

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-120/CENIPA/2015**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PT-EPD</b>
<b>MODELO:</b>	<b>EMB-721C</b>
<b>DATA:</b>	<b>30AGO2015</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 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-EPD, modelo EMB-721C, ocorrido em 30AGO2015, classificado como “[SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor | Falha do motor em voo”.

A aeronave decolou do Aeródromo de Ourilândia do Norte (SDOW), PA, e foi dada como desaparecida em 30AGO2015, uma vez que não chegou ao seu destino, a Aldeia Kendjan, PA.

Os destroços do avião foram localizados no dia 01SET2015, em área de selva fechada, a 86 NM de SDOW.

O piloto e o passageiro faleceram no local.

A aeronave teve danos substanciais.

Houve a designação de representante acreditado do *National Transport Safety Board* (NTSB) - Estados Unidos, Estado de projeto da aeronave/motor.



## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave. ....	6
1.4. Outros danos.....	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.....	7
1.8. Auxílios à navegação.....	7
1.9. Comunicações.....	7
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	7
1.11. Gravadores de voo.....	7
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	7
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	9
1.13.1. Aspectos médicos.....	9
1.13.2. Informações ergonômicas.....	9
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	9
1.14. Informações acerca de fogo.....	10
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	10
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	10
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	12
1.18. Informações operacionais.....	13
1.19. Informações adicionais.....	13
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	15
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>15</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>17</b>
3.1. Fatos.....	17
3.2. Fatores contribuintes.....	18
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>18</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>19</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CASA	<i>Civil Aviation Safety Authority</i> - Autoridade de Segurança de Aviação Civil Australiana
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CHETA	Certificado de Homologação de Empresa de Transporte Aéreo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
IS	Instrução Suplementar
MNTE	Habilitação de Classe - Avião Monomotor Terrestre
NM	<i>Nautical Miles</i> - Milhas Náuticas
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
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
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RS	Recomendação de Segurança
SAIB	<i>Special Airworthiness Information Bulletin</i> - Boletim Especial de Informação de Aeronavegabilidade
SDOW	Designativo de Localidade - Aeródromo de Ourilândia do Norte, PA
SN	<i>Serial Number</i> - Número de Série
TPX	Categoria de Registro de Aeronave de Transporte Aéreo Público Não Regular
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> EMB-721C <b>Matrícula:</b> PT-EPD <b>Fabricante:</b> NEIVA	<b>Operador:</b> PEMA - Pereira Machado Táxi Aéreo LTDA.
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 30AGO2015 - hora indeterminada <b>Local:</b> Fora de aeródromo <b>Lat.</b> 07°22'05"S <b>Long.</b> 052°22'14"W <b>Município - UF:</b> São Félix do Xingu - 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 de Ourilândia do Norte (SDOW), PA, com destino ao Aeródromo Aldeia Kendjan, PA, às 17h50min (UTC), a fim de transportar pessoal, com um piloto e um passageiro a bordo.

Durante o voo, o cilindro nº 2 do motor se desprendeu, causando vazamento de óleo e falha do motor.

A aeronave foi dada como desaparecida em 30AGO2015, uma vez que não chegou ao seu destino.

Os destroços do avião foram localizados no dia 01SET2015, a 86 NM de SDOW. Ele havia colidido contra árvores, em área de selva fechada.

A aeronave teve danos substanciais. Os dois ocupantes faleceram no local.

### 1.2. Lesões às pessoas.

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

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais nas asas, fuselagem e motor.

### 1.4. Outros danos.

Não houve.

### 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

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

Horas Voadas	
Discriminação	Piloto
Totais	2.500:00
Totais, nos últimos 30 dias	35:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:40
Neste tipo de aeronave	450:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	22:12
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:40

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros fornecidos pela empresa aérea.



### **1.5.2. Formação.**

O piloto realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Porto Nacional, TO, 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) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

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

O piloto estava qualificado e possuía experiência no 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 721103, foi fabricada pela Indústria Aeronáutica Neiva, em 1977, e estava registrada na categoria de Serviços de Transporte Público Não Regular (TPX).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo "1.000 horas", foi realizada em 17ABR2014 pela organização de manutenção Águia Aviação e Manutenção Ltda., em Goiânia, GO, estando com 467 horas e 30 minutos voados após a inspeção.

A última revisão da hélice foi realizada em 27JAN2015 pela organização de manutenção GYN Prop Shop Ltda., em Goiânia, GO, estando com 244 horas e 20 minutos voados após a revisão.

A hélice, de fabricação *Hartzell*, modelo HC-C3YR-1RF, foi instalada de acordo com o Certificado Suplementar de Tipo nº 2007S08-11.

A última revisão do motor, do tipo "Revisão Geral", foi realizada em 26JAN2015 pela organização de manutenção *Global Parts* Motores e Acessórios Aeronáuticos, em Goiânia, GO, estando com 244 horas e 20 minutos voados após a revisão.

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

Nada a relatar.

### **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.**

A aeronave colidiu contra árvores de grande porte em área de selva.

As asas foram arrancadas e separadas da fuselagem na raiz. Elas foram encontradas cerca de 5 metros atrás da fuselagem. Os destroços ficaram concentrados no sentido de deslocamento da aeronave, aproximadamente na proa 085°.

O trem de pouso estava recolhido no momento do impacto.

As pás da hélice apresentavam características de impacto sem potência.

A fuselagem estava inclinada 90° à esquerda. O nariz da aeronave apresentava deformação para a esquerda (Figura 1). O para-brisas foi arrancado no impacto final.



Figura 1 - Posição final da fuselagem.

Não havia marcas de deslocamento da fuselagem no solo.

O piloto e o passageiro foram encontrados presos aos assentos pelos cintos de segurança.

A aeronave transportava grande quantidade de mantimentos nos assentos traseiros. Essa carga se deslocou para frente durante a colisão e ficou concentrada na parte dianteira da cabine.

A carenagem superior do motor se despreendeu da aeronave e apresentava uma fratura na parte frontal esquerda, área que cobria o cilindro nº 2 (Figura 2).





Figura 2 - Carenagem superior do motor.

O cilindro nº 2 estava deslocado da sua posição. Havia uma fratura na parte superior da carcaça (*Crankcase Assembly*, de acordo com o *Parts Catalog* da *Lycoming Aircraft*) do motor, próximo aos parafusos prisioneiros superiores do cilindro nº 2 (Figura 3). A biela do pistão desse cilindro estava fraturada na cabeça e foi encontrada despreendida do eixo de manivelas.



Figura 3 - Bloco do motor fraturado na base do cilindro nº 2 e cabeça da biela fraturada.

A fuselagem e o estabilizador vertical da aeronave estavam cobertos por óleo escorrido do motor.

### **1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.**

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

Não pesquisados.

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

Nada a relatar.

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

Nada a declarar.

#### 1.14. Informações acerca de fogo.

Não havia evidência de fogo em voo, ou após o impacto.

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

Nada a relatar.

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

Por ocasião da ação inicial, foram observados os seguintes aspectos:

- a biela do cilindro nº 2 se despreendeu do eixo de manivelas;
- o cilindro nº 2 se despreendeu da *Crankcase Assembly* do motor;
- houve ruptura dos parafusos prisioneiros *Part Number* (PN) 38-13 e 50-15, assim como dos parafusos passantes de fixação do cilindro nº 2, PN 76220; e
- os parafusos prisioneiros superiores do cilindro nº 2 e uma secção da *Crankcase Assembly* não foram localizados no local do acidente.

A análise visual na cabeça da biela indicou marcas de martelamento e de fratura por sobrecarga.

O pistão ficou preso ao cilindro e não foi possível retirá-lo manualmente.

A análise visual do cilindro nº 2 indicou marcas de espelhamento na sua saia, abaixo do flange de fixação, conforme pode ser observado na Figura 4.

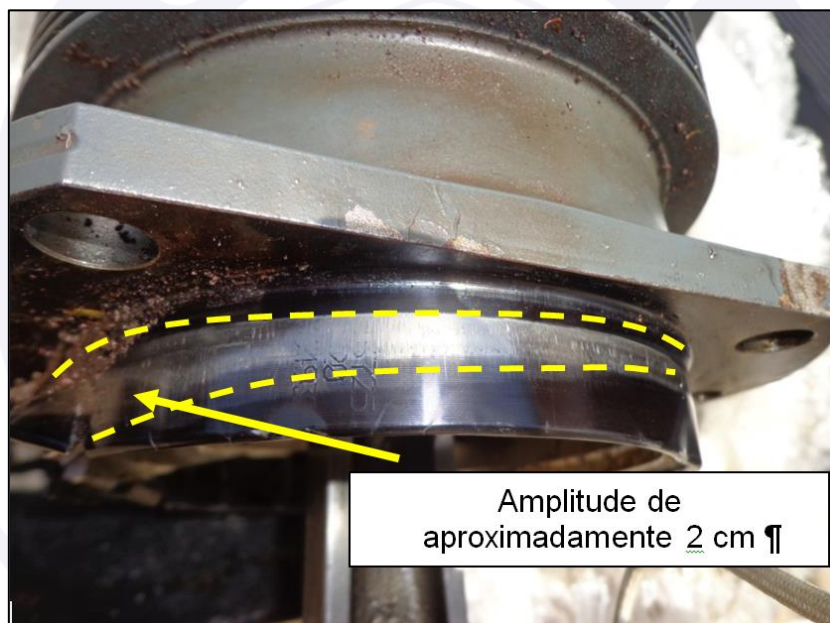


Figura 4 - Marcas de espelhamento na saia do cilindro nº 2.

As marcas de espelhamento, mostradas na Figura 4, indicavam que o cilindro trabalhou solto por um determinado período, antes do desprendimento total de todos os parafusos.

Essas marcas também sugeriam que o processo de fratura se iniciou pelos prisioneiros dianteiros de 0.5 polegada, PN 50-15, indicados na Figura 5, pois eles formavam um arco entre os parafusos passantes, conforme ilustrado na Figura 6.

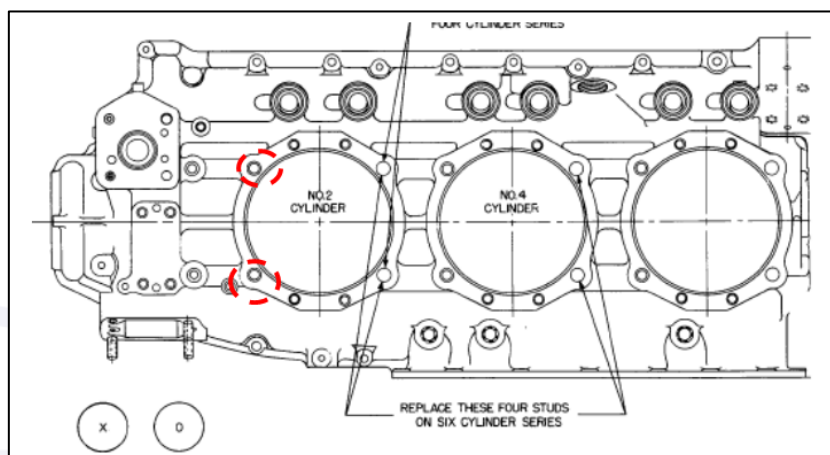


Figura 5 - Parafusos prisioneiros de 1/2".

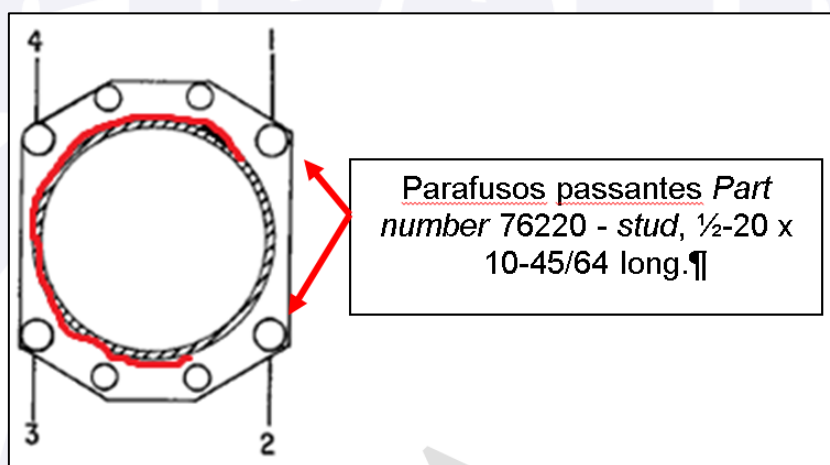


Figura 6 - Ilustração da área em que foram encontradas as marcas de espelhamento na saia do cilindro nº 2.

O cilindro nº 2 foi encaminhado ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) para análise.

Segundo o relatório técnico elaborado pelo IAE, as marcas na saia do cilindro, abaixo do flange de fixação, eram, de fato, um indício de que ele trabalhou solto na sua base de fixação.

Não foi possível identificar qual foi o mecanismo de falha que provocou as fraturas nos parafusos prisioneiros e passantes.

A fratura da biela foi considerada consequência de o cilindro ter trabalhado solto e desalinhado.

A análise da documentação de manutenção do motor indicou que a *Crankcase Assembly* PN 11F20022-D3, instalada na última revisão, não era a prevista para o motor *Lycoming* modelo IO-540-K1G5D. Esse componente era indicado para os motores *Lycoming* modelos TIO, LTIO-540 e séries (motores turbo alimentados).



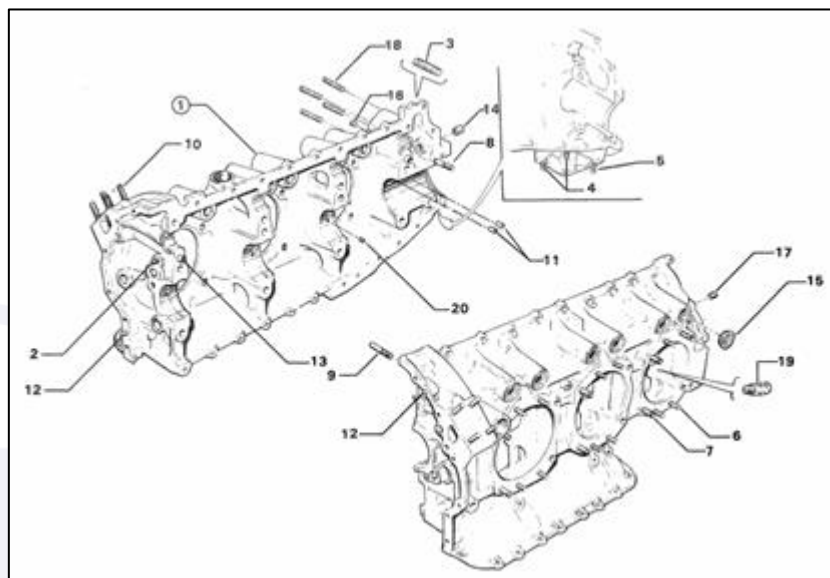


Figura 7 - Imagem da *Crankcase Assembly* TIO, LTIO-540 Series extraída do *Parts Catalog*.

O *Part Number* da *Crankcase Assembly* prevista para o motor *Lycoming IO-540-K1G5D* seria o 11F24020-D1-S.

Não foi apresentado aos investigadores o processo por meio do qual essa modificação foi autorizada e implementada.

De acordo com o proprietário da aeronave, esse item era usado. Não foi possível rastrear a sua origem e histórico de manutenção.

De acordo com os registros disponíveis, ele foi submetido a ensaio não destrutivo por líquido penetrante, em dezembro de 2014, e considerado aprovado para o retorno ao serviço.

Esse componente foi entregue à organização de manutenção responsável pela revisão do motor já com os parafusos prisioneiros de 0.5 polegada, PN 50-15, instalados.

Os torquímetros utilizados na revisão do motor estavam calibrados à época da execução do serviço.

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

A PEMA Táxi Aéreo iniciou suas atividades em julho de 2001. Seu primeiro Certificado de Homologação de Empresa de Transporte Aéreo (CHETA) foi emitido no ano de 2003.

A sede da empresa ficava no Aeroporto Municipal de Ourilândia do Norte, PA. Ela estava autorizada a realizar transporte de passageiros, de carga e aeromédico, por demanda.

A frota era composta por seis aeronaves de diversos modelos, sendo duas do modelo acidentado.

A empresa possuía um total de nove pilotos. Suas avaliações de proficiência em voo eram realizadas pelo Diretor de Operações, que era examinador credenciado junto à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

O piloto acidentado não exercia outra função na empresa.

A PEMA também possuía autorização para realizar inspeções até o nível "50 horas" em suas aeronaves. Os demais serviços eram realizados por organizações de manutenção certificadas pela agência reguladora.

### 1.18. Informações operacionais.

Conforme informações coletadas, o voo tinha o objetivo de transportar um passageiro e carga de SDOW para a Aldeia Kendjan, PA, com retorno ao aeródromo de origem.

A distância entre o Aeródromo Municipal de Ourilândia do Norte e a Aldeia Kendjan era de 150 NM.

A pista da Aldeia Kendjan não era homologada/registrada.

A aeronave foi abastecida para realizar os trechos de ida e volta.

Segundo as especificações operativas da empresa, a aeronave acidentada não estava autorizada a transportar carga.

Não foi possível determinar se a aeronave estava dentro dos limites de peso e do centro de gravidade (CG) especificados pelo fabricante, pois o manifesto de carga não foi apresentado aos investigadores.

### 1.19. Informações adicionais.

Em 24MAR2014, a *Federal Aviation Administration* - FAA emitiu o *Special Airworthiness Information Bulletin* - SAIB (Boletim Especial de Informação de Aeronavegabilidade) número NE-14-13, alertando aos proprietários, operadores e mantenedores de motores *Lycoming* sobre a possibilidade de falha nos parafusos passantes e prisioneiros de fixação dos cilindros.

De acordo com esse documento, a FAA havia recebido relatórios da autoridade de aviação de outro país identificando falhas em parafusos de montagem dos cilindros de motores *Lycoming*, devido à ausência de banho protetor de cádmio.

Um desses relatórios dizia respeito a um cilindro nº 2 que se separou da *Crankcase Assembly*, após a falha dos parafusos de montagem. As análises de laboratório determinaram que um dos quatro prisioneiros teve fratura por fadiga de alto ciclo.

Essa fratura começou a partir de um único ponto, correspondente a um *pit* de corrosão na base da rosca. Não havia evidência de revestimento de cádmio onde o *pit* de corrosão se desenvolveu.

Em uma pesquisa aos bancos de dados da *National Transportation Safety Board* (NTSB), foram encontrados registros de sete falhas de parafusos em motores *Lycoming* e duas em motores *Continental*, no período de janeiro de 2000 a junho de 2013.

Essas falhas foram atribuídas à fadiga dos parafusos, causada, predominantemente, por torque insuficiente e/ou instalação inadequada. A resistência à corrosão não foi mencionada como causa de falha.

Um dos relatórios afirmava que três prisioneiros do cilindro nº 3 foram fraturados devido à fadiga. Além disso, a fratura dos vários prisioneiros por fadiga resultou em folga do cilindro.

Alguns mantenedores informaram ter visto falhas nos prisioneiros, mas eles não apontaram a corrosão como causa do problema.

Houve um questionamento para onze mantenedores norte-americanos sobre suas experiências com os parafusos dos cilindros e as instruções para revisão constantes do manual da *Lycoming*. Todos concordaram que elas eram adequadas. Mesmo assim, o SAIB NE-14-13 incluía as seguintes recomendações:

“1. Inspecionar os prisioneiros e os parafusos passantes dos cilindros quanto a pontos de corrosão e à falta de banho de cádmio.



2. Seguir as instruções de instalação do cilindro do manual de revisão *Lycoming* ou a Instrução de Serviço da *Lycoming* nº 1029D (já incluída no manual de revisão do motor).
3. Utilizar as ferramentas especiais *Lycoming*, ou seu equivalente, para apertar as porcas do cilindro.
4. Ao usar as chaves especiais para apertar as porcas dos cilindros, assegurar-se de que as chaves não entrem em contato com o cilindro ou outras partes do motor. O contato da chave pode resultar em uma indicação de torque correta pela chave de aperto, embora o torque efetivo aplicado à porca e a força de fixação sejam menores do que o necessário.
6. Quando acessível, inspecionar as superfícies dos mancais principais quanto a desgaste por fricção. A *Lycoming* informou que nenhum desgaste por fricção é permitido.”

Cabe ressaltar que as recomendações do SAIB não eram mandatórias e não havia sido emitida Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) relacionada a esse assunto.

Da mesma forma, a Autoridade de Segurança de Aviação Civil Australiana, *Civil Aviation Safety Authority* (CASA), emitiu um Boletim de Aeronavegabilidade - *Airworthiness Bulletin* AWB nº 85-015, em 19ABR2013, alertando sobre falhas em *Crankcases*, na região de fixação dos parafusos prisioneiros dos cilindros, causadas por reparos de solda.

A pesquisa por ocorrências correlatas de falha de motor em voo devido à quebra de parafusos prisioneiros e/ou passantes, investigadas no Brasil, retornou os seguintes dados:

Matrícula	Data	Localidade
PT-GNV	20FEV2013	Guapiaçu/SP
PT-UDH	23JAN2012	Tasso Fragoso/MA
PT-GXV	04AGO2008	Boca da Mata/AL

Figura 8 - Pesquisa de ocorrências correlatas.

O Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica nº 91, Emenda 91-12, de 30DEZ2005, que dispunha sobre as Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis, estabelecia, na seção 91.102, letra (d):

“91.102 - REGRAS GERAIS

[...]

(d) Exceto como previsto no parágrafo 91.325 deste regulamento, nenhuma pessoa pode utilizar um aeródromo, a menos que ele seja registrado e aprovado para o tipo de aeronave envolvido e para a operação proposta.

[...]

O mesmo RBHA nº 91 também estabelecia, na seção 91.403:

“91.403 - GERAL

[...]

(b) Nenhuma pessoa pode executar manutenção, manutenção preventiva, reparos ou modificações a não ser como estabelecido nesta subparte e outras regulamentações aplicáveis, incluindo o RBHA 43.

[...]”

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 43 previa, na seção 43.9, que tratava do conteúdo, forma e disposição de registros de manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração:

“(a) Anotações no registro de manutenção. Cada pessoa que execute manutenção, manutenção preventiva, reconstrução ou alteração de um artigo deve, exceto como previsto nos parágrafos (b) e (c) desta seção, fazer uma anotação no registro de manutenção desse equipamento com o seguinte conteúdo:

(1) uma descrição (ou referência a dados aceitáveis pela ANAC) do trabalho executado;

(2) a data da conclusão do serviço realizado;

(3) o nome da pessoa que executou o serviço, caso esta pessoa seja diferente da pessoa especificada no parágrafo (a)(4) desta seção; e

(4) a assinatura e número da licença da pessoa que o aprovou se o serviço foi satisfatoriamente concluído no artigo. A assinatura constitui aprovação para o retorno ao serviço apenas quanto ao serviço realizado. (Redação dada pela Resolução nº 348, de 2 de dezembro de 2014)

[...]”

A Instrução Suplementar (IS) nº 43.9-002A, de 26ABR2012, que tratava do uso e preenchimento do Certificado de Liberação Autorizada (Etiqueta de Aprovação de Aeronavegabilidade), previa:

[...]

#### 5.2.2 Utilização da etiqueta

5.2.2.1 Visando atender ao que requer a seção 43.9 do RBAC 43, deve ser utilizado o Certificado de Liberação Autorizada - Formulário F-100-01 (Etiqueta de Aprovação de Aeronavegabilidade), cujo modelo consta do Apêndice A desta IS, como meio de cumprimento em relação a registro primário de manutenção, visando à aprovação para o retorno ao serviço de motores de aeronaves, hélices e artigos após manutenção, manutenção preventiva, recondicionamento, modificação ou reparo.

[...]”

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de transporte de passageiro e carga, que se originou em SDOW e tinha como destino a pista não homologada/registrada da Aldeia Kendjan, localizada no município de São Félix do Xingu, PA.

A distribuição dos destroços de forma linear, na proa 085°, que era a proa oposta à da rota pretendida, indicava que o piloto poderia estar tentando regressar à base. A região onde ocorreu o acidente era coberta por densa vegetação de selva e não havia um lugar próximo que permitisse um pouso forçado com segurança.

A proximidade da fuselagem em relação ao ponto do primeiro impacto indicava que a aeronave teve forte desaceleração ao colidir contra as árvores e chegou ao solo com baixa velocidade horizontal.

Com base na ausência de marcas na parte ventral da fuselagem e na deformação do nariz para a esquerda, concluiu-se que a aeronave colidiu contra o solo com uma inclinação de 90° à esquerda e permaneceu nessa posição.

A carga, que era transportada dentro da cabine de passageiros, se deslocou durante o impacto e ficou concentrada na parte dianteira da cabine.

O cilindro nº 2 deslocado da sua posição, a biela do pistão desse cilindro fraturada e desconectada do eixo de manivelas, uma fratura na parte superior da carcaça (*Crankcase*

*Assembly*), bem como a fuselagem e o estabilizador vertical cobertos por óleo, indicavam que houve um grande vazamento ainda durante o voo, o que permitiu concluir que ocorreu uma falha catastrófica do motor, antes do primeiro impacto.

Os danos observados na carenagem superior do motor, provavelmente, foram causados pelo desprendimento de partes da *Crankcase Assembly*, e/ou do cilindro, e/ou da biela.

A impossibilidade de analisar alguns componentes, tais como os parafusos prisioneiros que se perderam após a colisão, impediu a determinação precisa das causas desse colapso.

Uma das hipóteses é a de que os parafusos prisioneiros do cilindro nº 2 tenham fraturado e permitido que ele se deslocasse, fazendo com que o pistão trabalhasse desalinhado. As marcas de espelhamento na saia do cilindro, que indicavam que ele se movimentou repetidas vezes fora da posição prevista, corroboraram essa tese.

De acordo com as informações contidas no SAIB NE-14-13, emitido pela FAA, a falha por fadiga dos parafusos prisioneiros poderia ter duas possíveis causas:

- torque insuficiente e/ou instalação inadequada; ou
- corrosão dos parafusos prisioneiros.

Tendo em vista que a organização de manutenção responsável pela revisão do motor recebeu a *Crankcase Assembly* com os parafusos prisioneiros de 0.5 polegada já instalados, não foi possível avaliar a qualidade dos serviços realizados nessa instalação.

Além disso, a ausência desses parafusos impossibilitou a verificação quanto à existência de um processo de corrosão em curso.

Não obstante, é possível que o pessoal de manutenção responsável pela montagem do cilindro tenha aplicado parâmetros e/ou procedimentos inadequados, o que caracterizaria a manutenção da aeronave como um fator contribuinte para a ocorrência.

Da mesma forma, se havia um processo de corrosão em curso nesses parafusos, sua não detecção apontaria, novamente, falhas relativas ao processo de manutenção da aeronave.

Nessa perspectiva, seja pela execução de procedimentos inadequados, seja por falhas na detecção de condições inseguras, essas hipóteses sinalizaram a possibilidade de que não houvesse, naquele contexto, processos organizacionais efetivos que permitissem identificar e corrigir falhas que pudessem comprometer a segurança de voo.

Outra possibilidade é a de que a solda dos parafusos prisioneiros tenha sido causada por uma quebra da *Crankcase Assembly* do motor na região onde eles eram fixados.

Essa possibilidade foi levantada com base nos reportes de ocorrências de falhas, desencadeadas em reparos de solda na região de fixação desses parafusos, em motores *Lycoming* e *Continental*, objetos do AWB nº 85-015, da CASA.

Embora os registros disponíveis mostrassem que a *Crankcase Assembly* foi submetida a ensaio não destrutivo por líquido penetrante, em dezembro de 2014, e considerada aprovada para o retorno ao serviço, já que não foi possível rastrear a origem e o histórico de manutenção do componente, a verificação da realização desse tipo de reparo tornou-se impraticável.

Por outro lado, também é possível que uma falha dos prisioneiros ou uma fratura na carcaça tenha ocorrido em consequência da instalação de um item não previsto para aquele motor.

O *Part Number* da *Crankcase Assembly* prevista para o motor *Lycoming IO-540-K1G5D* era o 11F24020-D1-S, sendo que a encontrada instalada possuía o *Part Number* 11F20022-D3, indicado para instalação em motores TIO/LTIO-540 e séries (motores turbo alimentados).

Isso considerado, tratava-se de uma alteração ao projeto de tipo aprovado para o motor, classificada como uma grande modificação, tanto para o motor, quanto para a aeronave. Tal modificação requeria uma aprovação pela autoridade de aviação civil do país responsável pelo registro da aeronave, no caso a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

O RBHA nº 91, em sua seção 91.403(b) definia, também, a necessidade de atendimento ao RBAC nº 43 quando da manutenção, manutenção preventiva, reparos e modificações.

O registro primário de manutenção, visando à aprovação para o retorno ao serviço de motores, hélices e produtos aeronáuticos classes II e III após manutenção, manutenção preventiva, recondicionamento, modificação ou reparo, previsto no RBAC nº 43, deveria ser executado de acordo com o previsto pela IS 43.9-002A, por meio do formulário SEGV00 003.

Já que não foi apresentado aos investigadores o processo por meio do qual essa modificação foi autorizada e implementada, considerou-se que ela constituiu uma violação aos regulamentos mencionados nos parágrafos anteriores.

Dessa forma, a instalação de uma *Crankcase Assembly* incompatível com o motor do avião caracterizou uma inadequação dos serviços de manutenção realizados, o que pode ter contribuído para o acidente.

Além disso, o fato de que essa instalação equivocada não foi identificada, registrada e corrigida denotou uma falha na supervisão gerencial por parte da organização de manutenção que revisou o motor, a qual pode ter concorrido para a ocorrência em tela.

### **3. CONCLUSÕES.**

#### **3.1. Fatos.**

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e 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) não foi possível determinar se a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) a aeronave decolou com destino a uma pista não homologada/registrada;
- i) a aeronave não estava autorizada a transportar carga;
- j) a aeronave colidiu contra árvores e teve suas asas arrancadas da fuselagem;
- k) havia marcas de óleo na fuselagem e no estabilizador vertical;
- l) durante a ação inicial, constatou-se que o cilindro nº 2 estava solto da *Crankcase Assembly*;



- m) havia marcas de espelhamento na saia do cilindro, abaixo do flange de fixação, indicando que ele trabalhou repetidas vezes fora da sua posição;
- n) os parafusos prisioneiros superiores do cilindro nº 2 não foram encontrados, assim como a secção de fixação deles na *Crankcase Assembly*;
- o) a *Crankcase Assembly* instalada no avião tinha um *Part Number* diferente daquele previsto nos manuais de manutenção do fabricante do motor;
- p) essa modificação constituiu uma violação aos requisitos pertinentes do RBHA nº 91 e RBAC nº 43;
- q) a aeronave teve danos substanciais; e
- r) o piloto e o passageiro faleceram no local do acidente.

### 3.2. Fatores contribuintes.

#### - **Manutenção da aeronave - indeterminado.**

É possível que o pessoal de manutenção responsável pela montagem do cilindro nº 2 tenha aplicado parâmetros e/ou procedimentos inadequados, o que caracterizaria a manutenção da aeronave como um fator contribuinte para a ocorrência.

Da mesma forma, se havia um processo de corrosão em curso nesses parafusos, sua não detecção apontaria, novamente, a participação do pessoal de manutenção no acidente.

Além disso, a instalação de uma *Crankcase Assembly* incompatível com o motor do avião caracterizou uma inadequação dos serviços realizados pelo pessoal de manutenção que provavelmente contribuiu para o acidente.

#### - **Processos organizacionais - indeterminado.**

É possível que os processos organizacionais existentes não tenham sido suficientemente efetivos para permitir a identificação de condições que pudessem comprometer a segurança de voo, o que pode ter comprometido a qualidade dos serviços de manutenção e favorecido a ocorrência do acidente.

#### - **Supervisão gerencial - indeterminado.**

É possível que uma falha dos prisioneiros ou uma fratura na carcaça tenha ocorrido em consequência da instalação de uma *Crankcase Assembly* não indicada para o motor que equipava o avião.

O fato de que essa instalação equivocada não foi identificada, registrada e corrigida denotou uma falha na supervisão gerencial por parte da organização de manutenção que revisou o motor, a qual pode ter concorrido para a ocorrência em tela.

Nesse caso, a aplicação de um componente não previsto na aeronave acidentada denotaria uma falha na supervisão gerencial por parte da organização de manutenção que revisou o motor.

#### - **Outro - Violação - indeterminado.**

A instalação de uma *Crankcase Assembly* incompatível com o motor do avião, sem o processo por meio do qual essa modificação teria sido autorizada e implementada, caracterizou uma violação aos regulamentos mencionados nos parágrafos anteriores, podendo dessa forma ter contribuído para a ocorrência.

## 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. Além das recomendações de segurança decorrentes de investigações de ocorrências aeronáuticas, recomendações de segurança podem resultar de diversas fontes, incluindo atividades de prevenção.*

*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”.*

#### **Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.**

**À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:**

**A-120/CENIPA/2015 - 01**

**Emitida em: 08/04/2019**

Atuar junto à PEMA - Pereira Machado Táxi Aéreo LTDA., a fim de que aquele operador aperfeiçoe seus mecanismos administrativos e operacionais de recebimento, escrituração e verificação dos serviços de manutenção executados em suas aeronaves, como forma de prevenir ocorrências aeronáuticas.

**A-120/CENIPA/2015 - 02**

**Emitida em: 08/04/2019**

Atuar junto à PEMA - Pereira Machado Táxi Aéreo LTDA., a fim de alertar aquele operador sobre os riscos decorrentes da operação em pistas não homologadas ou não registradas, situação que, além de ferir o Art. 30 do Código Brasileiro de Aeronáutica, traz sérios riscos à Segurança Operacional.

**A-120/CENIPA/2015 - 03**

**Emitida em: 08/04/2019**

Atuar junto à ICON G (antiga *Global Parts* Motores e Acessórios Aeronáuticos - COM Nº 0703-01/ANAC), a fim de que aquela organização demonstre que possui e aplica todos os recursos necessários à adequada prestação de serviços de manutenção nas aeronaves EMB-721C, conforme preconiza a legislação em vigor, os manuais técnicos aplicáveis e a Lista de Capacidades da empresa.

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

Não houve.

Em, 08 de abril de 2019.