

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-179/CENIPA/2018**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PR-JEE</b>
<b>MODELO:</b>	<b>210N</b>
<b>DATA:</b>	<b>30NOV2018</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.*

*Conseqüentemente, 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-JEE, modelo 210N, ocorrido em 30NOV2018, classificado como “[SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor | Falha do motor em voo”.

Após a decolagem do Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, a aeronave iniciou uma curva a baixa altura para a esquerda, vindo a colidir com uma edificação residencial.

A aeronave ficou destruída.

Houve danos à residência atingida pela aeronave, residências vizinhas atingidas pelo fogo, veículos e um caminhão que estavam estacionados na rua.

Os dois tripulantes sofreram lesões fatais.

Não houve a designação de Representante Acreditado.



## 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.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
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.....	10
1.8. Auxílios à navegação.....	11
1.9. Comunicações.....	11
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	11
1.11. Gravadores de voo.....	11
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	11
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	12
1.13.1. Aspectos médicos.....	12
1.13.2. Informações ergonômicas.....	12
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	12
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.....	13
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	16
1.18. Informações operacionais.....	16
1.19. Informações adicionais.....	20
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	20
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>21</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>22</b>
3.1. Fatos.....	22
3.2. Fatores contribuintes.....	23
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>24</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>24</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AvGas	<i>Aviation Gasoline</i> - Gasolina de Aviação
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CGE	Centro de Gerenciamento de Emergência
CIAC	Centro de Instrução de Aviação Civil
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
DAC	Departamento de Aviação Civil
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i> - Administração Federal de Aviação
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
MCA	Manual do Comando da Aeronáutica
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PIC	<i>Pilot in Command</i> - Piloto em Comando
PMD	Peso Máximo de Decolagem
POH	<i>Pilot Operation Handbook</i> - Manual de Operações do Piloto
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
PSI	<i>Pound Force Per Square Inch</i> - Libras por polegada quadrada
PSO-BR	Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
REA	Rotas Especiais de Aeronaves
RPM	Rotações Por Minuto
SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SBJD	Designativo de localidade - Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro, Jundiaí, SP
SBMT	Designativo de localidade - Aeródromo Campo de Marte, São Paulo, SP
SERAC	Serviço Regional de Aviação Civil

SIC	<i>Second in Command</i> - Segundo em Comando
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
TWR-MT	Torre de Controle do Aeródromo 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.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> 210N <b>Matrícula:</b> PR-JEE <b>Fabricante:</b> Cessna Aircraft	<b>Operador:</b> Particular
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 30NOV2018 - 17:55 (UTC) <b>Local:</b> Bairro Casa Verde <b>Lat. 23°30'32" S Long. 046°39'13" W</b> <b>Município - UF:</b> São Paulo - SP	<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 Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, com destino ao Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro (SBJD), Jundiaí, SP, por volta das 17h55min (UTC), a fim de efetuar um voo de traslado para manutenção preventiva, com dois pilotos a bordo.

Após a decolagem, a aeronave iniciou uma curva descendente a baixa altura para a esquerda, vindo a colidir com **uma edificação residencial.**

A aeronave ficou destruída.

Os dois tripulantes sofreram lesões fatais.

### 1.2. Lesões às pessoas.

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

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída.

### 1.4. Outros danos.

O impacto ocasionado pela aeronave na residência afetou a sua estrutura. As chamas decorrentes do combustível, que escorreu pela rua, afetaram a estrutura inferior de três casas e ocasionou danos a quatro veículos e um caminhão de coleta de lixo.

### 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

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

Horas Voadas		
Discriminação	PIC	SIC
Totais	979:30	303:54
Totais, nos últimos 30 dias	02:06	01:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:00	00:00
Neste tipo de aeronave	386:54	303:54
Neste tipo, nos últimos 30 dias	00:00	01:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00	00:00

**Obs.:** a Comissão de Investigação não pôde identificar qual posição os tripulantes estavam ocupando na cabine de comando. Independentemente da posição, o Piloto em Comando (PIC) foi identificado pelo plano de voo apresentado em SBMT.

Apesar de o C-210N tratar-se de aeronave certificada para ser operada por um piloto, considerou-se o outro piloto como Segundo em Comando (SIC).

Os dados de horas de voo foram extraídos somente do Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e não estavam atualizados. A Comissão de Investigação não teve acesso às Cadernetas Individuais de Voo (CIV) dos tripulantes.

De acordo com relatos, o PIC realizou jornadas de voo nas 24 horas anteriores à ocorrência, porém não foram registradas no SACI.

Ainda, segundo relatos, o PIC possuía por volta de 1.800 horas totais e o SIC um total de 495, porém não havia registros que pudessem comprovar essas informações.

#### **1.5.2. Formação.**

Os tripulantes realizaram o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de São Paulo.

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

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

O SIC possuía a licença de PCM e estava com a habilitação MNTE válida.

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

De acordo com os lançamentos de horas de voo disponibilizadas pela ANAC, o PIC teria voado 18 minutos no dia 09OUT2018, dentro do intervalo de 90 dias anteriores à ocorrência em aeronave da classe MNTE.

Dessa forma, não foi possível comprovar se ele possuía experiência recente no tipo de voo para estar qualificado, conforme previsto no item 61.21 do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 61. Entretanto, é possível que os lançamentos na CIV digital não tenham sido atualizados pelo PIC.

O SIC estava qualificado e realizou, no dia 18NOV2018, um voo de recheque da habilitação MNTE, em aeronave *Piper Aircraft PA-28*, onde havia o registro de uma hora de voo com a execução de três pousos, comprovando experiência recente na classe da aeronave voada.

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

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

#### **1.6. Informações acerca da aeronave.**

A aeronave, de número de série 21063989, foi fabricada pela *Cessna Aircraft*, em 1980, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

Não foi possível levantar as horas totais da aeronave, pois o diário de bordo e as cadernetas de célula, motor e hélice foram carbonizados na ocorrência, fato que impossibilitou a verificação de suas atualizações.

#### Serviços de manutenção

A Comissão de Investigação teve acesso a uma ordem de serviço realizado em 08OUT2018 por uma oficina certificada, onde, dentre diversos serviços, constava uma inspeção de 50 horas de célula, estando a aeronave e motor com 2.082 horas e 5 minutos

desde novos; o motor com 692 horas e 20 minutos desde revisão geral e a hélice com 819 horas e 55 minutos desde nova e 152 horas e 5 minutos desde revisão geral.

Juntamente com a ordem de serviço, havia uma ficha “*Run-up* e teste de compressão”, de 24NOV2018, com os registros dos testes realizados em cada cilindro, conforme o *Service Bulletin* SB03-3, de 28MAR2003, apresentado pela oficina que realizou o serviço.

Na ficha, constava que o cilindro nº 2 apresentou diferencial de compressão de ‘80/58’, sendo 80 PSI o valor pré-carregado e 58 PSI a leitura colhida no cilindro. Observou-se que dois outros cilindros possuíam valores bem próximos, sendo o cilindro nº 1 com 62 PSI e o cilindro nº 3 com 60 PSI. Além destes, os cilindros 4, 5 e 6 apresentavam, respectivamente, 64, 65 e 68 PSI.

Segundo relatos, o equipamento utilizado pela empresa de manutenção para realizar os testes foi o modelo E2M, porém os dados deste não constavam na ficha.

O equipamento E2M incorporava uma ferramenta denominada *Master Orifice*, que tinha a função de determinar o limite de pressão diferencial nos cilindros, de acordo com as condições atmosféricas no momento do teste, contudo o valor pré-determinado pela *Master Orifice* não foi registrado na ficha de “*Run-up* e no teste de compressão”.

Complementando a informação acima, o *Mandatory Service Bulletin* nº 06-2, revisão de 22JUL2008, voltado para os motores IO-520 *series*, dizia que um cilindro seria rejeitado para operação se apresentasse taxa de compressão abaixo de 75% dos 80 PSI aplicados (60 PSI), ou abaixo do valor determinado pela *Master Orifice*. Também, se apresentasse vazamento de pressão por uma área entre as aletas de refrigeração do pistão ou na região entre a cabeça e o corpo do pistão.

Na ficha, os cilindros 2, 3, 4 e 6 apresentavam as inscrições “S.B.” que, segundo informações da oficina, eram referentes à: “soprando pelo bocal”; e registravam um vazamento de compressão pelo bocal de abastecimento de óleo do motor.

O SB03-3 indicava que, quando o valor da taxa de compressão fosse abaixo da especificada e fosse o único sintoma de baixa pressão, que a aeronave deveria ser voada por um tempo aproximado de 45 minutos em regime entre 65% e 75% de potência, de acordo com o *Pilot Operation Handbook* (POH - Manual de Operações do Piloto), até que a temperatura do óleo se estabilizasse ou até por 45 minutos. Após esse procedimento, deveria ser repetido o teste.

Além desses dados, a ficha também apresentava um teste em potência de decolagem, executado em solo, no qual foi registrado o valor de 2.750 RPM do motor.

O POH da aeronave, em sua seção 4, estabelecia para uma decolagem normal: “*full throttle* de 2.850 RPM”.

Apesar dessas informações, e como o diário de bordo e as cadernetas de manutenção foram destruídas, não foi possível apurar se a aeronave realizou outros voos entre a inspeção de 08OUT2018 e a data da ocorrência; e se havia registros de mau funcionamento ou intervenção de manutenção associados a essa condição.

#### Sistema de combustível

O sistema de combustível consistia em dois tanques integrais ventilados (um em cada asa), dois tanques de reservatório, uma válvula seletora, bomba auxiliar, filtro, bomba acionada pelo motor, unidade de controle de combustível/ar, coletor e bicos injetores.

O combustível fluía por gravidade dos tanques integrais para os tanques do reservatório e destes para uma válvula seletora de três posições rotulada LEFT ON, RIGHT ON e OFF.

Com a válvula seletora na posição LEFT ON ou RIGHT ON, o combustível do tanque esquerdo ou direito fluía através de um desvio na bomba auxiliar (quando não estava em operação) e através de um filtro para uma bomba de combustível acionada pelo motor.

A bomba de combustível acionada pelo motor fornecia o combustível para a unidade de controle de combustível/ar, onde era medido e direcionado para um coletor que o distribuía para cada cilindro.

O combustível não podia ser usado a partir de ambos os tanques simultaneamente.

O sistema de combustível era equipado com válvulas de drenagem, onde poderiam ser coletadas amostras para o exame quanto à contaminação. O sistema deveria ser examinado antes do primeiro voo do dia e após cada reabastecimento, utilizando o copo amostrador fornecido para drenar a gasolina dos reservatórios do tanque da asa e do dreno do filtro de combustível.

Também, existiam válvulas de drenagem rápida para os tanques do reservatório de combustível. Elas estavam localizadas na parte ventral da fuselagem do avião e eram usadas para facilitar a purga do sistema de combustível no caso de descoberta de água durante a inspeção de pré-voo. Esses tanques deveriam ser enchidos após cada voo para minimizar a condensação interna.

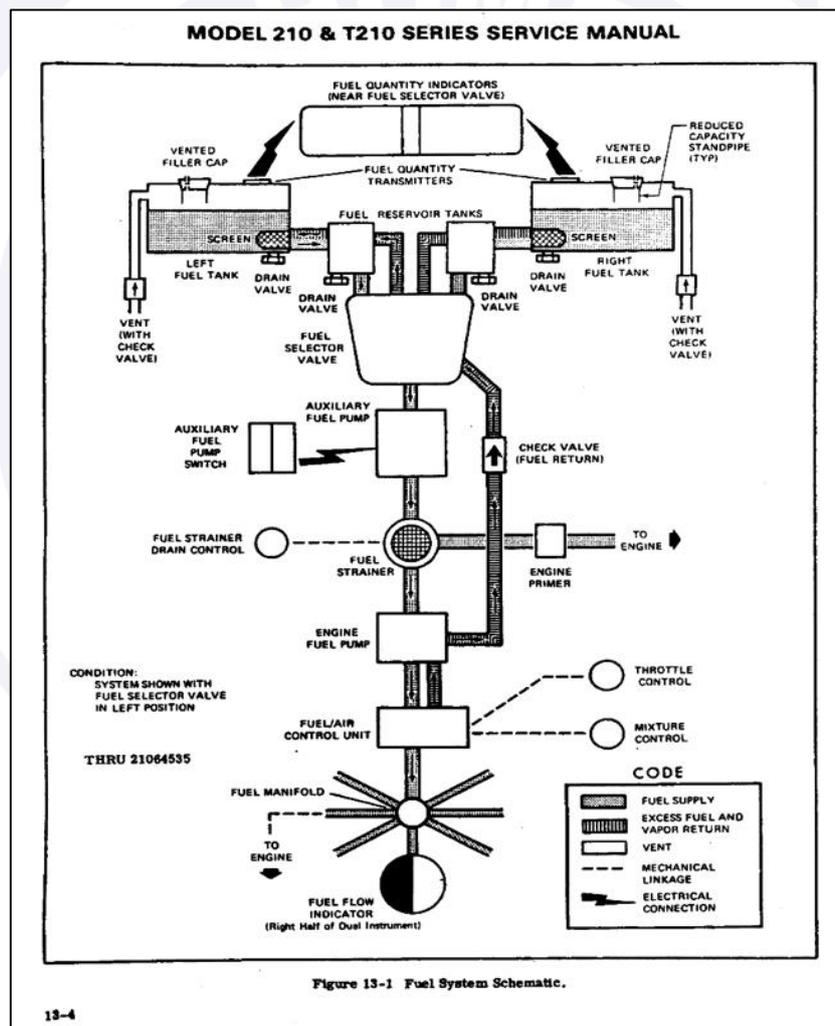


Figura 1 - Apresentação do sistema de combustível da aeronave.

## 1.7. Informações meteorológicas.

As condições eram favoráveis ao voo visual.

A temperatura medida no momento mais próximo ao da decolagem correspondia a 30° C, com vento de direção 290° e 10 kt.

Na tarde do dia anterior ao da ocorrência, houve uma intensa chuva na região da cidade de São Paulo, com duração de, aproximadamente, 50 minutos. Segundo o Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), algumas regiões da cidade ficaram em estado de alerta em função da intensidade da chuva.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

Todas as comunicações foram realizadas com os serviços de tráfego aéreo sem intercorrências.

De acordo com as transcrições das gravações entre a aeronave e a Torre de Controle do Aeródromo Campo de Marte (TWR-MT), verificou-se que um dos tripulantes manteve contato com o órgão de controle de tráfego aéreo e que não houve qualquer anormalidade técnica nos equipamentos de comunicação da aeronave ou do órgão.

As comunicações do PR-JEE foram realizadas de maneira coordenada e clara, sem que houvesse nenhum reporte significativo por parte do tripulante que operava a aeronave.

Não houve transmissão de informação para a TWR-MT acerca de possíveis anormalidades no funcionamento da aeronave.

### 1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo era público, 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 722 ft.

### 1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

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

O impacto ocorreu a cerca de 850 m após o final da cabeceira 12 de SBMT, sobre um bairro residencial, na proa aproximada 190°, conforme trajetória descrita na Figura 2.

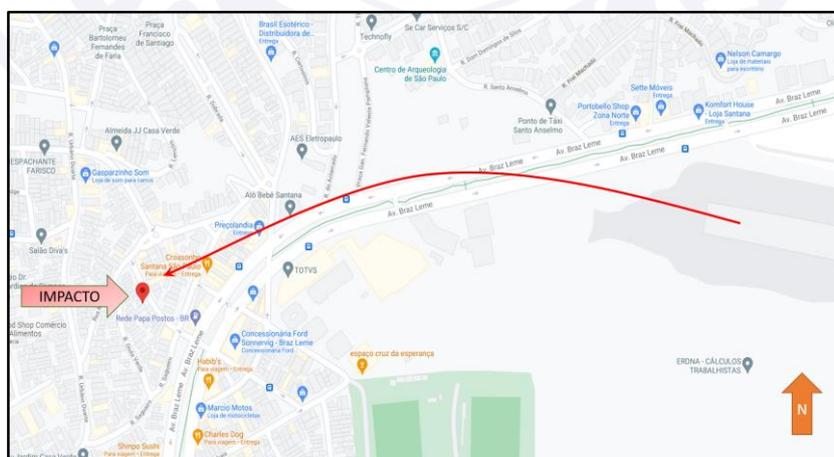


Figura 2 - Trajetória estimada da aeronave após a decolagem e ponto de impacto.

Parte da trajetória descendente da aeronave foi gravada por uma câmera localizada em uma rua próxima do local da queda e foi amplamente divulgada pela imprensa.

A filmagem mostrava o voo a partir do lado direito da aeronave. A distância da câmera não permitiu avaliar, por exemplo, quem ocupava o assento da direita; a posição das superfícies de comando; rotação do motor; etc.

O grau de destruição e de carbonização da aeronave dificultou a verificação de sistemas, equipamentos, instrumentos, posição da seletora de combustível e superfícies de comando primárias e secundárias.

A aeronave impactou contra a parede frontal de uma residência (Figura 3), derrubando parte da parede e destruindo móveis no interior do quarto. Nessa dinâmica, a fuselagem ficou praticamente presa à estrutura da casa e o motor foi arremessado para um segundo cômodo.



Figura 3 - Local de impacto.

Houve vazamento de combustível. Quando os investigadores do SIPAER chegaram ao local, havia chamas na rua e algumas casas e veículos ainda estavam queimando.

Parte da fuselagem ficou espalhada no primeiro andar da residência, a empenagem e a asa esquerda ficaram penduradas pelos cabos de comando na parede da casa e o trem de pouso, do tipo retrátil, aparentemente estava recolhido.

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

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

Não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho dos tripulantes.

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

Nada a relatar.

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

Segundo relatos, o PIC iniciou suas atividades no Aeroclube de São Paulo aos dezoito anos de idade. Após se formar, foi voluntário para ser piloto de apoio no Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC). Além dessas atividades, ele fundou uma empresa que administrava documentações de aeronaves (despachante aéreo) e atuou como instrutor de voo no aeroclube.

O PIC foi descrito, pelos entrevistados, como sendo bem-humorado, extrovertido e estudioso. Foi relatado, também, que era um profissional comprometido, cuidadoso, calmo, responsável e com atitudes proativas.

Desde 2015, a empresa do PIC prestava serviços para o proprietário da aeronave acidentada. Sua indicação foi feita por meio de contatos de pessoas do aeroclube de SP.

O proprietário o convidou para ser o responsável pela aeronave e cuidar de tudo o que fosse necessário para operá-la, como: documentos, revisões e serviços *freelancer* como piloto.

Em 2018, ele estava vivendo uma fase boa da sua vida, de acordo com os relatos obtidos.

Nenhum entrevistado soube afirmar se ele fazia uso de medicamentos, nem de bebidas alcoólicas. Na ocasião do acidente, ele estava em acompanhamento psicológico por questões de ansiedade.

De acordo com os relatos, o SIC tinha uma relação de amizade com o PIC. Ele tinha sido recém-contratado para ser copiloto de um jato executivo e estava feliz com a oportunidade do novo trabalho. Era casado e tinha um restaurante junto com a família, além de exercer a atividade aérea.

Os dois voavam juntos com frequência e ele tinha uma relação de confiança com o PIC, pois o considerava cuidadoso e dedicado. Sempre que solicitado, ele conduzia a aeronave até os locais definidos pelo proprietário.

O proprietário usava o avião constantemente, no trecho São Paulo, SP, até Catalão, GO, cidade onde executava suas atividades profissionais.

#### **1.14. Informações acerca de fogo.**

O fogo iniciou-se imediatamente após o impacto da aeronave contra a construção. O material de combustão foi o combustível e a fonte de ignição, provavelmente, suas partes quentes.

O fogo consumiu toda a fuselagem e asas do avião. Casas e automóveis também foram atingidos pelas chamas.

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

Não houve sobreviventes.

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

O motor Continental, modelo IO-520-L, número de série 567759, foi removido do local do acidente para análise posterior. A análise se deu por meio da desmontagem e avaliação de seus componentes e acessórios.



Figura 4 - Vista geral do motor antes do início dos trabalhos de análise.

Os magnetos foram testados em bancada de oficina de manutenção certificada, conforme Figuras 5 e 6.



Figura 5 - Vistas dos testes funcionais do magneto esquerdo.



Figura 6 - Vistas dos testes funcionais do magneto direito.

O magneto direito apresentava fratura na sua base e empenamento no seu eixo de acionamento. Em virtude desse empenamento não foi possível elevar a sua rotação acima de 700 RPM, porém, foram geradas centelhas quando acionado. Não foi possível determinar se os danos encontrados ocorreram antes ou depois do impacto.

O magneto esquerdo estava em boas condições. A sua rotação foi elevada até 2.800 RPM e em todas as rotações parciais. Durante o teste, os cabos das velas apresentaram centelhamento.

As velas de ignição, superior e inferior, dos cilindros 1 e 3, apresentavam fuligem negra depositada sobre a ponta ignífera, o que pode ser indício de que esses dois cilindros estivessem falhando durante o funcionamento do motor, por não estarem queimando a mistura ar/combustível de modo correto. As demais velas dos outros cilindros apresentavam uma coloração acinzentada, tida como indício de queima normal nesses cilindros, como mostra a Figura 7.



Figura 7 - Vista geral das velas de ignição do motor. Destaque para as velas dos cilindros 1 e 3 que apresentavam carbonização.

Os bicos injetores não estavam obstruídos, porém havia resíduo da fuligem nos bicos dos cilindros 1 e 3 e no interior das câmaras de combustão desses cilindros.

Os componentes do sistema de combustível foram testados em bancada, em oficina de manutenção certificada, conforme Figura 8.

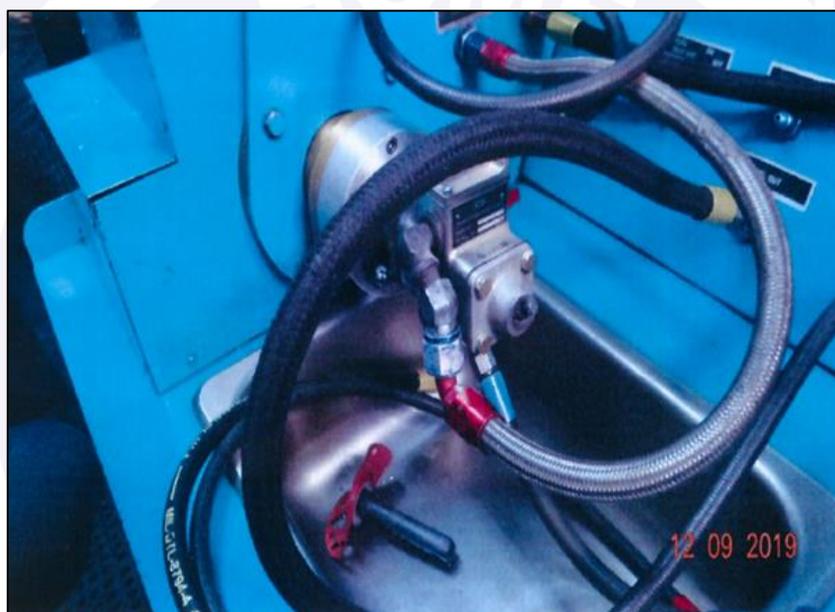


Figura 8 - Bomba de combustível instalada na bancada de teste.

Os tubos capilares da distribuidora de combustível estavam desobstruídos. Ao ser removido o tubo capilar do cilindro nº 3, foi observada a presença de um líquido no seu interior, junto ao distribuidor de combustível o qual não se tratava de gasolina, pois não possuía o cheiro característico. Contudo, o referido líquido não pôde ser enviado para análise devido ao volume insuficiente.

Nos demais componentes do sistema de combustível do motor (distribuidor, bomba de combustível, válvula dosadora de mistura e filtro da célula) não foram encontradas discrepâncias que pudessem comprometer o funcionamento do motor.

Não foram encontradas anormalidades nos componentes do sistema de lubrificação que pudessem comprometer o funcionamento do motor.

Uma amostra de gasolina de aviação foi fornecida pela empresa abastecedora do Campo de Marte, no mesmo dia do acidente. Essa amostra foi encaminhada ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) para ensaios físico-químicos,

a fim de verificar a conformidade com as especificações, de acordo com Resolução da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e/ou quanto à presença de agentes contaminantes.

Os resultados indicaram que a amostra de gasolina estava de acordo com as especificações e que não apresentava indício de contaminação.

Em razão da chuva ocorrida no dia anterior ao acidente, considerou-se a possibilidade de que o combustível dos tanques da aeronave pudesse estar contaminado por água, uma vez que esta pernoitou fora de hangar. No entanto, não foi possível analisar as vedações das tampas dos tanques e, tampouco, o combustível da aeronave, em razão do fogo e do grau de destruição após o impacto.

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

O proprietário realizou a compra do avião através de um empresário do ramo de transporte em Brasília. A partir desse momento, o PIC começou a providenciar ajustes, negociações para manutenção corretiva e preventiva, e acertos para melhorias dos sistemas da aeronave.

O PIC não possuía vínculo empregatício com o proprietário da aeronave. Realizava serviços de despachante aeronáutico por meio de sua empresa e alguns voos como *freelancer*.

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

Devido à extensão dos danos provocados pelo impacto, não foi possível determinar a posição dos tripulantes na aeronave.

Conforme preconizava o Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 110-11 sobre “Preenchimento dos Formulários de Plano de Voo”, publicado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e vigente à época do acidente, na letra “C” do item “Informações Suplementares”, deveria ser inserido o nome e o código ANAC do piloto em comando. Assim, identificou-se o PIC na consulta feita ao plano de voo disponibilizado pelo DECEA.

As responsabilidades do PIC estavam descritas na seção 91.3 do Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 91, vigente à época da ocorrência:

##### 91.3 - RESPONSABILIDADE E AUTORIDADE DO PILOTO EM COMANDO

- (a) O piloto em comando de uma aeronave é diretamente responsável pela operação da aeronave e tem a autoridade final para tanto.
- (b) Em uma emergência requerendo ação imediata, o piloto em comando pode desviar-se de qualquer regra deste regulamento na extensão requerida para fazer face à emergência.
- (c) Cada piloto em comando que desviar-se de uma regra conforme o parágrafo (b) desta seção deve enviar um relatório escrito ao DAC (SERAC) descrevendo o desvio e o motivo do desvio.

De acordo com relatos, era comum a aeronave pernoitar em local externo e exposta ao tempo. A contaminação do combustível por água é considerada um dos fatores que podem afetar o desempenho ou levar a uma falha do motor.

Conforme o POH, era prevista a drenagem do combustível por meio dos drenos rápidos, de ambas as asas, durante a inspeção pré-voos, a fim de se verificar a presença de água, sedimentos e o tipo adequado de combustível. Tal procedimento deveria ser feito antes do primeiro voo do dia e após cada reabastecimento.

O POH da aeronave discorria, ainda, algumas das possíveis causas de perda de potência ou funcionamento irregular do motor. Sendo elas:

- Velas de ignição sujas;
- Mau funcionamento do magneto;
- Falha da bomba de combustível movida pelo motor; e
- Baixa pressão do óleo.

O acionamento dos pilotos para o voo ocorreu horas antes da decolagem. A aeronave seria levada para SBJD, com a finalidade de cumprir uma inspeção de “200 horas”.

O PIC chegou a SBMT, momentos antes do voo, conforme as imagens do circuito fechado de TV que mostraram o piloto estacionando, descendo de um veículo e se dirigindo para a aeronave.

Conforme a nota de abastecimento fornecida à Comissão de Investigação, às 16h45min55s (UTC) foi iniciado o abastecimento com gasolina de aviação (AvGas) e às 16h50min28s (UTC) o abastecimento foi finalizado. O total de combustível abastecido foi de 140 litros.

Dentre os procedimentos previstos para tripulação nas fases anteriores ao voo, além da confecção do plano de voo, verificação da meteorologia e conferência da documentação da aeronave, existe também o abastecimento e a verificação do peso e balanceamento.

Não foi possível atestar se o intervalo de tempo entre o abastecimento, acionamento dos motores e decolagem foram suficientes para que todos os procedimentos de pré-voo fossem realizados.

O posicionamento das câmeras do circuito de TV não favoreceu a visualização do abastecimento, porém, a referida nota de combustível foi assinada pelo SIC. Do mesmo modo, não foi possível definir quem estava responsável por toda a verificação externa da aeronave.

Uma vez que a quantidade de combustível existente antes do abastecimento era desconhecida, o cálculo preciso do peso de decolagem em SBMT ficou prejudicado, mas não foram encontradas evidências de excesso de peso ou de que a aeronave estivesse fora do balanceamento no momento do acidente.

De acordo com o plano de voo, a aeronave decolaria de SBMT para SBJD, sob Regra de Voo Visual (VFR), seguindo pelas Rotas Especiais de Aeronaves (REA) Delta, Echo e Kilo, e manteria a altitude máxima dos corredores. A autonomia lançada no plano de voo era de quatro horas.

As filmagens revelaram que a aeronave permaneceu parada na “posição 2” por certo tempo, porém, não houve clareza se foi realizado cheque do motor naquela posição. No entanto, não havia outras operações na pista em uso que obrigassem uma espera mais prolongada.

As imagens das câmeras de segurança também não permitiram visualizar se houve a realização dos procedimentos normais antes da decolagem.

De acordo com relatos de profissionais da TWR-MT, houve uma percepção de que a aeronave percorreu uma distância maior que a necessária para a rotação e que a razão de subida estava abaixo do desempenho esperado.

Com objetivo de avaliar o efetivo desempenho da aeronave, durante a decolagem, foram analisadas as imagens captadas por meio das câmeras da INFRAERO e da TWR-MT, extraíndo-se os seguintes dados:

EVENTO	PARÂMETRO
Soltura dos freios	17h55min25s (UTC)
Primeira rotação	17h56min00s (UTC)
Segunda rotação	17h56min02s (UTC)
Distância percorrida até a segunda rotação	897 m*
Distância residual de pista após a rotação	653 m*

Figura 9 - Eventos da decolagem registrados nas câmeras. \*As distâncias foram estimadas a partir de cálculos realizados pela Comissão de Investigação.

A partir do POH, verificou-se a distância que seria necessária para a decolagem de uma aeronave do mesmo tipo, em seu Peso Máximo de Decolagem (PMD) e em condições atmosféricas semelhantes às do dia da ocorrência. De acordo com os cálculos, concluiu-se que seriam necessários, aproximadamente, 503 m para a rotação da aeronave, o que representava cerca de um terço do comprimento total da pista de SBMT.

Quando comparada à distância máxima necessária para a decolagem de uma aeronave do mesmo modelo, em seu PMD, observou-se que a distância percorrida pelo PR-JEE foi cerca de 394 m maior para atingir a velocidade de rotação. A distância residual para uma possível abortiva, considerando que esta fosse comandada no ponto da rotação real da aeronave, era de aproximadamente 653 m.

Cabe mencionar, também, que houve uma primeira rotação comandada pelos tripulantes. A aeronave saiu do solo, voltou a tocar brevemente a pista e, cerca de 2 segundos após, realizou uma nova rotação.



Figura 10 - Imagem instantânea da primeira rotação da aeronave.



Figura 11 - Imagem instantânea da segunda rotação da aeronave.

De acordo com o POH, a abortiva de decolagem era prevista nos casos em que o piloto percebesse uma falha do motor.

Por meio das imagens acima referidas, contudo, não foi possível asseverar que uma falha tenha se mostrado evidente para os tripulantes, uma vez que houve ganho de velocidade até valores suficientes para a rotação, em cerca de 900 m de pista.

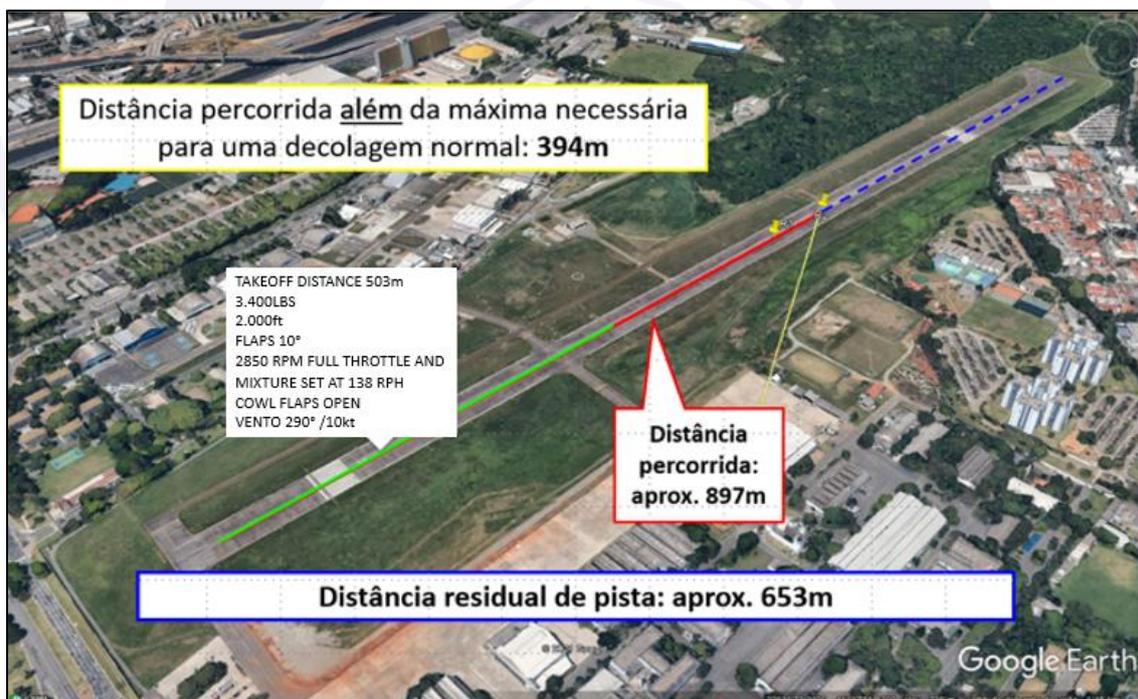


Figura 12 - Distâncias necessária, percorrida e residual, para a decolagem.

No que se refere à velocidade de rotação atingida pela aeronave, considerando-se que houve sustentação suficiente para que ela deixasse o solo e livrasse os primeiros obstáculos após a pista, convém pontuar que tal parâmetro foi atingido.

Um dos vídeos analisados pela Comissão de Investigação permitiu visualizar a aeronave em uma descida controlada, poucos instantes após a decolagem.



Figura 13 - Imagens colhidas de câmeras de segurança próximas ao local da queda.

Essas imagens não permitiram visualizar se havia uma falha mecânica evidente na aeronave, mas era perceptível sua razão descendente, com pouca inclinação lateral.

Sabendo-se que, no ponto em que tais imagens foram captadas, a aeronave deveria estar entre o primeiro e o segundo segmento de subida, constatou-se que o desempenho da aeronave estava degradado naquele momento.

### 1.19. Informações adicionais.

Por meio de Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) (DCA/CESS210/18A), a *Federal Aviation Administration* (FAA) detalhou a realização do procedimento de cheque do sistema de combustível no pré-voo, especificando que a drenagem deveria ocorrer por pelo menos quatro segundos no dreno do filtro de combustível.

A DA também especificava que, caso a aeronave tivesse sido exposta à chuva, ou nas situações em que fosse identificada água nos drenos iniciais, deveria ser feita a drenagem, também, por meio dos drenos rápidos do reservatório dos tanques.

<p><b>PILOT OPERATING PROCEDURES - PREFLIGHT FUEL SYSTEM CHECK</b></p> <p><b>Fuel sampling: Fuel strainer, wing tank and reservoir quick drains.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Place a suitable container under the fuel strainer drain outlet prior to operating the strainer drain control for at least 4 seconds. Check strainer drain closed.</li> <li>2. Inspect the fluid drained from the fuel strainer and each wing tank quick drain for evidence of fuel contamination in the form of water, rust, sludge, ice or any other substance not compatible with fuel. Also check for proper fuel grade before the first flight of each day and after each refueling. If any contamination is detected, comply with 4 below.</li> <li>3. Repeat Steps 1 and 2 on each wing tank quick drain.</li> <li>4. If the aircraft has been exposed to rain, sleet or snow, or if the wing fuel tanks or fuel strainer drains produce water, the fuel reservoir(s) must be checked for the presence of water by operating the fuel reservoir quick drains. The aircraft fuel system must be purged to the extent necessary to insure that there is no water, ice or other fuel contamination.</li> </ol> <p><i>NOTE 1: The fuel reservoir(s) are located under the fuselage between the firewall and forward door post on all airplane models. Consult the pilots Aircraft Flight Manual, Operating Handbook or Owners Manual in order to determine if one or two reservoir(s) are installed.</i></p> <p><i>NOTE 2: A check for the presence of water using the fuel reservoir quick drains prior to the first flight of each day is considered good operating practice.</i></p> <p style="text-align: right;"><small>DCA/CESS210/18A refers</small></p>
---

Figura 14 - Página da DCA/CESS210/18A sobre a realização do procedimento de cheque do sistema de combustível no pré-voo.

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de traslado entre SBMT e SBJD para a realização de manutenção da aeronave.

As condições meteorológicas no dia da ocorrência eram favoráveis ao voo visual.

Um dos vídeos analisados pela Comissão de Investigação permitiu visualizar a aeronave em uma descida controlada, poucos instantes após a decolagem, por meio do qual mostrou-se plausível descartar a possibilidade de que tenha ocorrido uma perda de controle ou atitude anormal.

Essas imagens não evidenciaram uma falha mecânica na aeronave, mas era perceptível sua razão descendente e com pouca inclinação lateral. Sabendo-se que, no ponto em que tais imagens foram captadas, a aeronave deveria estar entre o primeiro e o segundo segmento da subida, constatou-se que o desempenho da aeronave estava degradado.

Sendo assim, a investigação buscou analisar os fatores relacionados ao baixo desempenho da aeronave durante a corrida de decolagem e a subida; assim como o desempenho técnico da tripulação.

A partir das informações coletadas, a aeronave foi considerada dentro dos limites de peso e balanceamento.

Os resultados da análise da amostra do fornecedor de combustível indicaram que a gasolina estava de acordo com as especificações da resolução da ANP e que não apresentava indícios de contaminação.

Pelo fato de a aeronave ter pernoitado em um pátio de estacionamento de SBMT e ter ocorrido forte chuva no dia anterior ao do voo, foi levantada a possibilidade de entrada e acúmulo de água nos tanques de combustível das asas.

Para que esse acúmulo ocorresse, seria necessário que as vedações das tampas dos tanques de combustível das asas não estivessem efetivas, no entanto, devido ao estado de destruição das asas pelo impacto e pelo fogo, não foi possível realizar a inspeção das vedações.

A análise do motor apontou evidências de que ele estava operacional. Contudo, as seguintes condições foram encontradas:

- taxa de compressão de três cilindros nos mínimos aceitáveis, ou ligeiramente abaixo;
- carbonização no bico injetor do cilindro nº 3;
- carbonização nas velas e câmaras de combustão dos cilindros números 1 e 3; e
- presença de um líquido (não AvGas) em um dos tubos capilares de alimentação.

Na fase de decolagem, o regime de potência exige elevado fluxo de combustível para a alimentação do motor. Qualquer obstrução ou contaminação de combustível, parcial ou total, pode tornar insuficiente a demanda necessária de combustível a ser queimado pelo motor, ocasionando uma falha parcial ou redução da potência

Assim, segundo dados apresentados: baixa taxa de compressão em parte dos cilindros; carbonização no bico injetor do cilindro nº 3, e nas velas e câmaras de combustão dos cilindros números 1 e 3; e presença de um líquido (não AvGas) em um dos tubos capilares de alimentação, é muito provável que o motor da aeronave estivesse com seu desempenho degradado e que não tenha desenvolvido a potência necessária para sustentar o voo após a decolagem da aeronave.

No que diz respeito ao desempenho técnico dos tripulantes, não foi possível atestar se o intervalo de tempo entre o abastecimento, acionamento dos motores e decolagem foram suficientes para que todas as verificações de pré-voo e de acionamento fossem realizadas de maneira suficientemente eficazes para detectar uma possível contaminação do combustível e/ou um baixo rendimento do motor.

O PIC (conforme preenchido no plano de voo) era habilitado, porém, devido à sua CIV estar desatualizada, não foi possível comprovar a sua experiência recente. O SIC estava habilitado e qualificado para o voo.

A aeronave era certificada para *single pilot*. Dessa forma, a não comprovação da experiência recente de um dos tripulantes não evidenciou uma relação com a sequência de eventos do acidente.

Apesar de não haver clareza nas filmagens quanto à possibilidade de execução de cheque do motor; ao considerar a parada da aeronave na “posição 2”, por certo tempo, e a ausência de operações na pista em uso que impedissem a decolagem imediata, considerou-se que a parada da aeronave pode ter decorrido da realização do referido cheque.

Após a soltura dos freios, viu-se que a aeronave percorreu cerca de 860 m de pista até a sua primeira tentativa de rotação, na qual houve o retorno ao solo.

Sobre essa primeira rotação, convém discorrer a possibilidade de que a velocidade não tenha se desenvolvido apropriadamente, mas os pilotos, experientes na aeronave e na decolagem daquele aeródromo, podem ter comandado a rotação a partir de uma noção instintiva do tempo e da distância decorridos a partir da soltura dos freios.

Na segunda rotação, a aeronave havia percorrido cerca de 900 m de pista, restando, aproximadamente, 653 m para uma possível abortiva e parada, caso os pilotos percebessem alguma emergência ou anormalidade. Não convém considerar, contudo, que os pilotos comandassem uma abortiva baseando-se apenas na demanda excessiva de pista, uma vez que havia velocidade mínima para a rotação e, provavelmente, nenhuma condição de emergência tivesse se pronunciado de maneira clara para a tripulação.

Ainda que o manual de operação da aeronave detalhasse procedimentos para a abortiva de decolagem, não foi possível afirmar que uma situação de emergência tenha se pronunciado antes da rotação e gerado uma inação por parte dos pilotos. O que se observou nas imagens, outrossim, foi que a demanda adicional de 400 m de pista pode não ter sido percebido ou não ter constituído motivação suficiente para que fosse tomada a decisão pela abortiva.

### **3. CONCLUSÕES.**

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

- a) o PIC 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;
- b) o SIC possuía a licença de PCM e estava com a habilitação de MNTE válida;
- c) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- d) o PIC estava habilitado, mas não foi possível comprovar a experiência recente no tipo de voo, devido à CIV estar desatualizada;
- e) o SIC estava qualificado e possuía experiência recente no tipo de voo;
- f) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;

- g) a aeronave foi considerada dentro dos limites de peso e balanceamento;
- h) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- i) a aeronave iniciou o ciclo de decolagem de SBMT às 17h53min (UTC), com destino a SBJD, com dois pilotos a bordo;
- j) a máxima distância necessária para a decolagem de uma aeronave do mesmo tipo em seu PMD, nas condições em que se encontrava o aeródromo, foi calculada em 503 m;
- k) a distância percorrida pela aeronave até a rotação foi estimada em, aproximadamente, 900 m;
- l) a amostra de gasolina da empresa abastecedora não apresentava contaminação ou desacordo com as especificações;
- m) a taxa de compressão de três cilindros estava nos mínimos aceitáveis ou ligeiramente abaixo;
- n) havia carbonização no bico injetor do cilindro nº 3;
- o) havia carbonização nas velas e câmaras de combustão dos cilindros números 1 e 3;
- p) havia presença de um líquido (não AvGas) em um dos tubos capilares de alimentação;
- q) após a decolagem, a aeronave não apresentou gradiente de subida positivo, sendo perceptível uma razão descendente com pequena inclinação lateral;
- r) a aeronave executou uma trajetória à esquerda do eixo de decolagem e colidiu contra uma casa;
- s) após a colisão, a aeronave incendiou-se;
- t) a aeronave ficou destruída; e
- u) os pilotos sofreram lesões fatais.

### 3.2. Fatores contribuintes.

#### - Julgamento de pilotagem - indeterminado.

É possível que tenha ocorrido uma inadequada avaliação das condições de funcionamento do motor durante as verificações em solo e/ou na decolagem, levando os pilotos a prosseguirem o voo com um desempenho da aeronave abaixo do esperado.

#### - Manutenção da aeronave - indeterminado.

Em face da baixa taxa de compressão em parte dos cilindros; da carbonização no bico injetor do cilindro nº 3, e nas velas e câmaras de combustão dos cilindros números 1 e 3; é possível que tenha ocorrido um procedimento falho de manutenção, o qual não tenha sido suficiente para detectar uma condição preexistente de degradação de desempenho do motor.

#### - Percepção - indeterminado.

Aparentemente, não houve, por parte da tripulação, a percepção de que o motor estivesse com seu desempenho degradado, o que os levou a prosseguirem na decolagem naquela situação.

#### 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”.*

Não há.

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

Nada a relatar.

Em, 11 de março de 2022.

