalmente na aviação, almejando operar voos executivos ou de linha aérea.

No decorrer das entrevistas, seu perfil foi descrito como reservado em relação à sua vida pessoal no ambiente de trabalho, contudo, era atencioso e cauteloso perante as demandas, tendo relatado ser de fácil adaptação ao ambiente e convívio social.

Segundo o reporte de outras pessoas entrevistadas, ele buscou se manter sempre atualizado quanto aos regulamentos, procurando costumeiramente se qualificar.

O PIC reportou que as informações recebidas acerca da aeronave eram de que a manutenção havia sido realizada e estava em conformidade.

Ele disse que teve uma noite de sono regular no dia anterior ao acidente, dormindo por volta de 8 horas, tendo iniciado suas atividades às 10h00min (UTC) do dia da ocorrência.

Segundo sua perspectiva, ele mantinha uma boa rotina de atividades físicas e de alimentação, bem como costumava ter um sono tranquilo e reparador, considerando não haver qualquer alteração de saúde que afetasse seu desempenho.

O PIC disse, também, que manteve a calma diante da pane, avistou um local que considerava seguro e acessível para o pouso e que manteve firmeza para desempenhar sua função diante da emergência.

**1.14. Informações acerca de fogo.**

Não houve fogo.

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

O pouso ocorreu em um pasto na área da Fazenda Beira Rio, o que facilitou a aproximação de funcionários da fazenda e populares, os quais conseguiram resgatar os ocupantes.

### 1.16. Exames, testes e pesquisas.

O motor e alguns componentes da aeronave foram analisados em OM certificada pela ANAC com acompanhamento de membros da Comissão de Investigação.

Foi observado que o motor teve danos externos decorrentes da colisão contra uma palmeira e contra o solo, apresentando quebras, trincas, desgastes excessivos, entre outros, não sendo possível realizar o giro manual deste.

Os sistemas de ignição e alimentação foram verificados quanto ao funcionamento e nada de anormal foi constatado.

Os bicos injetores, no total de 6, foram inspecionados individualmente quanto ao estado geral e funcionamento.

Não foram constatados danos externos nos bicos injetores dos cilindros #2, #4 e #5, apresentando integridade física satisfatória, ou seja, sem quebras, trincas, desgastes excessivos, entre outros. Contudo, no teste em bancada, estavam com os valores de vazão acima do previsto em manual.

Devido à quebra dos bicos injetores dos cilindros #1 e #3 e empenamento do bico do cilindro #6, provavelmente em decorrência do impacto, não foi possível testá-los em bancada.

Foi constatado que o bico injetor do cilindro #6 possuía *Part Number* (PN - número de peça) divergente do previsto no *Illustrated Parts Catalog* (IPC - catálogo ilustrado de peças) do motor, apresentando menor fluxo de combustível do que o previsto para o motor *Teledyne Continental*, modelo IO-520-BA (10).

O funcionamento do motor com a utilização de bicos injetores com vazão/pressão diferentes dos valores especificados ou com bicos não previstos pelo fabricante causam a distribuição de vazão/pressão inadequada de combustível enviado para a queima, alterando a mistura ar/combustível.

Além disso, essa alteração não prevista pode gerar, no eixo de manivelas, forças diferentes das projetadas para o componente, degradando o seu funcionamento, podendo causar sobrecargas e vibrações.

O sistema de lubrificação não apresentava avarias, ruptura de conexões ou vazamentos de óleo que pudessem comprometer o funcionamento do motor. No entanto, foi encontrada limalha nas engrenagens internas da bomba de óleo e na tela do pescador da bomba, dentro do cárter. Na parte inferior do bloco do motor havia vários cavacos de material metálico.

No exame do bloco do motor e seus componentes, verificou-se que os contrapesos dinâmicos estavam íntegros, todavia, foi constatada a fragmentação do eixo de manivelas junto ao segundo munhão, próximo à biela do cilindro #2. Em virtude dessa fragmentação, o eixo partido deteriorou a bronzina do segundo munhão, bem como o seu alojamento no bloco (Figura 7).



Figura 7 - Fratura no eixo de manivelas.

Essas avarias explicam a presença de limalhas e cavacos distribuídos pelo bloco e engrenagens de acionamento dos acessórios. Da mesma forma, o eixo de manivelas partido danificou o tucho de acionamento da válvula de admissão do cilindro #1, bem como empenou o eixo de comando de válvulas.

Durante a desmontagem dos balancins e das hastes de comando das válvulas de admissão e exaustão dos cilindros, foi encontrada limalha no balancim da válvula de escapamento do cilindro #3, cavacos na haste de comando da válvula de admissão do cilindro #5 e limalha na haste de comando da válvula de escapamento do cilindro #6.

No exame dos cilindros, pistões e bielas verificou-se que o cilindro #2 apresentava avarias externas (amassamentos) e internas (ranhuras), bem como fraturas em sua base. O seu pistão possuía anéis de segmentos íntegros; todavia, expunha avarias (ranhuras) e marcas de queima na face, fratura na base, presença de grande quantidade de limalhas, depósitos carboníferos (carbonização) internamente (saia) e na face superior (cabeça). A biela deste pistão apresentava fraturas em ambas as faces de conexão desta ao moente do eixo de manivelas.

Os cilindros #3 a #6 apresentavam avarias externas (amassamentos), porém sem avarias internas. Os pistões possuíam anéis de segmentos íntegros, todavia, expunham depósitos carboníferos (carbonização) internamente (saia) e na face superior (cabeça). As bielas estavam íntegras.

Em razão de uma deformação na base do pistão do cilindro #1, não foi possível realizar a sua remoção com a sua respectiva biela, detectada posteriormente à abertura do bloco do motor.

O eixo de manivelas foi encaminhado para análise no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), a fim de se identificar o mecanismo de falha e determinar se a fragmentação ocorreu durante a operação ou devido aos impactos.

Nos exames visuais realizados no eixo de manivelas observou-se que a fratura ocorreu na região do raio de concordância, local de concentração de tensão. Os danos vistos em ambos os lados das fraturas, como desgaste por atrito e a descoloração em decorrência de superaquecimento, indicam que a fratura ocorreu durante a operação da aeronave (Figura 8).

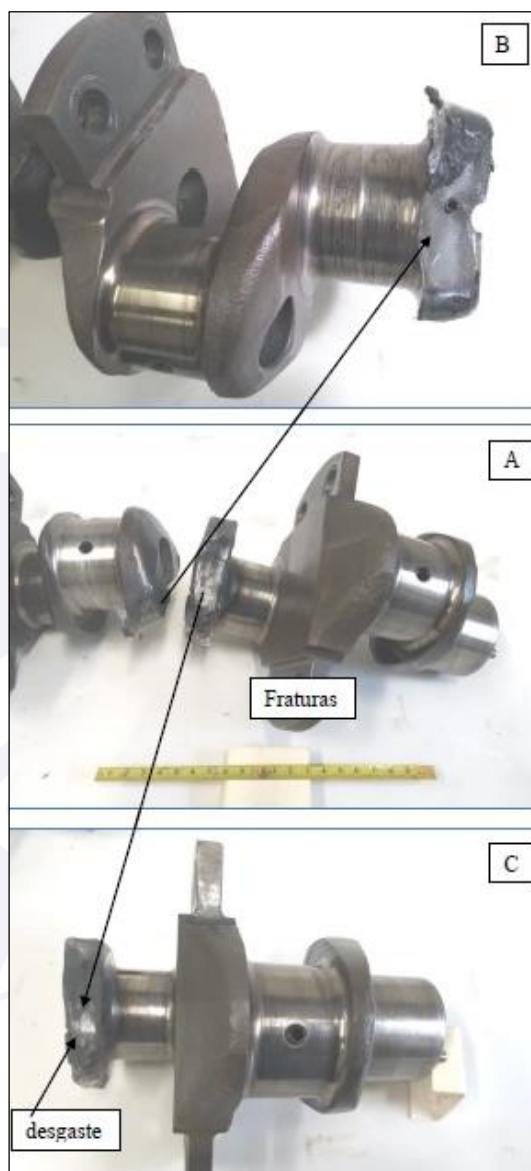


Figura 8 - Vista geral da região de fratura (A). Detalhes das regiões de fratura (B e C).

Nos exames por estereoscopia realizados no eixo de manivelas foram observadas marcas de praia indicativas de falha pelo mecanismo de fadiga (Figura 9).



Figura 9 - Exame por estereoscopia. No detalhe da superfície de fratura, observam-se marcas de praia indicativas de fadiga (setas).



De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que o eixo de manivelas falhou pelo mecanismo de fadiga. Não foi possível determinar, entretanto, a origem da fadiga, devido aos danos sofridos pelo componente após a fratura.

#### **1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.**

Conforme o relato do operador, o avião foi adquirido em meados de julho de 2019 e era empregado para demandas ocasionais, sendo que ele mesmo realizava o seu gerenciamento juntamente com outras aeronaves de sua propriedade.

À época da ocorrência, o PIC realizava voos na condição de *freelancer* e, quando solicitado, atendia prontamente.

Ainda, segundo informações levantadas, nas semanas que antecederam o voo não foram realizadas atividades de manutenção na aeronave.

Os registros de manutenção da aeronave que foram apresentados estavam incompletos e desatualizados, dentre eles o Diário de Bordo, sendo seu último registro datado de 28JAN2021.

Os registros encontrados no Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI) da ANAC somavam 100 horas de operação nos últimos 9 anos.

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

O PIC iniciou sua carreira na aviação em 2017, com a realização da parte teórica do curso de piloto privado em uma escola de avião sediada em Sinop, MT, e, em seguida, com as aulas práticas no Aeroclube de Pará de Minas, MG.

Ele iniciou a parte teórica da formação de piloto comercial em 2018, porém não havia obtido a licença até a data da ocorrência.

O PIC afirmou que fazia uso costumeiro do *checklist* nas operações e buscava seguir as normas existentes, a fim de minimizar os riscos, principalmente nessa região. Relatou que atuava de forma controlada e preventiva, no que se refere à segurança de voo, o que, segundo ele, contribuiu para o sucesso do pouso em questão.

O voo da ocorrência tratava-se de um voo privado, o qual seria o primeiro transporte do dia, cuja finalidade era transportar mercadorias e pessoal para um garimpo.

Conforme relatos do PIC, a aeronave foi abastecida com, aproximadamente, 220 litros de gasolina de aviação, havendo, dessa forma, autonomia suficiente para o voo pretendido.

A decolagem ocorreu às 18h20min (UTC), não sendo possível determinar se a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante por ausência de dados, uma vez que não foi disponibilizada à Comissão de Investigação a Ficha de Peso e Balanceamento daquele voo.

A rota da aeronave seria de SDUA com destino a SITT, porém houve uma deriva para a esquerda, tendo a aeronave colidido contra o solo a uma distância lateral da rota de, aproximadamente, 13 NM.



Figura 10 - Croqui da Rota (traço vermelho) e local da ocorrência (estrela).

O PIC reportou que, no voo que originou a ocorrência, a decolagem ocorreu normalmente e que, aproximadamente, após 20 minutos de voo, houve uma pane no motor, seguida de parada total da hélice. Informou que, na sequência, realizou os procedimentos de acionamento do motor em voo e que não obteve sucesso.

### 1.19. Informações adicionais.

Sobre as condições a serem observadas pelos pilotos que pretendessem realizar voos sob condições visuais, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-12 estabelecia:

#### 5 REGRAS DE VOO VISUAL

##### 5.1 CRITÉRIOS GERAIS

5.1.1 Exceto quando operando como voo VFR especial, os voos VFR deverão ser conduzidos de forma que as aeronaves voem em condições de visibilidade e distância das nuvens iguais ou superiores àquelas especificadas no quadro da tabela 1.

5.1.2 Não obstante o estabelecido em 5.1.1 anterior, os voos VFR somente serão realizados quando simultânea e continuamente puderem cumprir as seguintes condições:

a) manter referência com o solo ou água, de modo que as formações meteorológicas abaixo do nível de voo não obstruam mais da metade da área de visão do piloto;

[...]

Tabela 1				
Classe de Espaço Aéreo	B	C D E	FG	
			Acima de 900 m (3000 pés) AMSL ou acima de 300 m (1000 pés) sobre o terreno o que for maior	A 900 m (3000 pés) AMSL abaixo ou 300m (1000 pés) acima do terreno, o que for maior
Distância das Nuvens	Livre de Nuvens	1500 m horizontalmente 300 m (1000 pés) verticalmente	1500 m horizontalmente 300m verticalmente	Livre de nuvens e avistando o solo
Visibilidade	8 km se voando no ou acima do FL100	8 km se voando no ou acima do FL100	8 km se voando no ou acima do FL100	5 km
	5 km se voando abaixo do FL100	5 km se voando abaixo do FL100	5 km se voando abaixo do FL100	
Limite de Velocidade	380 kt	250 kt IAS se voando abaixo do FL100 380 kt IAS se voando acima do FL100		

Figura 11 - Tabela da ICA 100-12 com as condições de teto e visibilidade para o voo visual.

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Na ocorrência em tela verificou-se que, durante a rota, o PIC enfrentou condições meteorológicas desfavoráveis. Segundo informações, a aeronave voava no FL045 e existia uma camada de nuvens que encobria mais da metade do campo visual, sob o PT-KQE, não permitindo o contato visual com o solo, o que o levou ao desvio da rota planejada.

Dessa forma, apesar de haver visibilidade horizontal acima da camada, o PIC não possuía referências visuais com o terreno, experimentando, assim, condições que requeriam a operação sob *Instrument Flight Rules* (IFR - regras de voo por instrumentos), sem estar habilitado para este perfil de voo, conforme especificado na ICA 100-12.

Essa condição também contribuiu para que o PIC deixasse de identificar várias pistas em ambos os lados da rota, que seriam mais adequadas para o pouso de emergência, o que poderia ter evitado ou diminuído as consequências de uma aterragem em local não preparado.

Segundo relatos do PIC, houve a tentativa de reacendimento do motor antes do pouso forçado, porém sem sucesso, o que levou a Comissão de Investigação a verificar as condições técnicas da aeronave.

Durante a investigação, foram encontradas evidências de que o motor falhou durante o voo em decorrência da quebra do eixo de manivelas, gerando também a deformidade do cilindro número #1.

Após a abertura completa do motor, pôde-se constatar a fragmentação do eixo de manivelas junto ao segundo munhão, próximo à biela do cilindro #2. Tal fragmentação explicou a presença de limalhas e cavacos distribuídos pelo bloco e engrenagens de acionamento dos acessórios.

A análise do eixo de manivelas fragmentado constatou a falha pelo mecanismo de fadiga, porém não foi possível determinar a sua origem devido aos danos sofridos pelo componente após a fratura.

A análise evidenciou, ainda, que a fratura no eixo de manivelas ocorreu durante a operação da aeronave, ou seja, não foi causada pelo impacto contra o solo.

A verificação do sistema de alimentação de combustível identificou uma não conformidade com relação ao valor de vazão/pressão de combustível dos bicos injetores. Desse modo, foi constatado que o bico injetor do cilindro #6 possuía PN divergente do previsto no IPC do motor, apresentando menor fluxo de combustível do que o previsto.

Tendo em vista essas não conformidades encontradas no sistema de combustível, mais especificamente com relação à vazão inadequada para os bicos injetores, levantou-se a hipótese de que isso contribuiu para a geração de vibrações e sobrecargas, facilitando a degradação de componentes internos do motor e a nucleação de pontos de fadiga de material, tal como ocorreu no eixo de manivelas.

Observou-se que, o último registro de voo encontrado no Diário de Bordo se deu em 28JAN2021 e que as escriturações de manutenção não estavam atualizadas nas cadernetas, ficando evidente que o operador não mantinha uma cultura de procedimentos de segurança padronizados, especialmente quanto ao controle dos processos de manutenção.

Nesse sentido, verificou-se que nos últimos 9 anos foram registradas somente 100 horas de voo para a aeronave, embora houvesse indícios que indicassem 3.650 horas.

A falta de registros no Diário de Bordo e a falta de controle de escriturações levou à hipótese de que a aeronave tenha voado mais horas do que aquelas registradas em suas

cadernetas de célula, motor e hélice, estando os dados de horas totais referentes à última IAM subestimados.

A Comissão de investigação verificou, ainda, que havia uma DA que determinava a realização de uma inspeção, por ultrassom, na região dos raios de concordância do mancal principal do eixo de manivelas, conforme procedimentos de inspeção descritos no *Crankshaft Ultrasonic Inspection Procedure, Form X30554*, da *Teledyne Continental Motors*, quando da Revisão Geral do motor ou por qualquer motivo que exigisse a remoção do eixo de manivelas.

A previsão de inspeções para esse motor, conforme a SIL nº 98-9A, emitida em 17NOV1998, pela *Continental Motors Aircraft Engine*, era de 12 anos ou 1.700 horas, o que ocorresse primeiro, e a próxima estimativa para abertura do motor deveria ter ocorrido em 2007 ou quando a aeronave atingisse 4.789 horas.

Segundo os registros técnicos da aeronave, a última abertura do motor havia sido realizada em 18DEZ1995, ou seja, a aeronave estava com mais de 25 anos sem realizar a revisão supracitada.

Isso foi possível porque o operador estava adiando a Revisão Geral do Motor baseando-se na previsão do item 5.2.2 da IS nº 91.409-001, Rev. B, da ANAC, válida à época, que permitia optar por não realizar a inspeção calendária (12 anos) enquanto a quantidade de horas não fosse atingida (1.700 horas), desde que se realizasse uma avaliação operacional. Todavia, não havia critérios objetivos estabelecidos pelo fabricante do motor, e nem da aeronave, que servissem como referência para essa avaliação.

Foi apurado que, em 19MAIO2020, quando a aeronave contava com 3.650 horas, foi realizada uma IAM e o motor apresentou valores de taxa de compressão dos cilindros #1 ao #6, respectivamente, 73, 72, 72, 72, 70 e 73 PSI, estando estes dentro dos parâmetros e, portanto, o motor foi considerado operacional.

Assim, de acordo com o Mapa Informativo de Controle de Componentes, o PT-KQE teria disponíveis, na época, mais de 580 horas até a Revisão Geral do motor, porém, durante a investigação, observou-se a precariedade dos controles dos registros de voo, existindo a possibilidade de a aeronave estar com a referida revisão horária vencida.

Essa hipótese é reforçada, ainda, pela constatação de que a revisão do motor foi registrada com dois valores diferentes de horas totais: no Mapa Informativo de Controle de Componentes o motor teria, em 18DEZ1995, 2.530 horas e o Mapa de Controle de Diretrizes de Aeronavegabilidade confeccionado em 22MAIO2020 trazia a informação de que o motor possuía, na época, 3.089 horas e 55 minutos TSN.

Assim, o ineficaz controle de horas totais do motor pode ter levado o operador a operar a aeronave extrapolando a quantidade de horas/tempo entre revisões do motor, que era de 1.700 horas ou 12 anos.

Além disso, observou-se discrepância na confecção do Mapa de Controle de Componentes, por parte da OM, ao ser inserida a informação de que o motor seria inspecionado de acordo com a SIL nº 98-9A ao atingir 4.230 horas, quando, na realidade, esta já havia sido substituída pela SIL nº 98-9C. Embora ambas as SIL mantivessem as mesmas condições para a revisão do motor (1.700 horas ou 12 anos), isso demonstra que havia incoerências nas anotações do referido mapa, pela OM, o que poderia indicar inadequações em sua supervisão gerencial.

A incorreção das anotações técnicas, em especial a quantidade de horas voadas, contribuiu para que esse motor fosse utilizado além do previsto pelo programa de manutenção do fabricante, sem que fosse devidamente avaliado.

Ressalta-se, portanto, que o descumprimento de um procedimento de manutenção que possa acarretar prejuízos à condição de aeronavegabilidade de uma aeronave consiste em uma falha no que tange aos processos organizacionais necessários para o efetivo controle da condição de aeronavegabilidade.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) o PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o PIC estava com a habilitação de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) válida;
- c) o PIC estava qualificado e possuía cerca de 40 horas totais de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) não foi possível verificar se a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice não estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas não eram propícias à realização do voo em condições visuais;
- h) 20 minutos após a decolagem, ocorreu uma falha no motor;
- i) houve a fragmentação do eixo de manivelas do motor;
- j) a aeronave efetuou um pouso de emergência em uma área da Fazenda Beira Rio;
- k) a aeronave colidiu contra árvores e contra o solo;
- l) o motor da aeronave havia sido revisado, pela última vez, em 18DEZ1995;
- m) o controle de horas do motor da aeronave não estava coerente;
- n) a aeronave teve danos substanciais; e
- o) o PIC sofreu lesões leves e os passageiros saíram ilesos.

#### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Atitude - contribuiu.**

O voo sem referências visuais com o solo denotou uma atitude de inobservância de procedimentos de segurança e regras de tráfego aéreo, contribuindo para o agravamento das consequências da ocorrência.

- **Julgamento de pilotagem - indeterminado.**

Houve uma inadequada avaliação dos parâmetros relacionados à operação da aeronave, levando o PIC a experimentar condições que requeriam a operação sob IFR, sem estar habilitado para este perfil de voo, conforme especificado na ICA 100-12.

- **Manutenção da aeronave - contribuiu.**

Os constantes adiamentos da inspeção prevista pela DA 82-06-02R1 levaram o motor a operar fora do que previa o programa de inspeção do fabricante, acarretando a sua falha.

- **Processo decisório - contribuiu.**

A inobservância do fiel cumprimento dos procedimentos de manutenção denotou uma avaliação e um gerenciamento inadequados dos riscos presentes na operação do PT-KQE.

#### 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-024/CENIPA/2021 - 01**

**Emitida em: 29/12/2023**

Atuar junto à Tecnologia Brasileira de Aeronáutica S/A, COM 9212-01, de forma que a Organização de Manutenção aperfeiçoe seus mecanismos de inspeção e controle, notadamente no que se refere à verificação e escrituração dos registros de manutenção das aeronaves por ela mantidas.

**A-024/CENIPA/2021 - 02**

**Emitida em: 29/12/2023**

Avaliar a pertinência de estabelecer critérios objetivos para a avaliação operacional de motores amparados pelo item 5.2.2 da IS 91.409-001, Rev. B, com vistas a propiciar referências seguras para que os operadores possam optar por ultrapassar os prazos de horas e tempo calendárico recomendados.

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

Nada a relatar.

Em 29 de dezembro de 2023.