COMANDO DA AERONÁUTICA

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

RELATÓRIO FINAL
A-104/CENIPA/2019

OCORRÊNCIA:	**ACIDENTE**
AERONAVE:	**PT-CON**
MODELO:	**PA-28-140**
DATA:	**12JUL2019**

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 n º 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-CON, modelo PA-28-140, ocorrido em 12JUL2019, classificado como “[UNK] Indeterminado”.

A aeronave decolou do Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, a fim de realizar voo local, próximo à cidade de Atibaia, SP, com dois pilotos a bordo.

Durante o voo, foi realizado o treinamento de toque e arremetida (TGL) na pista da Fazenda Vale Eldorado - Dr. José de Aguiar Leme (SDVH), Bragança Paulista, SP.

Ao retornar, a aeronave colidiu contra o solo em uma área rural.

A aeronave ficou destruída.

Os dois pilotos sofreram lesões fatais.

Não houve a designação de Representante Acreditado.

ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS 5

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS. 7

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. 9
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. 11
1.13.1. Aspectos médicos. 11
1.13.2. Informações ergonômicas. 11
1.13.3. Aspectos Psicológicos. 12
1.14. Informações acerca de fogo. 12
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave. 12
1.16. Exames, testes e pesquisas. 12
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento. 16
1.18. Informações operacionais. 17
1.19. Informações adicionais. 22
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação. 22

2. ANÁLISE. 22

3. CONCLUSÕES 24

3.1. Fatos. 24
3.2. Fatores contribuintes. 24

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA 25

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS. 25

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AGL	*Above Ground Level* - acima do nível do solo
AIRMET	*Information Related To En-Route Meteorological Phenomena* - Informação relativa a fenômenos meteorológicos em rota
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APP-SP	*Approach Control* - Controle de Aproximação de São Paulo
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAVOK	*Ceiling and Visibility OK - Condições de base das nuvens acima de 5.000 ft e de visibilidade horizontal acima de 10km*
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
GAMET	*General Aviation Meteorological Information* - Previsão de área (FIR) ou subárea
HMNC	Habilitação de classe Helicóptero Monomotor Convencional
INVA	Habilitação de Instrutor de Voo - Avião
INVH	Habilitação de Instrutor de Voo - Helicóptero
METAR	*Meteorological Aerodrome Report* - reporte meteorológico de aeródromo
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
OM	Organização de Manutenção
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PIC	*Pilot in Command* - Piloto em Comando
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
POH	*Pilot's Operating Handbook* - manual de operação do piloto
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RADAR	*Radio Detection And Ranging* - detecção e telemetria por rádio
REA	Rota Especial de Aeronaves
REDEMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
RPM	Rotações Por Minuto
SBBP	Designativo de localidade - Aeródromo Estadual Arthur Siqueira, Bragança Paulista, SP
SBGR	Designativo de localidade - Aeródromo de Guarulhos, Governador André Franco Montoro, Guarulhos, SP
SBMT	Designativo de localidade - Aeródromo Campo de Marte, São Paulo, SP
SBSJ	Designativo de localidade - Aeródromo Professor Urbano Ernesto Stumpf, São José dos Campos, SP
SDTB	Designativo de localidade - Aeródromo de Atibaia, SP
SDVH	Designativo de localidade - Aeródromo Fazenda Vale Eldorado - Dr. José de Aguiar Leme, Bragança Paulista, SP

SIC	*Second in Command* - Segundo em Comando
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SPECI	Informe Meteorológico Aeronáutico Especial Selecionado
TGL	*Touch-and-Go Landing* - Toque e Arremetida
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
UTC	*Universal Time Coordinated* - Tempo Universal Coordenado
VRB	*Variable* - variável

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	**Modelo:** PA-28-140 **Matrícula:** PT-CON **Fabricante:** *Piper Aircraft*	**Operador:** Particular
Ocorrência	**Data/hora:** 12JUL2019 - 17:30 (UTC) **Local:** Estrada Velha da Boa Vista **Lat.** 23°14'04"S **Long.** 046°41'26"W **Município - UF:** Atibaia - SP	**Tipo(s):** [UNK] indeterminado **Subtipo(s):** NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, a fim de realizar voo local, próximo à cidade de Atibaia, SP, com dois pilotos a bordo.

Durante o voo, foi realizado treinamento de TGL no Aeródromo Fazenda Vale Eldorado - Dr. José de Aguiar Leme (SDVH), Bragança Paulista, SP.

No trajeto de retorno o avião colidiu contra o solo em uma área rural.

A aeronave ficou destruída.

Os pilotos sofreram lesões fatais.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída, com secionamentos nas asas, cabine e fuselagem. Os painéis ficaram bastante avariados e houve o rompimento dos tanques de combustível.

Figura 1 - Aeronave no local do acidente.

1.4. Outros danos.

Uma residência rural foi parcialmente atingida e teve danos na cerca, muro e no telhado.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas		
Discriminação	PIC	SIC
Totais	56:00	7.778:10
Totais, nos últimos 30 dias	03:50	04:20
Totais, nas últimas 24 horas	00:00	00:00
Neste tipo de aeronave	19:50	1.391:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	03:50	04:20
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00	00:00

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

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de São Paulo, SP, em 2018.

O Segundo em Comando (SIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de São José do Rio Preto, SP, em 2008.

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.

O SIC possuía as licenças de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA) e Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE), Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC), Instrutor de Voo - Avião (INVA) e Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) válidas.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Apesar da grande diferença de experiência entre eles, o piloto com a menor quantidade de horas foi considerado o Piloto em Comando (PIC) pois compartilhava o uso da aeronave com o proprietário.

O PIC e o Segundo em Comando (SIC) tinham o costume de voar juntos nesta aeronave, a convite do primeiro.

Os pilotos possuíam experiência recente no tipo de voo e, portanto, estavam qualificados.

O SIC tinha considerável experiência de voo e no modelo da aeronave e, por conta disso, normalmente era convidado pelo PIC para acompanhá-lo quando esse estava pilotando.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 28-21738, foi fabricada pela *Piper Aircraft*, em 1966, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP).

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 “100 horas”, foi realizada em 07FEV2019, quando a aeronave possuía 3.591 horas totais, pela Organização de Manutenção (OM) Aeroclube de São Paulo, SP, tendo a aeronave voado 41 horas e 48 minutos após a inspeção.

1.7. Informações meteorológicas.

A fim de auxiliar a análise das condições meteorológicas, foram utilizadas as informações dos Reportes Meteorológicos de Aeródromo (METAR) e Informes Meteorológicos Aeronáuticos Especiais Selecionados (SPECI), entre 14h00min (UTC) e 18h00min (UTC), dos aeródromos mais próximos ao local da ocorrência:

- Aeródromo de Guarulhos, Governador André Franco Montoro (SBGR), Guarulhos, SP - 25 km;
- Aeródromo Estadual Arthur Siqueira (SBBP), Bragança Paulista, SP - 33 km; e
- Aeródromo Professor Urbano Ernesto Stumpf (SBSJ), São José dos Campos, SP - 50 km.

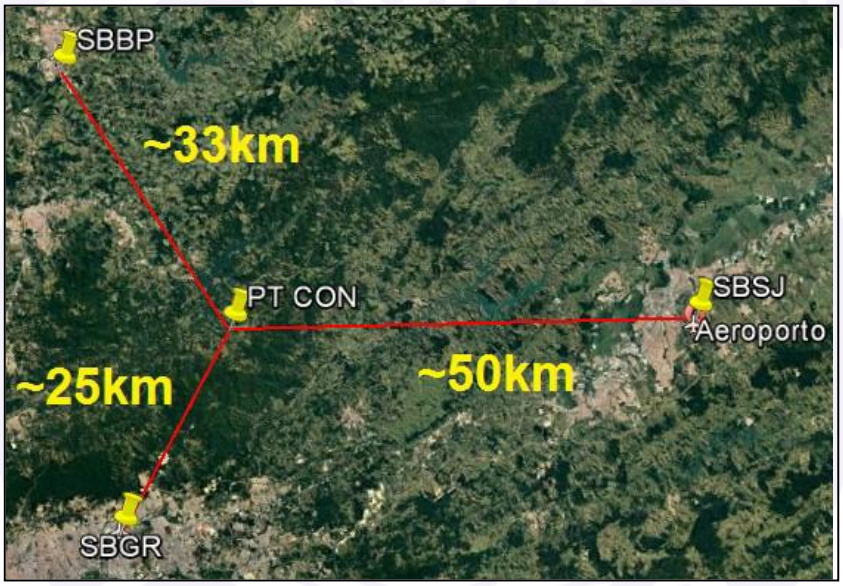

Figura 2 - Aeródromos mais próximos ao local da ocorrência. Fonte: Editado de *Google Earth*.

As informações de METAR não mostravam qualquer fenômeno de tempo significativo sobre a região desses aeródromos. Não havia restrições com relação à visibilidade horizontal nem vertical (altura da nebulosidade). Com base nos dados, esses aeródromos operavam em condições visuais.

METAR SBGR 121400Z 09003KT CAVOK 20/11 Q1021=

METAR SBGR 121500Z VRB02KT CAVOK 22/11 Q1021=

METAR SBGR 121600Z 27008KT CAVOK 24/10 Q1020=

METAR SBGR 121700Z 29008KT CAVOK 24/09 Q1019=

METAR SBGR 121800Z 29009KT CAVOK 25/09 Q1018=

METAR SBBP 121400Z 36003KT CAVOK ///// Q1022=

METAR SBBP 121500Z 34006KT CAVOK ///// Q1022=

METAR SBBP 121600Z 27011KT CAVOK ///// Q1021=

METAR SBBP 121700Z 27005KT CAVOK ///// Q1020=

METAR SBBP 121800Z 30008KT CAVOK ///// Q1020=

METAR SBSJ 121400Z 32003KT CAVOK 18/11 Q1021=

METAR SBSJ 121500Z 09002KT CAVOK 20/11 Q1021=

METAR SBSJ 121600Z 03003KT CAVOK 22/10 Q1020=

METAR SBSJ 121700Z 03002KT CAVOK 24/10 Q1019=

METAR SBSJ 121800Z 17002KT CAVOK 24/09 Q1018=

As Imagens de RADAR Meteorológico, obtidas no endereço eletrônico da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) mostravam uma refletividade (dBZ) muito baixa. Isto sugere pouca nebulosidade associada a uma capacidade de água precipitável irrelevante (Figura 3).

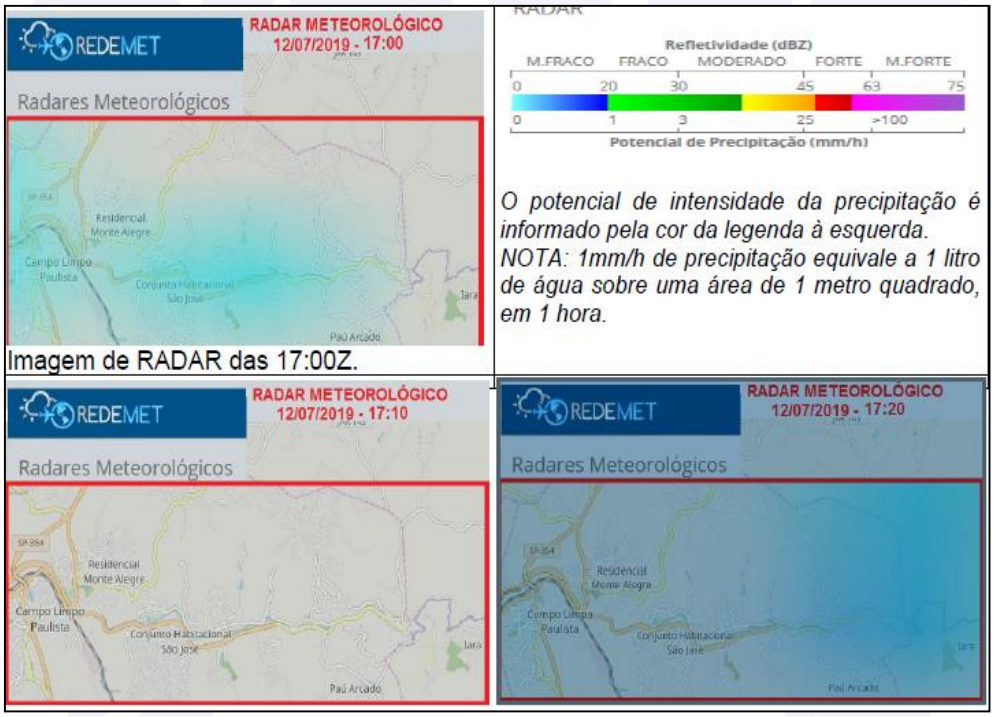

Figura 3 - Imagens de RADAR Meteorológico das 17h00min (UTC) às 17h20min (UTC).

As imagens RADAR corroboravam as informações dos METAR dos aeródromos próximos, isto é, ausência de precipitação e sem informação de nebulosidade significativa.

Não havia indícios de quantidades significativas de nebulosidade nem ocorrência de tempo severo na região.

Não havia mensagens do tipo GAMET ou AIRMET relevantes que cobrissem o horário do acidente e pudessem servir de alerta a respeito de algum fator meteorológico capaz de contribuir para o acidente.

Os dados de radiossondagem da Estação Meteorológica do Campo de Marte abrangiam a área do acidente e as informações obtidas indicavam que, para o FL050 (850hPa), as condições eram favoráveis ao voo visual (Figura 4).

Pressão(hPa)	Altitude(m)	Temperatura (°C)	Ponto de Orvalho (°C)	Umidade Relativa(%)	Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (kt)
850,0	1543	**13,0**	0,0	**41**	320	12

Figura 4 - Dados de radiossondagem no FL050.

1.8. Auxílios à navegação.

O plano de voo preenchido previa um total de 2 horas de duração, com a decolagem de SBMT às 15h15min (UTC), pouso final em SBMT, mantendo 1.000 ft AGL e com uma autonomia de 4 horas e 30 minutos.

A aeronave seguiria pelas Rotas Especiais de Aeronaves (REA) Delta, Echo, Lima e manteria a altitude máxima da REA a partir de SBMT.

Não foi especificada, no plano de voo, a intenção de realizar treinamento de TGL em SDVH.

1.9. Comunicações.

De acordo com as transcrições dos áudios de comunicação entre o PT-CON e os órgãos de controle, verificou-se que a tripulação manteve contato rádio com o Controle de Aproximação de São Paulo (APP-SP) e que não houve anormalidade técnica de equipamentos de comunicação durante o voo.

Durante as comunicações com o órgão de controle, a tripulação do PT-CON informou a intenção de realizar treinamento de TGL em SDVH e depois seguir pelo corredor Delta, sendo instruída pelo APP-SP a informar quando estivesse em Atibaia e no abandono dessa localidade, o que foi feito pelo PT-CON.

Não foi recebido pelos órgãos de controle ou aeronaves em voo na região qualquer chamado de emergência da aeronave PT-CON.

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.

Não houve impactos antes do choque da aeronave contra o terreno. Todas as partes do avião foram encontradas no sítio de destroços.

O primeiro impacto ocorreu contra uma cerca de metal em uma propriedade particular. As características observadas no local da ocorrência indicavam uma trajetória com ângulo acima de 45°.

Durante a colisão contra o solo, os destroços e objetos existentes no interior da aeronave foram projetados à frente, em um arco de 45°, em forma de leque, tendo como referência a cabine do avião. Não havia sinais de deslocamento à frente após o impacto.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

As análises dos laudos necroscópicos, inspeções de saúde, laudos psicológicos e toxicológicos indicaram que os pilotos estavam com todas as documentações em conformidade com as legislações requeridas e que a causa das mortes foi politraumatismo, decorrente do impacto da aeronave contra o solo com elevada energia.

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.

O PIC realizou sua formação no Aeroclube de São Paulo, em 2018. Nas entrevistas realizadas, os instrutores relataram que ele era dedicado e que costumava ter um desempenho satisfatório, pois seguia os procedimentos previstos. Segundo os entrevistados, ele tinha o SIC como referência.

De acordo com os relatos, na época do acidente, o PIC vivia bem com sua família e não apresentava qualquer tipo de problema emocional ou financeiro.

O PIC era habilitado para operar *single pilot*. Entretanto, costumava convidar o SIC para acompanhá-lo nos voos pois, além do desejo de se aprimorar, também tinha a intenção de comprar a aeronave em que se deu o acidente. Segundo as entrevistas, ele respeitava as normas e procedimentos de segurança e não pilotava profissionalmente, apenas por lazer.

O PIC era diretor de uma empresa e gostava de antiguidades. Por esse motivo, tinha o desejo de adquirir essa aeronave.

O SIC possuía experiência tanto no modelo da aeronave quanto na rota realizada no dia da ocorrência. De acordo com os dados colhidos, ele era um instrutor de voo reconhecido, naquele meio aeronáutico, como um profissional atencioso, responsável e criterioso com os procedimentos de segurança de voo.

Segundo os relatos colhidos, o PIC pretendia, após comprar a aeronave, contratar o SIC como seu piloto.

O SIC não estava atravessando problemas pessoais. Segundo relatos, ele era bastante comprometido com a família.

Sobre o relacionamento profissional do SIC com seus empregadores, pares e demais pessoas, ele foi descrito como um profissional exemplar e comprometido com procedimentos e regras. O piloto era muito respeitado e respeitava a todos. Era um dos instrutores mais antigos do Aeroclube de São Paulo e atuava como instrutor de asas rotativas.

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

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve 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.

Todos os danos observados, tais como dobras, amassamentos e quebras ocorreram em ângulos de 45°, indicativos de fratura por sobrecarga, como consequência do impacto da aeronave contra o solo.

A estrutura foi encontrada toda fragmentada, com fuselagem, asas, cabine e painéis de instrumentos destruídos. Os cabos de aço dos comandos de voo encontravam-se rompidos com características de sobrecarga.

Figura 5 - Vista geral da cabine da aeronave danificada pelo impacto contra o solo. (As setas apontam para os pedais).

Figura 6 - Cabo de aço dos comandos de voo rompido por sobrecarga.

Quanto ao grupo motopropulsor, verificou-se que pelo menos dois pares de velas apresentavam características de cilindro operando com mistura pobre de ar-combustível.

Os magnetos não puderam ser testados em bancada, mas apresentavam giro livre e estavam centelhando normalmente.

Não havia limalha retida no elemento filtrante de óleo do motor e nem em sua malha. Também não foi encontrada limalha em qualquer outro local (cárter, bomba, etc.)

Todo o sistema de alimentação de combustível, desde os tanques até o carburador, foi inspecionado e não foram encontradas anormalidades que pudessem acarretar a falha do motor em voo.

Os cilindros e pistões não apresentavam sinais de mau funcionamento, mas havia indícios de que operaram com a temperatura acima do normal, o que ratificava a conclusão de que o motor trabalhou com uma mistura de ar combustível muito pobre ou com deficiência na alimentação. As outras partes do motor também não apresentaram problemas.

A hélice apresentava uma das duas pás dobrada significativamente, além de apresentar riscos transversais na pintura das pás, características indicativas de baixa potência desenvolvida pelo motor no momento do impacto.

Figura 7 - Hélice da aeronave com empenamento de uma das pás e riscos transversais na pintura, indicando baixa potência do motor no momento do impacto.

A análise apontou que o motor estava operacional, porém, desenvolvia baixa potência.

Não foi possível realizar a coleta de amostras de combustível no local da queda, durante a realização da ação inicial, devido à destruição generalizada da aeronave e, principalmente, das asas onde ficavam localizados os tanques de combustível.

Também, não foram observados, na análise dos destroços, tanto na parte das asas e tanques quanto nas tubulações do sistema de combustível remanescentes, indícios de vazamento de combustível.

Figura 8 - Asa direita (posição de dorso), destaque para o tanque de combustível.

Figura 9 - Fotomontagem detalhando o tanque de combustível da asa direita destruído.

Uma das possibilidades para a baixa potência apresentada pelo motor poderia ser a formação de gelo no carburador.

A formação de gelo ocorre sob certas condições atmosféricas, tais como presença de umidade, com variação de temperatura do ar externo entre -5°C a 20°C graus, sendo possível a formação de gelo mesmo no verão. Isso ocorre devido à alta velocidade do ar através do carburador e a absorção de calor deste ar pela vaporização do combustível.

Na região em que o voo transcorria, a temperatura ambiente estava em 24ºC (75ºF) e a temperatura do ponto de orvalho em 9ºC (48ºF). Dessa forma, a probabilidade de formação de gelo no carburador se dava de acordo com o gráfico da Figura 10.

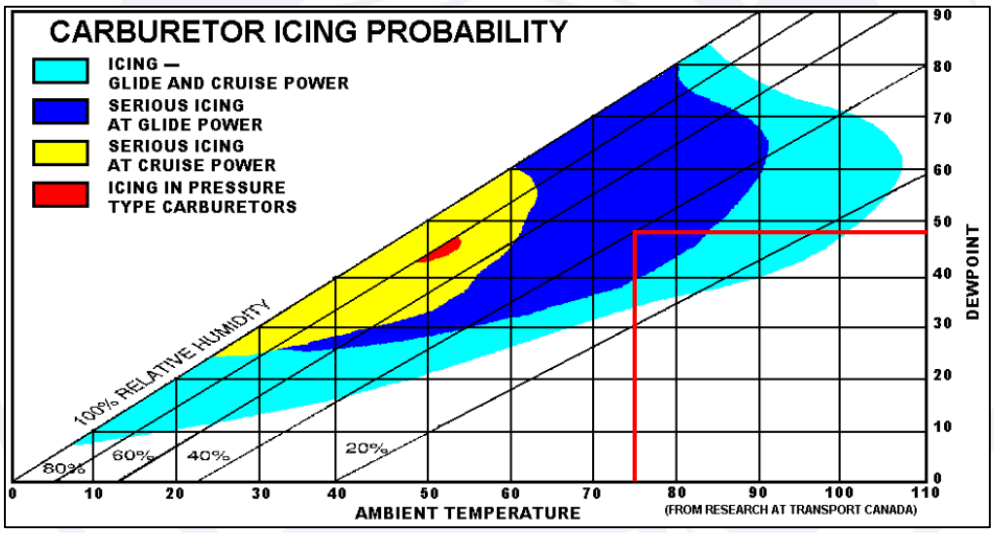

Figura 10 - Probabilidade de congelamento do carburador em função da temperatura (*Fahrenheit*) e umidade relativa do ar.

Os dados revelam a possibilidade de formação de gelo em potência de cruzeiro e de gelo intenso em potência de planeio.

Adicionalmente, verificou-se que havia a seguinte orientação no *Pilot´s Operating Handbook* (POH - manual de operação do piloto) do *Piper Cherokee,* modelo PA-28-140 (Figura 11):

ENGINE ROUGHNESS

Engine roughness is usually due to carburetor icing which is indicated by a drop in RPM, and may be accompanied by a slight loss of airspeed or altitude. If too much ice is allowed to accumulate, restoration of full power may not be possible; therefore, prompt action is required.

Turn carburetor heat on (See Note). RPM will decrease slightly and roughness will increase. Wait for a decrease in engine roughness or an increase in RPM, indicating ice removal. If no change in approximately one minute, return the carburetor heat to COLD. If the engine is still rough, try steps below:

1. Mixture - Adjust for maximum smoothness. Engine will run rough if too rich or too lean.
2. Electric Fuel Pump - On
3. Fuel Selector - Change tanks to see if fuel contamination is the problem.
4. Engine Gauges - Check for abnormal readings. If any gauge readings are abnormal, proceed accordingly.
5. Magneto Switch - "L" then "R", then back to "BOTH." If operation is satisfactory on either magneto, proceed on that magneto at reduced power, with mixture full rich, to a landing at the first available airport.

If roughness persists, prepare for a precautionary landing at pilot's discretion.

NOTE

Partial carburetor heat may be worse than no heat at all, since it may partially melt ice, which will refreeze in the intake system. When using carburetor heat, therefore, always use full heat, and when ice is removed return the control to the full cold position.

Figura 11 - Orientações constantes no *Pilot´s Operating Handbook*, *Piper Cherokee*.

Em casos de funcionamento áspero do motor, o manual alertava para a possibilidade de formação de gelo no carburador, indicada por uma queda de rotação do motor (RPM), podendo ser acompanhada de uma pequena redução da velocidade ou altitude da aeronave.

Nesse caso, se houvesse grande acúmulo de gelo no carburador, a recuperação da potência máxima poderia não ser possível e, consequentemente, uma ação imediata deveria ser tomada. O aquecimento do carburador deveria ser ligado e o piloto deveria aguardar pela normalização do funcionamento do motor.

Se, após um minuto, o motor permanecesse com funcionamento áspero, o aquecimento do carburador deveria ser deligado e os seguintes procedimentos deveriam ser executados:

1. Mistura - Ajuste para obter o máximo de suavidade. O motor funcionará mal se for muito rico ou muito pobre.

2. Bomba de combustível elétrica - ligada

3. Seletor de combustível - Troque os tanques para ver se a contaminação do combustível é o problema.

4. Medidores do motor - Verifique se há leituras anormais. Se alguma leitura do medidor for anormal, proceda em conformidade.

5. Magnetos - "L", depois "R" e, em seguida, de volta para "AMBOS". Se a operação for satisfatória em qualquer magneto, prossiga nesse magneto em potência reduzida, com a mistura totalmente rica, para um pouso no primeiro aeródromo disponível.

Persistindo o funcionamento áspero, o piloto deveria considerar um pouso de precaução.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

O gerenciamento da aeronave era compartilhado entre o proprietário e o PIC da ocorrência.

A aeronave foi cedida para a realização de um voo local, não especificado como instrução, onde já era costume os dois pilotos voarem juntos. Não existia nenhum vínculo empregatício entre os envolvidos, embora houvesse a possibilidade de contratação do SIC para trabalhar com essa aeronave.

1.18. Informações operacionais.

Tratava-se de um voo particular com o intuito de aquisição de experiência e aprimoramento das competências de pilotagem por parte do PIC.

Não foram identificados indícios de que tenha sido realizado um planejamento prévio e adequado para a realização de um voo de instrução.

Imagens de uma câmera de segurança mostravam que os dois tripulantes se encontraram minutos antes da decolagem, no local onde a aeronave estava estacionada, e logo depois seguiram para o voo.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante.

Não havia registro de abastecimento no dia da ocorrência.

O último voo realizado pela aeronave, antes da ocorrência, foi no dia 29JUN2019, quando ela foi abastecida duas vezes, uma no início do voo, com 33 litros, e outra no final, com 45 litros. Os abastecimentos foram realizados pelos mesmos tripulantes da ocorrência em tela.

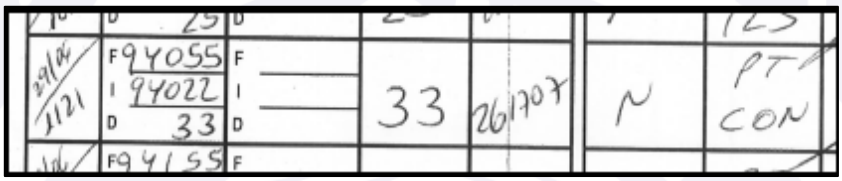

Figura 12 - Abastecimento de 33 litros, às 14h21min (UTC), do dia 29JUN2019.

Figura 13 - Abastecimento de 45 litros, às 19h45min (UTC), do dia 29JUN2019.

Era comum entre os pilotos que voavam essa aeronave deixá-la abastecida, após o voo, com, aproximadamente, 69 litros em cada asa, perfazendo um total de 138 litros (medida realizada pela chapa em “L”, conforme Figura 14), o que daria em torno de 4 horas de autonomia, conforme o lançamento em plano de voo.

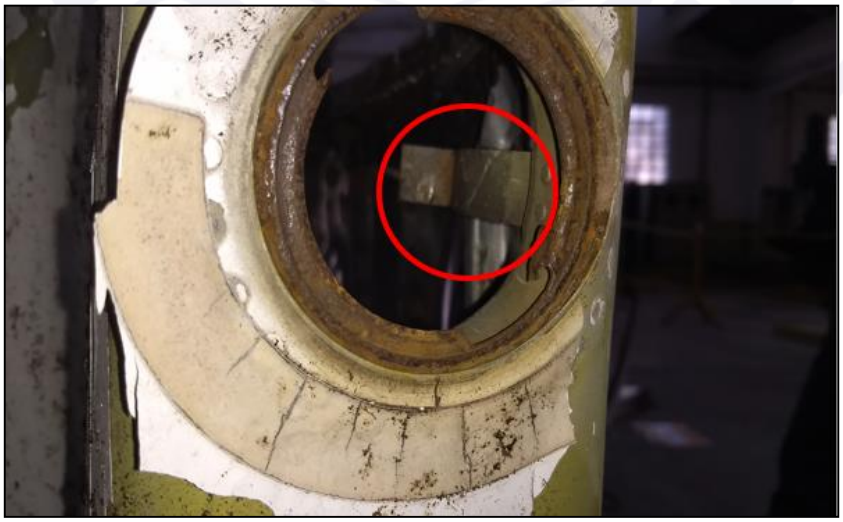

Figura 14 - Destaque para a chapa em “L”.

Foi possível verificar, por meio de imagens de câmeras de vigilância fornecidas por terceiros, que um dos pilotos, possivelmente o PIC, realizou o cheque externo na aeronave.

Apesar das imagens das Figuras 15 e 16 abaixo não estarem muito nítidas, a análise das filmagens permitiu verificar que o piloto estava com uma garrafa nas mãos, possivelmente para realização de drenagem dos tanques de combustível.

Figura 15 - Objeto colocado no chão, durante a inspeção externa, possivelmente para drenagem de combustível.

Figura 16 - Externa sendo realizada no pré-voo.

O horário de decolagem pretendido, preenchido no plano de voo, era às 15h15min (UTC), com a aeronave prosseguindo pelas REA Delta, Echo, Lima e mantendo a altitude máxima dos corredores. Não foi informada, no plano de voo apresentado, a intenção de realizar treinamento de TGL.

Apesar de o PIC já possuir a licença PPR e o voo não ser formalmente de instrução, foi constado que ele estava recebendo um “acompanhamento” do SIC com a finalidade de aprimoramento das técnicas de pilotagem.

Pelo que foi verificado, o PIC não se sentia, ainda, seguro e experiente o suficiente para realizar o voo sozinho.

A decolagem ocorreu normalmente no horário proposto e o PT-CON seguiu conforme o plano de voo, em condições visuais.

Não foi possível determinar qual dos dois pilotos a bordo estava efetivamente conduzindo a aeronave no momento do acidente.

De acordo com a transcrição das comunicações, o último contato do piloto na frequência do APP-SP foi às 15h37min41seg (UTC), momento em que houve a troca para a frequência de coordenação livre dos corredores.

De acordo com a sequência de revisualização RADAR verificou-se que foi realizado treinamento de TGL em SDVH, com início às 15h45min22seg (UTC) e término às 16h04min00seg (UTC), quando a aeronave iniciou seu retorno para o setor Sul, passando no través do Aeródromo de Atibaia (SDTB), SP, conforme as Figuras 17 a 18.

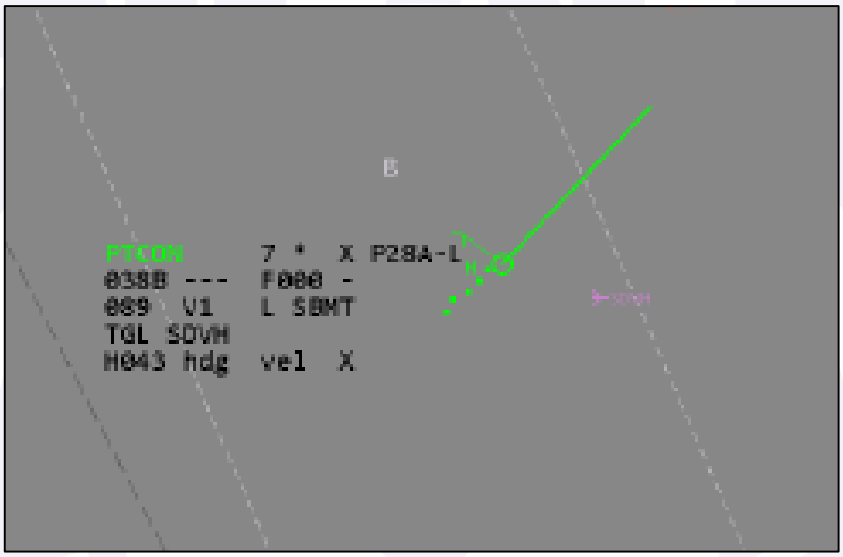

Figura 17 - Revisualização do TGL às 15h45min22seg (UTC).

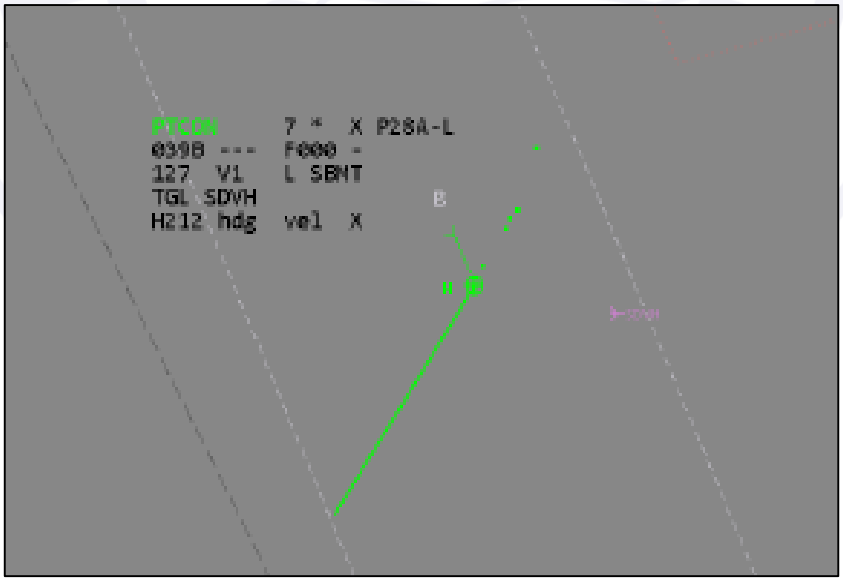

Figura 18 - Revisualização do TGL às 15h46min52seg (UTC).

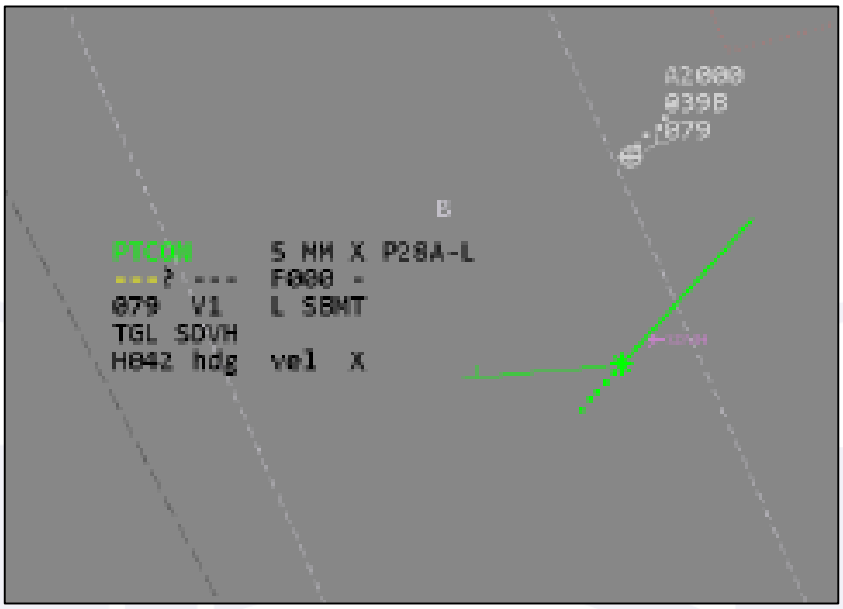

Figura 19 - Revisualização do TGL às 16h04min00seg (UTC).

A aeronave saiu dos limites dos corredores visuais às 16h08min (UTC), como mostra a Figura 20.

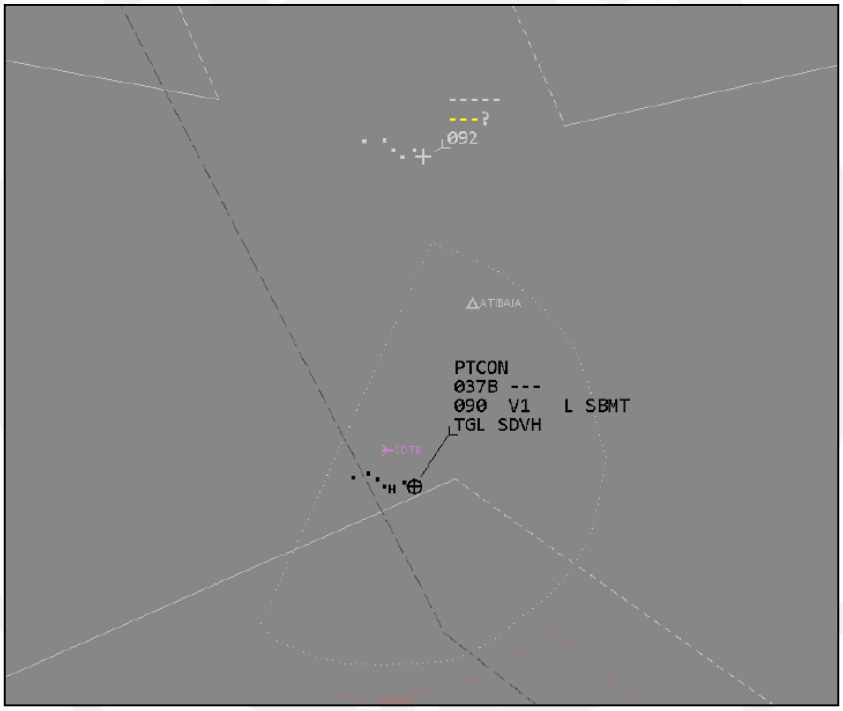

Figura 20 - Revisualização RADAR às 16h08min00seg (UTC), na saída dos corredores visuais.

A última pista RADAR da aeronave foi gerada às 16h10min05seg (UTC), conforme Figura 21.

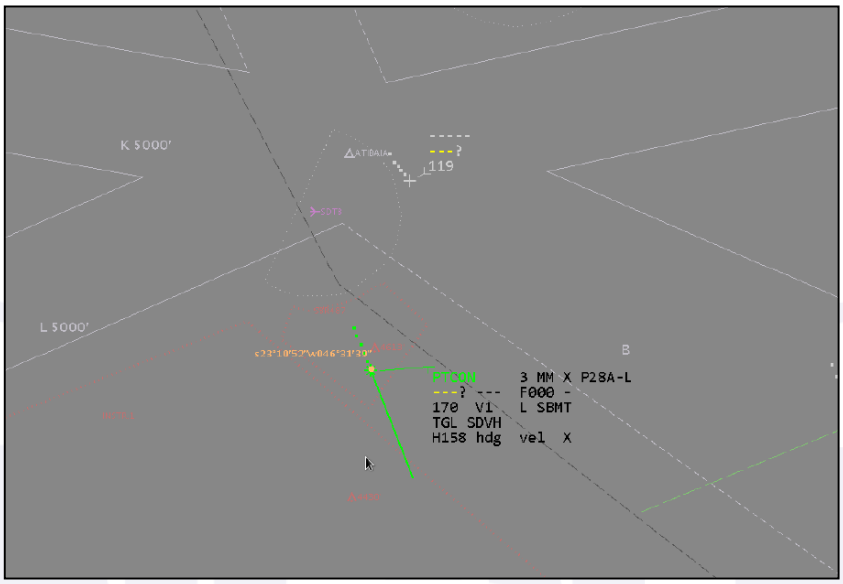

Figura 21 - Última pista RADAR da aeronave observada.

A aeronave foi localizada a 18 km de distância do último ponto no qual foi gerada a pista RADAR e a 16 km de SDTB.

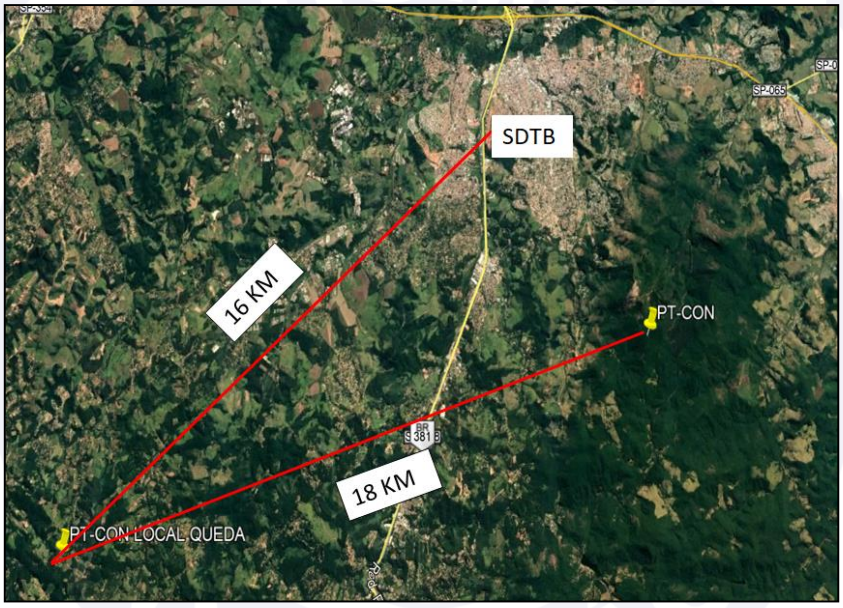

Figura 22 - Croqui com informações de distância do local da queda, último ponto de pista RADAR (designado apenas como PT-CON) e SDTB.

Nos arredores do primeiro ponto de impacto contra o solo e na direção projetada da aeronave, havia terrenos descampados, que poderiam servir como área de pouso de emergência, porém, eram precedidos de alguns obstáculos, como casas e árvores, conforme pode ser verificado na Figura 23.

Figura 24 - Croqui do local do acidente e possível local para pouso de emergência.

1.19. Informações adicionais.

Nada a relatar.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo particular com intuito de aquisição de experiência e aprimoramento das competências de pilotagem.

De acordo com o levantamento realizado, os dois tripulantes estavam com as licenças e as habilitações válidas. Também possuíam experiência recente na aeronave e no tipo de voo realizado.

Apesar de o PIC possuir as qualificações necessárias para realizar o voo, ele demostrava insegurança nas suas capacidades e competências como piloto. Dessa forma, era frequente solicitar o acompanhamento do SIC nos voos, com a finalidade de aprimorar seus conhecimentos, tendo em vista que o PIC não praticava a pilotagem de forma rotineira.

A aeronave era constantemente cedida pelo proprietário para o PIC realizar voos particulares. Segundo relatos, era intenção do PIC comprar o avião e contratar o SIC como piloto particular. A aquisição da aeronave, por parte do PIC, assim como a possibilidade de um futuro contrato de trabalho para o outro piloto, podem ter resultado em um estado de motivação elevada de ambas as partes.

Nesse cenário, a valorização de interesses próprios pode ter resultado em um desajuste na interação dos indivíduos envolvidos neste acidente, com uma dada situação surgida em voo, e levado a um inadequado desempenho operacional, particularmente da parte do piloto mais experiente a bordo.

De acordo com o plano de voo, o tempo previsto total era de 2 horas, sendo que a aeronave estava com uma autonomia de 4 horas e 30 minutos. Não estava incluso, no plano de voo, o treinamento de TGL em SDVH.

O planejamento para o voo, com a definição da rota e exercícios que seriam executados, não pôde ser rastreado e comprovado durante a investigação. Também não foi possível confirmar se foi realizado um *briefing* entre os tripulantes antes do voo.

Conforme imagens de uma câmera de segurança, os dois tripulantes se encontraram, minutos antes da decolagem, no local onde a aeronave estava estacionada e logo depois seguiram para o voo.

Quando um planejamento de voo não é feito com antecedência, principalmente no voo em questão, que era particular, porém com características de uma instrução informal, as definições das responsabilidades e tarefas dentro da cabine podem não ficar claras.

Se as responsabilidades e tarefas a bordo não ficam bem definidas, pode ocorrer uma falha na coordenação da cabine, principalmente em momentos de emergência, o que pode ter ocorrido no acidente com o PT-CON.

A improvisação da atividade de instrução pode ter sido decorrente da relação entre os tripulantes, que já haviam realizado voos anteriormente, da experiência do SIC e da possibilidade da contratação deste pelo piloto. Essas circunstâncias podem ter contribuído para o não planejamento do voo, para algum grau de complacência na cabine (não definição de papéis) e para uma avaliação inadequada do risco (realizar um voo de instrução não planejado).

Essa improvisação e a motivação para a realização do voo podem ter levado a um rebaixamento no processo de atenção e à redução da possibilidade de uma resposta rápida e precisa aos estímulos surgidos por ocasião de uma possível falha ou mal funcionamento do motor em voo.

Os vieses supramencionados (improvisação da instrução, afinidade entre os tripulantes, grande experiência do SIC e possibilidade da sua contratação) podem ter comprometido a qualidade do processo decisório dos pilotos diante de uma situação anormal, particularmente por parte do piloto mais experiente a bordo.

Os treinamentos de pouso e decolagem foram realizados conforme verificado no último contato rádio com o APP-SP e de acordo com as imagens da revisualização RADAR.

Também, conforme as imagens do RADAR, o choque contra o solo ocorreu no retorno para SBMT, próximo ao Aeródromo de Atibaia (SDTB).

De acordo com o levantamento documental e entrevistas, a aeronave possuía autonomia para realizar o voo. Foi pesquisada a possibilidade de um vazamento de combustível, contudo, a análise dos destroços não revelou indícios de vazamento.

Por meio de imagens capturadas pelas câmeras de segurança, observou-se que um piloto realizou a drenagem dos tanques antes do voo, procedimento comum adotado com a finalidade de verificar a possibilidade de contaminação do combustível. Dessa forma, a hipótese de baixo desempenho do motor por falta ou contaminação de combustível foi considerada pouco provável.

Os dados de meteorologia revelaram a possibilidade de formação de gelo no carburador da aeronave, quando operando em potência de cruzeiro e de gelo intenso em potência de planeio.

Tal possibilidade, no entanto, acarretaria uma queda de RPM e um funcionamento áspero do motor, o qual deveria ser corrigido, dentre outros procedimentos, por meio do acionamento do aquecimento do carburador.

Adicionalmente, constatou-se que pelo menos dois pares de velas apresentavam características de cilindro operando com mistura pobre de ar-combustível e que os cilindros e pistões tinham indícios de que operaram com a temperatura acima do normal, o que corrobora uma operação com mistura de ar combustível muito pobre ou com deficiência na alimentação.

Ambas as situações, congelamento do carburador e mistura pobre, acarretariam o funcionamento áspero do motor e, em casos extremos, levariam à falha ou perda de potência, requerendo ações tempestivas.

De acordo com o levantamento realizado na ação inicial, não houve impactos anteriores antes do choque da aeronave contra o terreno, não houve desprendimento de partes da aeronave em voo e, também, não ocorreu deslocamento à frente após o impacto.

As características apresentadas indicam uma trajetória de impacto íngreme, com ângulo em relação ao terreno acima de 45°. Essas características remetem à possibilidade de que tenha ocorrido um *stall*, devido a um gerenciamento inadequado da velocidade da aeronave, durante uma tentativa de pouso de emergência.

Essa possibilidade foi reforçada pela análise do ponto do impacto e da proa da aeronave, uma vez que, na direção projetada do voo, havia terrenos descampados que poderiam ser o local pretendido para o pouso de emergência, os quais, no entanto, eram precedidos de alguns obstáculos, tais como casas e árvores.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;

b) os pilotos estavam com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) válidas;

c) o SIC estava com as habilitações de Instrutor de Voo - Avião (INVA) válida;

d) o PIC estava qualificado e possuía 56 horas totais de voo, sendo 19 horas e 50 minutos no modelo da aeronave;

e) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;

f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;

g) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;

h) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;

i) após realizar treinamento de TGL em SDVH, a aeronave chocou-se contra o solo;

j) havia evidências de que a mistura ar-combustível estava “pobre”;

k) o motor estava operacional no momento do impacto, porém apresentava baixa potência;

l) a aeronave ficou destruída; e

m) os pilotos sofreram lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

Os elementos de investigação colhidos indicaram que houve uma inadequação na aplicação dos comandos a qual acarretou o *stall* e o choque descontrolado da aeronave contra o solo.

- **Coordenação de cabine - indeterminado.**

A possível falta de uma definição anterior das responsabilidades e tarefas a bordo pode ter interferido na coordenação de cabine durante a emergência.

- **Julgamento de pilotagem - indeterminado.**

É possível que a tripulação não tenha considerado um provável funcionamento áspero do motor e, em consequência, não tenha seguido as orientações previstas no *Pilots Operation Handbook* com a finalidade de sanar essa anormalidade.

- **Motivação - indeterminado.**

Os relatos de que era intenção do PIC comprar o avião e contratar o SIC como piloto particular sugerem que a aquisição da aeronave, por parte do PIC, assim como a possibilidade de um futuro contrato de trabalho para o outro piloto, podem ter resultado em um estado de motivação elevada de ambas as partes.

Nesse cenário, a valorização de interesses próprios pode ter resultado em um desajuste na interação dos indivíduos envolvidos neste acidente com uma dada situação surgida em voo e levado a um inadequado desempenho operacional, particularmente da parte do piloto mais experiente a bordo.

- **Pouca experiência do piloto - indeterminado.**

Apesar de estar qualificado para o voo, o PIC demostrava insegurança em suas competências como piloto e a sua inexperiência pode ter comprometido o seu desempenho, principalmente em um momento de emergência.

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, 21 de setembro de 2022.