

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-153/CENIPA/2019

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PP-BSS
MODELO:	C90GT
DATA:	02DEZ2019



ADVERTÊNCIA

Em consonância com a Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986, Artigo 86, compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SIPAER - planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes aeronáuticos.

A elaboração deste Relatório Final, lastreada na Convenção sobre Aviação Civil Internacional, foi conduzida com base em fatores contribuintes e hipóteses levantadas, sendo um documento técnico que reflete o resultado obtido pelo SIPAER em relação às circunstâncias que contribuíram ou que podem ter contribuído para desencadear esta ocorrência.

Não é foco do mesmo quantificar o grau de contribuição dos fatores contribuintes, incluindo as variáveis que condicionam o desempenho humano, sejam elas individuais, psicossociais ou organizacionais, e que possam ter interagido, propiciando o cenário favorável ao acidente.

O objetivo único deste trabalho é recomendar o estudo e o estabelecimento de providências de caráter preventivo, cuja decisão quanto à pertinência e ao seu acatamento será de responsabilidade exclusiva do Presidente, Diretor, Chefe ou correspondente ao nível mais alto na hierarquia da organização para a qual são dirigidos.

Este Relatório Final foi disponibilizado à ANAC e ao DECEA para que as análises técnico-científicas desta investigação sejam utilizadas como fonte de dados e informações, objetivando a identificação de perigos e avaliação de riscos, conforme disposto no Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR).

Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade no âmbito administrativo, civil ou criminal; estando em conformidade com o Appendix 2 do Anexo 13 "Protection of Accident and Incident Investigation Records" da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro por meio do Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946.

Outrossim, deve-se salientar a importância de resguardar as pessoas responsáveis pelo fornecimento de informações relativas à ocorrência de um acidente aeronáutico, tendo em vista que toda colaboração decorre da voluntariedade e é baseada no princípio da confiança. Por essa razão, a utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, além de macular o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal, pode desencadear o esvaziamento das contribuições voluntárias, fonte de informação imprescindível para o SIPAER.

Consequentemente, o seu uso para qualquer outro propósito, que não o de prevenção de futuros acidentes, poderá induzir a interpretações e a conclusões errôneas.

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PP-BSS, modelo C90GT, ocorrido em 02DEZ2019, classificado como “[CFIT] Voo controlado contra o terreno”.

A aeronave decolou do Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro (SBJD), Jundiaí, SP, com destino ao Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP.

Devido às condições meteorológicas no destino, o piloto foi orientado a retornar ao aeródromo de origem. Durante esse trajeto, o avião colidiu em voo controlado contra o terreno.

A aeronave ficou destruída.

O piloto sofreu lesões fatais.

Houve a designação de Representante Acreditado do *Transportation Safety Board* (TSB) - Canadá, Estado de fabricação dos motores.

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.....	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.....	9
1.6. Informações acerca da aeronave.....	9
1.7. Informações meteorológicas.....	9
1.8. Auxílios à navegação.....	10
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.....	13
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	16
1.13.1. Aspectos médicos.....	16
1.13.2. Informações ergonômicas.....	17
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	17
1.14. Informações acerca de fogo.....	17
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	17
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	17
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	18
1.18. Informações operacionais.....	19
1.19. Informações adicionais.....	22
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	23
2. ANÁLISE.....	23
3. CONCLUSÕES.....	25
3.1. Fatos.....	25
3.2. Fatores contribuintes.....	25
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	26
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	26

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AATD	<i>Advanced Aviation Training Device</i> - Dispositivo avançado de treinamento de aviação
AIC	<i>Aeronautical Information Circular</i> - Circular de Informação Aeronáutica
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APP-SP	Controle de Aproximação de São Paulo
ATC	<i>Air Traffic Control</i> - Controle de Tráfego Aéreo
ATZ	<i>Aerodrome Traffic Zone</i> - Zona de Tráfego de Aeródromo
BECMG	Becoming - Transformando-se
BKN	Broken (5-7 oktas) - Nublado (5 a 7 oitavos)
BR	Mist - Nevoa úmida
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CFIT	<i>Controlled Flight Into Terrain</i> - Voo Controlado Contra o Terreno
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CTR	<i>Control zone</i> - Zona de controle
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i> - Gravador de Voz da Cabine
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DZ	<i>Drizzle</i> - Chuvisco
EGPWS	<i>Enhanced Ground Proximity Warning System</i> - Sistema avançado de aviso de proximidade com o solo
FEW	<i>Few (1 and 2 oktas)</i> - Pouco (1 e 2 oitavos)
FSTD	<i>Flight Simulation Training Devices</i> - Dispositivos de treinamento de simulação de voo
GOES	<i>Geostationary Operational Environmental Satellite</i> - Satélite ambiental operacional geoestacionário
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de Voo por Instrumentos
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
KT	<i>Knots</i> - Nós
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - Reporte Meteorológico de Aeródromo
MLTE	Habilitação de Classe Avião Multimotor Terrestre
OVC	<i>Overcast (8 oktas)</i> - Encoberto (8 oitavos)
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PIC	<i>Pilot in Command</i> - Piloto em Comando

PN	<i>Part Number</i> - Número de Peça
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RADAR	<i>Radio Detection And Ranging</i> - Detecção e Telemetria por Rádio
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
REA	Rota Especial de Aeronaves
RMK	<i>Remark</i> - Observação
RPM	Rotações Por Minuto
SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SBGR	Designativo de localidade - Aeródromo Internacional Governador André Franco Montoro, Guarulhos, SP
SBJD	Designativo de localidade - Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro, Jundiaí, SP
SBMT	Designativo de localidade - Aeródromo Campo de Marte, São Paulo, SP
SCT	<i>Scattered (3 and 4 oktas)</i> - Dispersas (3 e 4 oitavos)
SIC	<i>Second in Command</i> - Segundo em Comando
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SPECI	<i>Aviation Selected Special Weather Report</i> - Informe Meteorológico Aeronáutico Especial Seleccionado
SN	<i>Serial Number</i> - Número de Série
TAF	<i>Terminal Aerodrome Forecast</i> - Previsão Meteorológica de Aeródromo
TMA-SP	Área de Controle Terminal de São Paulo
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
TSB	<i>Transportation Safety Board</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> - Condições Meteorológicas de Voo Visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: C90GT Matrícula: PP-BSS Fabricante: Hawker Beechcraft	Operador: Particular
Ocorrência	Data/hora: 02DEZ2019 - 09:02 (UTC) Local: Área de mata no município de Caieiras, SP Lat. 23°24'42"S Long. 046°42'14"W Município - UF: Caieiras - SP	Tipo(s): [CFIT] Voo Controlado contra o terreno Subtipo(s): NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro (SBJD), Jundiaí, SP, com destino ao Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, por volta das 08h50min (UTC), a fim de realizar um voo de traslado, com um piloto a bordo.

O voo estava sendo conduzido sob *Visual Flight Rules* (VFR - Regras de Voo Visual). Devido às condições meteorológicas do destino, o piloto foi orientado a retornar ao aeródromo de origem. Durante esse trajeto, o controle de tráfego aéreo perdeu contato com a aeronave.

Equipes de busca localizaram os destroços do avião em área de mata no município de Caieiras, SP.

A aeronave ficou destruída.

O piloto sofreu lesões fatais.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída.

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	Desconhecido
Totais, nos últimos 30 dias	00:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:00
Neste tipo de aeronave	211:36
Neste tipo, nos últimos 30 dias	00:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros da Caderneta Individual de Voo (CIV) digital, disponíveis no Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclub de Biritiba Mirim, SP, em 1997.

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 Multimotor Terrestre (MLTE) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os registros da CIV digital indicaram que o piloto operava a aeronave C90GT, de matrícula PP-BSS, desde janeiro de 2018 e que tinha o Aeródromo SBMT como um destino frequente. Seu último voo registrado nesse sistema ocorreu em 23SET2019.

Grande parte do histórico operacional do piloto se desenvolveu quando ele trabalhou em duas empresas de táxi-aéreo, entre setembro de 2004 e janeiro de 2018. Embora esses dados não estivessem registrados na CIV digital, de acordo com declarações dessas organizações, naquele período, o tripulante teria acumulado mais de 4.500 horas de voo como PIC.

Nessas empresas, ele voou os seguintes modelos de aeronaves: 208/208B Caravan, EMB-820C Navajo e EMB-821 Carajá.

De acordo com um currículo apresentado pela família, ele possuía a licença de PCM e mais de 6.000 horas totais de voo, tendo trabalhado em diferentes empresas privadas. Com base nesse currículo, constatou-se que o PIC tinha experiência em equipamentos monomotor, multimotor, tipo e voo por instrumentos. Nos dois últimos anos, ele estava atuando na aviação executiva, pilotando o *King Air C90GT*.

O piloto possuía um total de 1.055 horas de voo por instrumentos registradas na CIV digital, sendo que o último voo para a revalidação das habilitações de MLTE e IFRA ocorreu no dia 24AGO2019, em uma aeronave modelo PA-34.

Constava, ainda, na CIV digital, o lançamento de uma hora de voo *Instrument Flight Rules* (IFR - Regras de Voo por Instrumentos) realizada em simulador *Advanced Aviation Training Device* (AATD - Dispositivo avançado de treinamento de aviação), no dia 22AGO2019. O voo de revalidação de IFRA foi conduzido em aeronave modelo PA-34 e havia o registro de 7 horas e 16 minutos de operação da aeronave PP-BSS em voo IFR no mês de setembro de 2019.

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 61, vigente à época do acidente, estabelecia os seguintes requisitos para a comprovação de experiência recente:

61.21 Experiência recente

(a) Ressalvados os prazos estabelecidos na seção 61.19 deste Regulamento, um piloto somente pode atuar como piloto em comando de uma aeronave se dentro dos 90 (noventa) dias precedentes ele tiver realizado:

(1) para operações em voo diurno:

[...]

(ii) no caso das demais aeronaves, no mínimo 3 (três) decolagens e 3 (três) aterrissagens no período diurno ou noturno, durante as quais tenha efetivamente operado os comandos da aeronave da mesma categoria e classe/tipo;

[...]

(b) Para atuar como piloto em comando de uma aeronave em voos por instrumentos um piloto deve:

(1) ter a experiência recente prevista no parágrafo 61.21(a); e

(2) ter, nos últimos 6 (seis) meses:

(i) realizado no mínimo 6 (seis) aproximações sob regra de voo por instrumentos na categoria da aeronave; ou

(ii) sido aprovado em exame de proficiência de voo por instrumentos na categoria da aeronave;

(c) Os procedimentos previstos no parágrafo 61.21(b)(2) acima podem ser realizados em um FSTD qualificado pela ANAC que represente a categoria da aeronave a ser voada.

Assim, com as informações coletadas, constatou-se que 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 LJ-1839, foi fabricada pela *Hawker Beechcraft*, em 2007, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula, motores e hélices estavam com as escriturações atualizadas.

A última inspeção da aeronave, do tipo Inspeção Anual de Manutenção (IAM), foi realizada em 18JUN2019 pela organização de manutenção Construtora Nacional de Aviação Ltda. - CONAL, em Sorocaba, SP. Não foi possível levantar as horas voadas após a inspeção, pois o diário de bordo foi destruído no incêndio que se seguiu à colisão do avião contra o solo.

A aeronave era equipada com um *Enhanced Ground Proximity Warning System* (EGPWS - sistema avançado de aviso de proximidade com o solo) que, dentre outras funções, fornecia alertas de proximidade com o terreno durante o voo.

1.7. Informações meteorológicas.

No curso da investigação, foram coletados os *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - Reporte Meteorológico de Aeródromo) e *Terminal Aerodrome Forecast* (TAF - Previsão Meteorológica de Aeródromo) dos aeródromos mais próximos ao local do acidente, conforme Figura 1.



Figura 1 - Imagem mostrando a posição dos aeródromos mais próximos do local do acidente. Fonte: Adaptado de *Google Earth*.

Os METAR do Aeródromo SBMT, distante 12 km do local do acidente, traziam as seguintes informações:

METAR SBMT 020900Z 11006KT 6000 SCT006 BKN009 BKN013 19/18 Q1017=

METAR SBMT 021000Z 15007KT 7000 FEW009 BKN011 19/17 Q1017=

O TAF de SBMT, válido das 06h00min (UTC) até as 18h00min (UTC) do dia 02DEZ2019, trazia as seguintes informações:

```
TAF SBMT 020015Z 0206/0218 15008KT 8000 BKN013 TN18/0209Z TX20/0217Z  
BECMG 0207/0209 12008KT BECMG 0212/0214 9999 BKN025 BECMG  
0214/0216 15010KT RMK PGF=
```

Havia também dois *Aviation Selected Special Weather Report* (SPECI - Informe Meteorológico Aeronáutico Especial Seleccionado) para SBMT, emitidos às 09h16min (UTC) e às 09h33min (UTC), respectivamente, que traziam as seguintes informações:

```
SPECI SBMT 020916Z 17006KT 1000 -DZ BR FEW006 OVC009 19/17 Q1017=  
SPECI SBMT 020933Z 17007KT 5000 BR FEW006 BKN009 18/17 Q1017=
```

Os METAR do Aeródromo Internacional Governador André Franco Montoro (SBGR), distante 23 km do local do acidente, traziam as seguintes informações:

```
METAR SBGR 020800Z 13003KT 7000 FEW015 SCT030 BKN083 19/17 Q1016=  
METAR SBGR 020900Z 14002KT 7000 FEW015 SCT026 BKN100 19/17 Q1017=  
METAR SBGR 021000Z 16006KT 4000 -RA BR SCT006 BKN011 BKN020 18/18  
Q1018=
```

O TAF de SBGR, válido das 06h00min (UTC) do dia 02DEZ2019 até as 12h00min (UTC) do dia 03DEZ2019, trazia as seguintes informações:

```
TAF SBGR 020015Z 0206/0312 15008KT 8000 BKN011 TX19/0217Z TN14/0309Z  
BECMG 0211/0213 12005KT 9999 BKN020 BECMG 0214/0216 BKN030 BECMG  
0216/0218 15010KT BECMG 0220/0222 BKN011 BECMG 0222/0224 12005KT  
BECMG 0301/0303 OVC009 RMK PGF=
```

Havia também um SPECI para SBGR, emitido às 09h25min (UTC), que trazia as seguintes informações:

```
SPECI SBGR 020925Z 12003KT 6000 BKN011 BKN017 19/18 Q1017=
```

A imagem do satélite GOES 16 mostrava nebulosidade baixa sobre todo o Estado de São Paulo (Figura 2).

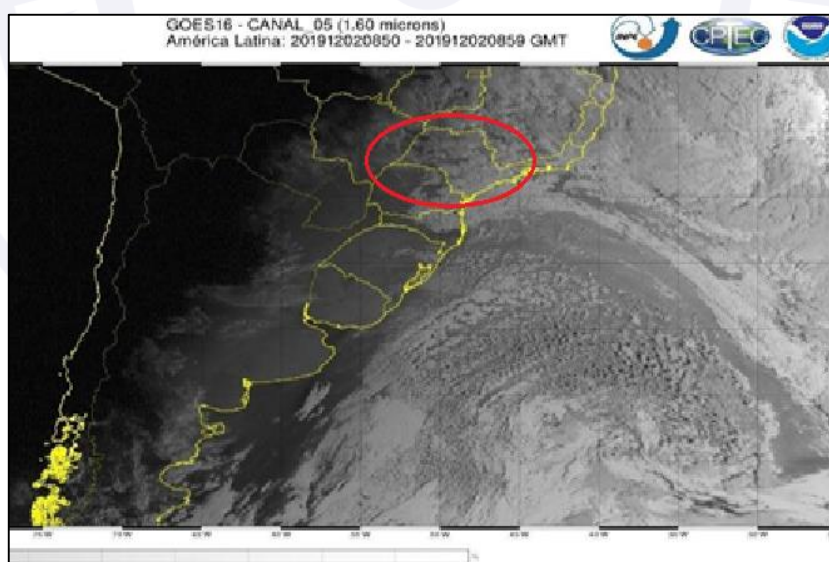


Figura 2 - Imagem do satélite GOES 16 das 08h59min (UTC) do dia 02DEZ2019.

Constatou-se que as condições não eram favoráveis ao voo visual, com restrições à visibilidade e nuvens com base próxima a 1.000 ft de altura.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

A partir das transcrições dos áudios de comunicação entre o PP-BSS e os órgãos de controle, verificou-se que o PIC 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.

Com a finalidade de fundamentar as análises acerca da sequência de eventos que antecederam a colisão da aeronave contra o solo, a Comissão de Investigação destacou algumas transmissões que podem auxiliar no entendimento da dinâmica do acidente.

Para o registro dos horários descritos neste campo, utilizou-se, como referência, o *Universal Time Coordinated* (UTC - Tempo Universal Coordenado).

HORA (UTC)	EMISSOR	TRANSCRIÇÃO
08:55:37	APP-SP	O bravo sierra sierra informo que Marte abrirá aos zero zero apenas para asa rotativa devido condições meteorológicas.
08:55:46	PP-BSS	Eita... bom... vamo chegar mais perto ai. Qualquer coisa a gente retorna pra Jundiáí daí.
08:59:26	APP-SP	Bravo sierra sierra tá visual no setor?
08:59:29	PP-BSS	Visual.
08:59:34	APP-SP	Bravo sierra sierra ainda mantém minha escuta.
08:59:58	APP-SP	A torre marte disse que opera abaixo dos mínimos pro senhor retornar.
09:00:02	PP-BSS	Okey então... vamo retornar então. Posso curvar a minha esquerda na proa de... ahn... MORATO?
09:00:11	APP-SP	Afirmo bravo sierra sierra.
09:00:13	PP-BSS	É proa de MORATO então.
09:01:19	PP-BSS	Mantendo agora a proa de MORATO o bravo sierra sierra
09:01:22	APP-SP	Afirmo bravo sierra sierra reporte em LAGOA
09:01:25	PP-BSS	Reportará LAGOA.
09:02:14	APP-SP	Bravo sierra sierra peço que o senhor mantenha o corredor Echo o senhor ta a direita do corredor.
09:02:28	APP-SP	Sierra sierra São Paulo?

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP era público/militar, administrado pela INFRAERO e operava sob Regras de Voo Visual (VFR), em período diurno e noturno.

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

1.11. Gravadores de voo.

A aeronave estava equipada com um *Cockpit Voice Recorder* (CVR - Gravador de Voz da Cabine), *Part Number* (PN) 2100-1010-00, *Serial Number* (SN) 000434820/SD 53038, modelo FA 2100, fabricado pela *L3 Harris Technologies* (Figura 3).



Figura 3 - Imagem do CVR registrada no local do acidente.

O gravador de voz foi encaminhado ao *Transportation Safety Board (TSB)* - Canadá, Estado de fabricação do motor, onde foi realizado o *download* dos dados com sucesso.

O equipamento funcionou normalmente e continha dados relativos ao voo da ocorrência. As informações encontradas permitiram realizar uma análise espectral do ruído dos motores e identificar os alarmes emitidos pela aeronave.

A partir dos dados obtidos, constatou-se que a rotação das hélices durante todo o voo, desde a decolagem até o momento da colisão, assim como vários alertas emitidos e uma sequência de sons do impacto (Figura 4).

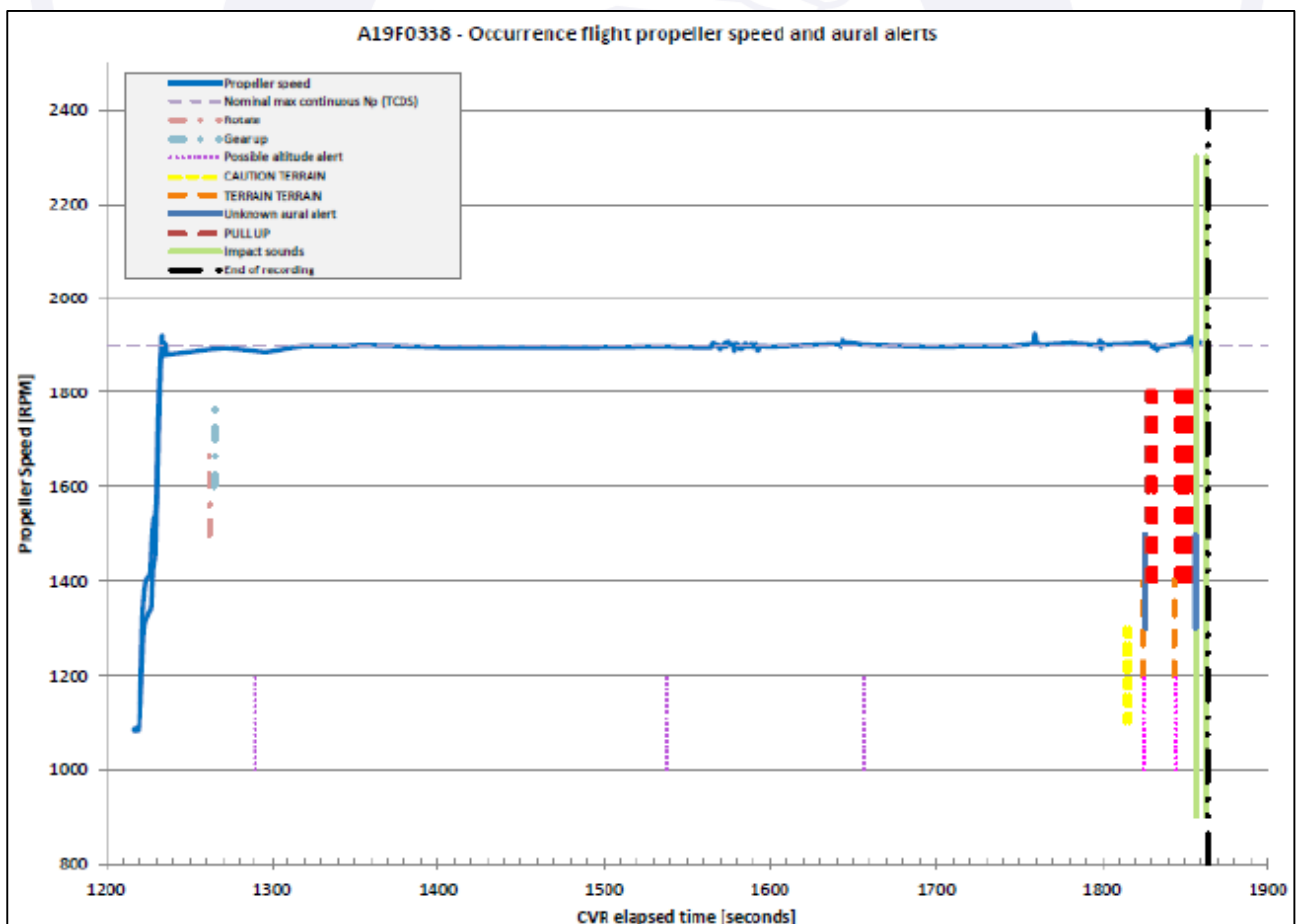


Figura 4 - Gráfico de rotação das hélices e os alertas registrados pelo CVR.

A análise dos dados gravados apontou que o EGPWS emitiu diversos alertas relacionados com a proximidade em relação ao solo, tais como “*Caution Terrain*”, “*Terrain Terrain*” e “*Pull Up*”. Nos últimos instantes da gravação, o CVR registrou sons que foram identificados como sendo de impactos (Figura 5).

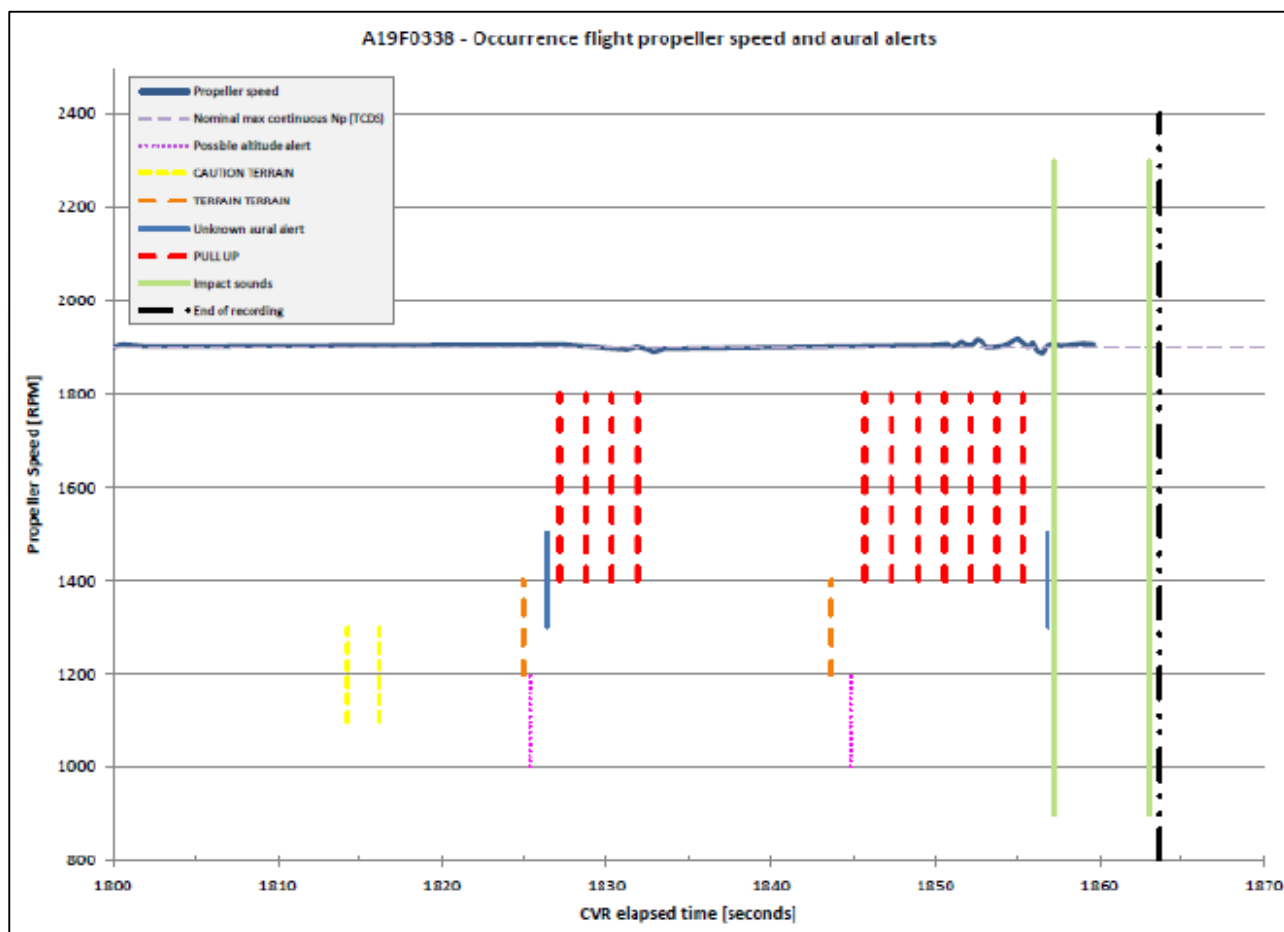


Figura 5 - Gráfico de rotação das hélices e sons registrados pelo CVR nos momentos finais do voo.

As informações extraídas do CVR permitiram observar que, a partir da decolagem de SBJD, a rotação de ambas as hélices aumentou e se estabilizou em, aproximadamente, 1.900 RPM, permanecendo nesse regime até o momento do impacto.

Não foram observadas tensões na voz do piloto que indicassem a existência de qualquer anomalia no avião e em seus sistemas. Ele não proferiu qualquer expressão que indicasse a existência de uma situação anormal na cabine.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

O acidente ocorreu em área montanhosa, no município de Caieiras, SP, a, aproximadamente, 12 km de SBMT e 32 km de SBJD.

A distribuição dos destroços foi do tipo linear (Figura 6).



Figura 6 - Vista superior do *crash site*.

O primeiro impacto ocorreu contra a copa de algumas árvores (Figura 7).



Figura 7 - Imagem do ponto do primeiro impacto contra a copa das árvores.

Os motores foram encontrados em posição oposta ao lado correspondente à sua instalação na aeronave e à direção de voo, indicando que a aeronave girou em seu eixo longitudinal durante o impacto contra as árvores (Figura 8).



Figura 8 - Árvore impactada, trajetória da aeronave e posição final dos motores.

Os destroços da cabine foram encontrados a, aproximadamente, 60 metros do local do primeiro impacto.



Figura 9 - Imagem dos destroços da cabine de comando.

Os motores estavam a cerca de 30 metros do ponto do primeiro impacto e 4,5 metros de distância entre si.



Figura 10 - Imagem do motor esquerdo.



Figura 11 - Imagem do motor direito.

A empenagem foi encontrada a, aproximadamente, 35 metros de distância.

Após o impacto contra o solo, a aeronave se incendiou e foi consumida pelo fogo.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Nas três últimas inspeções realizadas, o piloto foi considerado apto para a atividade aérea. Em seus antecedentes médicos havia registro de hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia e hiperuricemia.

Na última inspeção realizada, ele relatou hipertensão arterial. No entanto, o exame físico e a aferição mostraram que sua pressão arterial estava normal. O PIC declarou que não usava medicação para essa condição.

O piloto informou em todos os seus exames que sofria de rinite alérgica, porém não usava medicações anti-histamínicas.

O exame necroscópico mostrou que a *causa mortis* do piloto foi politraumatismo decorrente do impacto da aeronave contra o solo.

O exame toxicológico não revelou a presença de substâncias psicoativas ou de álcool em seu organismo.

Constatou-se que o piloto não havia realizado voos nas vinte e quatro horas que antecederam o acidente e que, segundo o relato de familiares, ele havia dormido, em média, cerca de oito horas nos dias anteriores à ocorrência.

Dessa forma, não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho do tripulante.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O piloto começou sua carreira aos 18 anos, em 1995, quando obteve a licença de PPR.

Segundo as informações colhidas, o piloto demonstrava estar realizado e considerava que estava atravessando uma boa fase em sua vida profissional, pois atuava com autonomia e podia gerenciar as condições da aeronave e os voos que realizava.

Contando 24 anos de experiência, o comandante era considerado responsável, organizado, bastante experiente e, de acordo com os entrevistados, não costumava correr riscos desnecessários.

Segundo os relatos colhidos, ele tinha autonomia para determinar se as condições eram adequadas ao voo e informava seu ponto de vista técnico a seu contratante, com quem possuía uma relação próxima, e este não interferia na atuação profissional do piloto.

1.14. Informações acerca de fogo.

O fogo, que se iniciou após o impacto, consumiu praticamente toda a aeronave.

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

A busca pela aeronave foi conduzida pela Polícia Civil e pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. A localização dos destroços foi efetuada visualmente.

Não houve sobrevivente.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Os motores apresentavam danos extensos e ambos haviam sido separados de suas naceles e respectivas hélices. Suas partes externas apresentavam evidências de esforços de torção associados à compressão ocasionados no momento do impacto.

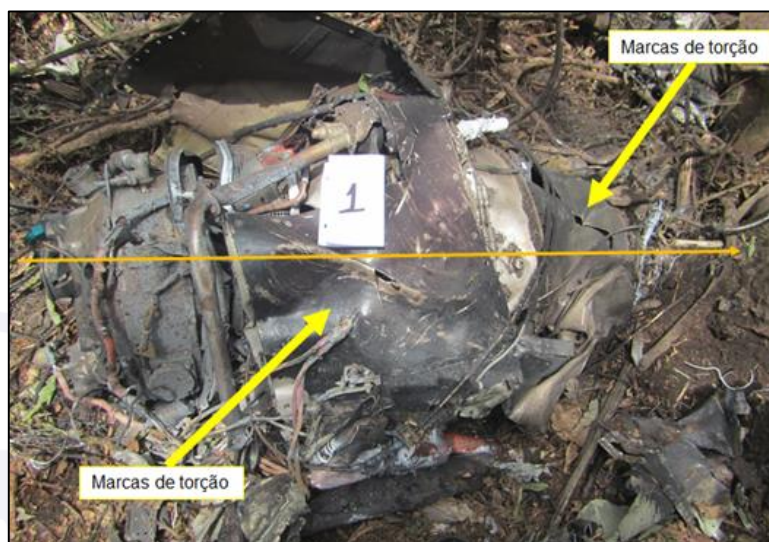


Figura 12 - Estrutura do motor esquerdo com marcas de torção.

As hélices apresentavam danos substanciais decorrentes dos impactos ocorridos. Em um dos conjuntos, identificou-se uma pá que apresentava deformação na direção do sentido de voo (Figura 13).



Figura 13 - Imagem de um dos conjuntos de hélice. No destaque em vermelho, uma de suas pás deformada na direção do sentido de voo.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

A contratação do tripulante foi realizada a partir da indicação do piloto anterior que trabalhava com o proprietário do avião e que conhecia o PIC há bastante tempo.

Outros pilotos que voaram para o mesmo operador relataram que ele sempre respeitava as decisões dos comandantes e que nunca foram questionados ou impelidos a voar em situações inseguras.

Segundo se apurou, o PIC realizava, em média, um voo a cada quinze dias. De acordo com relatos, quando era necessário realizar voos com duração superior a três horas, o proprietário costumava autorizar a presença de um Segundo em Comando (SIC), que era escolhido pelo próprio piloto.

Além de pilotar o PP-BSS, o PIC era encarregado de cuidar da documentação da aeronave e acompanhar a sua manutenção, que era executada por uma empresa especializada.

Como a aeronave ficava hangarada em SBJD, o piloto realizava o trajeto até o Campo de Marte, com bastante frequência, para buscar passageiros. No entanto, quando o aeródromo estava fechado, o proprietário dirigia-se por terra até Jundiáí.

1.18. Informações operacionais.

Tratava-se de um voo de traslado entre os aeródromos SBJD e SBMT, conduzido de acordo com o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 91, vigente à época da ocorrência, sob regras de voo visuais.

A Comissão de Investigação não teve acesso ao comprovante de abastecimento de combustível da aeronave. De acordo com o plano de voo, o avião tinha 4 horas de autonomia a partir da decolagem de SBJD.

Segundo foi possível apurar, não havia qualquer carga a bordo e o piloto era o único ocupante da aeronave. Dessa forma, concluiu-se que o PP-BSS operava dentro dos limites de peso e balanceamento

A aeronave era certificada para voo IFR e o piloto estava habilitado para o voo sob regras por instrumentos.

Os aeródromos de origem e de destino somente permitiam a operação sob VFR.

A rota pretendida, conforme plano de voo VFR, previa a decolagem de SBJD às 09h00min (UTC) e o voo até SBMT pela Rota Especial de Aeronaves (REA) DELTA na altura máxima do corredor.

A REA DELTA era um corredor visual utilizado, comumente, para voos visuais entre os aeródromos SBJD e SBMT (Figura 14).

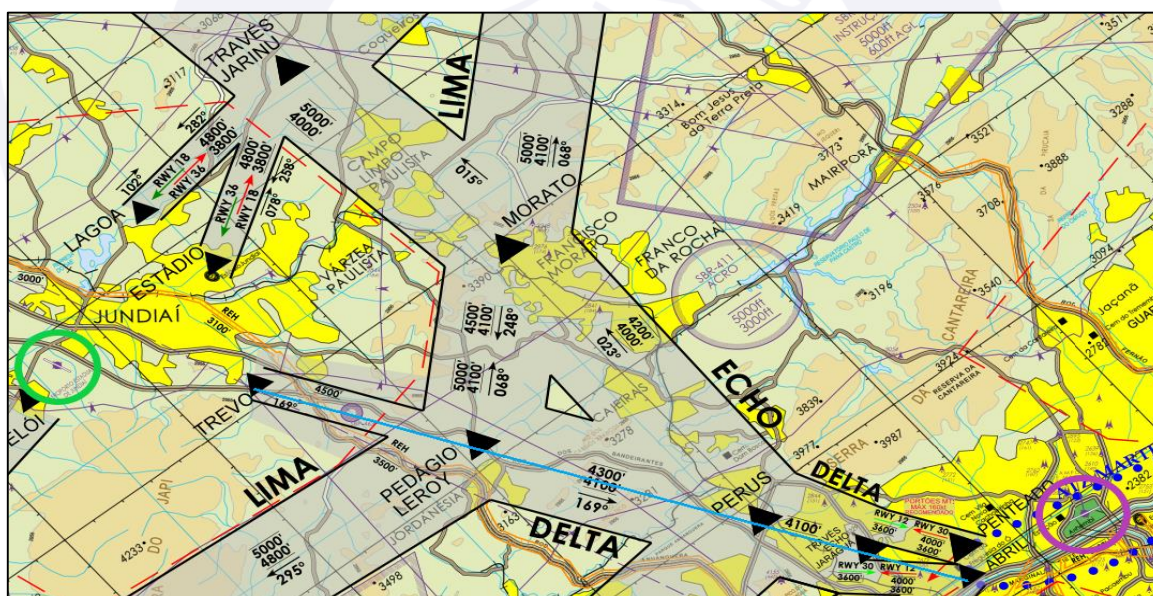


Figura 14 - Rotas Especiais de Aeronaves na TMA-SP 2. Destaques para SBJD (círculo verde), a rota via REA DELTA (linha azul) e SBMT (círculo magenta).

Para se manterem dentro desse corredor, as aeronaves deveriam sobrevoar as posições especificadas na carta e manter as altitudes determinadas para cada trecho, conforme a Figura 15.

	Trecho	Altitude (MSL)	Trecho	Altitude (MSL)	Trecho	Altitude (MSL)	Trecho	Altitude (MSL)
SBJD/SBMT	Trevo/Pedágio Leroy	4.500	Pedágio Leroy/Perus	Entre 4.100 e 4.300	Perus/Través Echo Jaraguá	4.100	Través Echo Jaraguá/Abril	3.600

Figura 15 - Posições e altitudes de cada trecho da REA DELTA.

De acordo com a imagem de revisualização do RADAR de *Air Traffic Control* (ATC - Controle de Tráfego Aéreo), após a decolagem, o PP-BSS tomou a proa da posição TREVO e subiu até 4.200 ft (Figura 16).

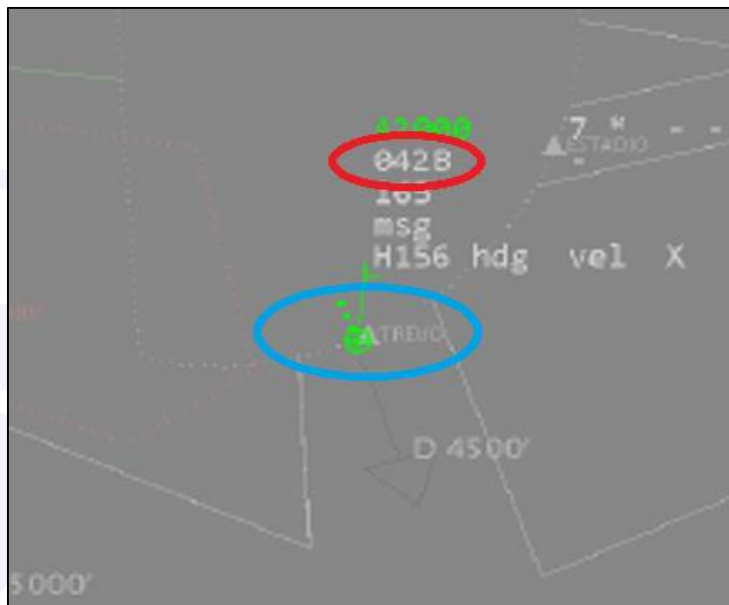


Figura 16 - Síntese do RADAR ATC das 08h54min33s (UTC). Nos destaques vermelho e azul, a altitude em centenas de pés e o plote da aeronave sobre a posição TREVO, respectivamente.

Pouco depois de realizar o primeiro contato com o APP-SP, o PP-BSS foi informado de que as condições meteorológicas em SBMT não permitiam a operação de aeronaves de asa fixa. Nesse momento, o piloto informou que iria prosseguir e, quando estivesse mais perto, caso as condições permanecessem inalteradas, retornaria para SBJD.

As imagens de revisualização do RADAR ATC permitiram observar que, em alguns momentos do trajeto entre as posições TREVO e TRAVÉS ECHO JARAGUÁ, a aeronave se manteve abaixo das altitudes mínimas estabelecidas para o corredor visual (Figuras 17 e 18).

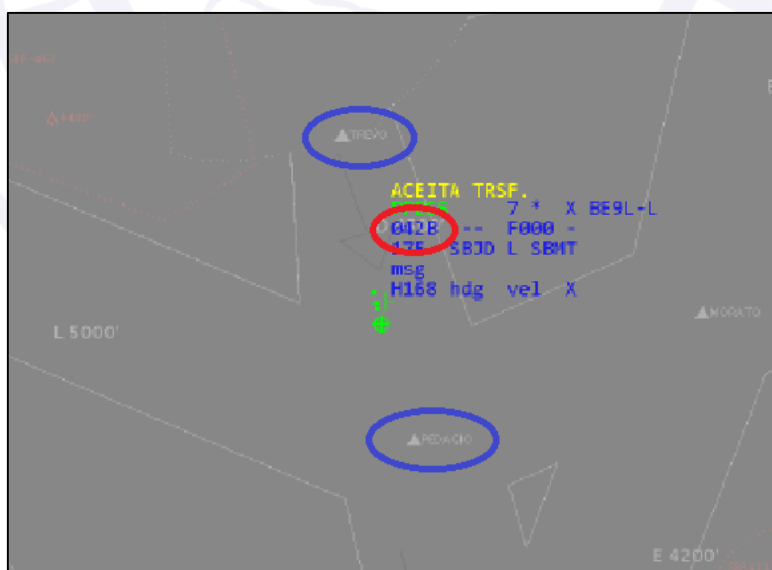


Figura 17 - Síntese do RADAR ATC das 08h55min45s (UTC). No destaque em vermelho, a altitude em centenas de pés. No destaque em azul, as posições TREVO e PEDÁGIO.

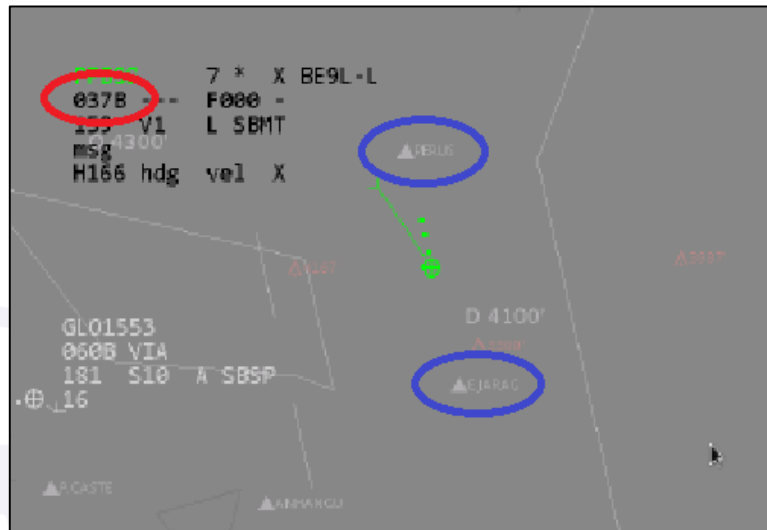


Figura 18 - Síntese do RADAR ATC das 08h59min39s (UTC). No destaque em vermelho, a altitude em centenas de pés. No destaque em azul, as posições PERUS e TRAVÉS ECHO JARAGUÁ.

Enquanto se aproximava da posição TRAVÉS ECHO JARAGUÁ, o piloto foi questionado se estava visual no setor e respondeu afirmativamente. Na sequência, ele foi comunicado de que as condições em SBMT permaneciam abaixo dos mínimos e orientado a retornar para SBJD. Nesse momento, o PIC propôs voar na direção da posição MORATO e foi autorizado pelo APP-SP a prosseguir dessa forma.

A Circular de Informação Aeronáutica (AIC) N 33/18, de 26ABR2018, que tratava da Circulação de Aeronaves em Voo VFR na Terminal São Paulo, em vigor na data da ocorrência, especificava que os movimentos de ingresso ou saída do circuito de tráfego da *Air Traffic Zone* (ATZ - Zona de Tráfego de Aeródromo) de SBMT deveriam ser realizados pelo portão definido pela posição ABRIL.

Portanto, para voar de SBMT a SBJD, as aeronaves deveriam seguir via REA DELTA, até a posição PERUS, ingressar na REA ECHO, sobrevoar as posições especificadas na carta, mantendo as altitudes determinadas para cada trecho.

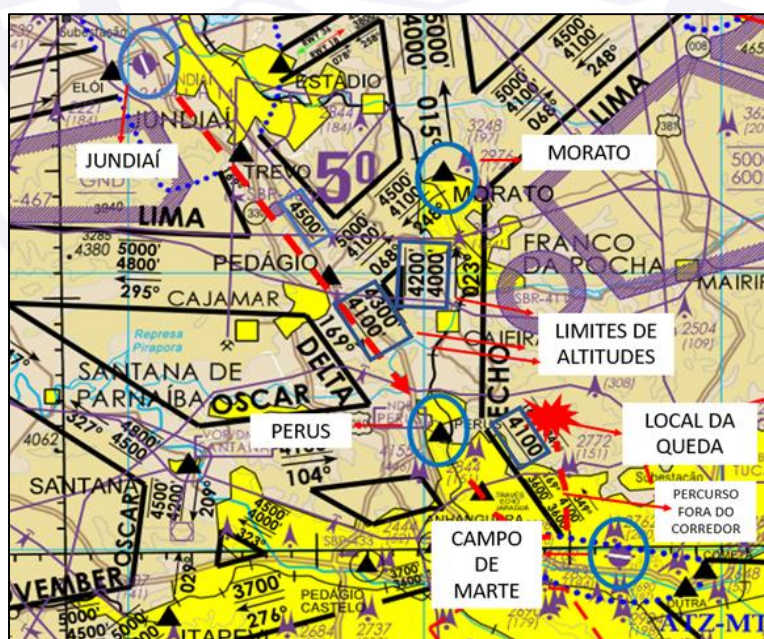


Figura 19 - Recorte da Carta de Corredores Visuais - Rotas Especiais de Aeronaves na TMA-SP 2 mostrando o corredor visual REA DELTA e a rota percorrida pelo avião.

Às 09h01min22s (UTC), o APP-SP solicitou ao PP-BSS que reportasse a posição LAGOA (Portão de Entrada para a pista 18 de SBJD) e essa mensagem foi cotejada.

Cerca de um minuto depois, às 09h02min14s (UTC), o APP-SP tentou contato com o PP-BSS para orientá-lo a manter o corredor, pois o controlador o via à direita da rota, porém não houve resposta.

No último plote RADAR disponível, a aeronave estava a 3.700 ft de altitude, no través leste da posição PERUS, à direita do corredor visual, na coordenada 23°24'23"S /046°42'27"W.

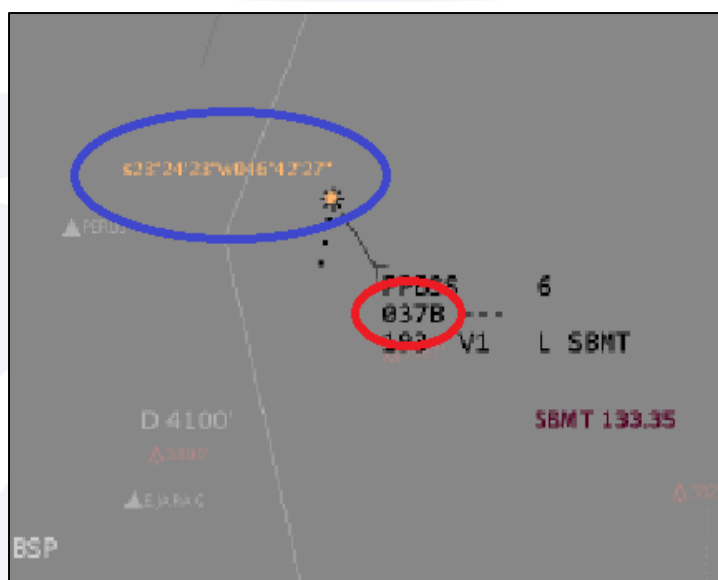


Figura 20 - Síntese do RADAR ATC das 09h02min27s (UTC). No destaque em vermelho, a altitude em centenas de pés. No destaque em azul, a posição em que o plote RADAR foi perdido.

1.19. Informações adicionais.

Um fenômeno conhecido como “visão de túnel” ocorre quando, sob condições de estresse e elevada carga de trabalho, dentre outras, a atenção de uma pessoa volta-se para poucos parâmetros da operação de uma aeronave, enquanto outros parâmetros são deixados de lado, acarretando uma fraca “consciência situacional”.

Sobre os mínimos de visibilidade e de distância de nuvens em *Visual Meteorological Conditions* (VMC - Condições Meteorológicas de Voo Visual), a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-12/2016, trazia, em seu parágrafo 4.9, os seguintes limites:

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

Tabela 1 - Mínimos de visibilidade e de distância de nuvens em VMC (grifos nossos).
Fonte: ICA 100-12/2016.

A AIC N 33/18 definia as REA DELTA e ECHO como espaços aéreos Classe C controlados pelo APP-SP.

Sobre a deterioração das condições meteorológicas até ficarem abaixo dos mínimos meteorológicos para voos visuais, a ICA 100-12/2016 determinava, em seu parágrafo 4.6.2.7, a adoção dos seguintes procedimentos:

4.6.2.7 Deterioração das condições meteorológicas até ficarem abaixo das condições meteorológicas visuais

Quando se tornar evidente não ser exequível o voo em VMC, de acordo com o seu Plano de Voo em vigor, a aeronave em voo VFR, conduzida como um voo controlado, deverá:

- a) solicitar uma mudança de autorização que lhe permita prosseguir VMC até o destino ou um aeródromo de alternativa, ou abandonar o espaço aéreo dentro do qual é exigida uma autorização ATC;
- b) continuar em voo VMC e notificar ao órgão ATC correspondente as medidas tomadas ou para abandonar o referido espaço aéreo ou para pousar no aeródromo apropriado mais próximo se uma mudança de autorização não puder ser obtida;
- c) solicitar uma autorização para prosseguir como voo VFR especial, caso se encontre dentro de uma TMA ou CTR; ou
- d) solicitar autorização para voar de acordo com as regras de voo por instrumentos.

No que concernia às responsabilidades do piloto em comando, o parágrafo 5.2 da mesma ICA estabelecia:

5.2 RESPONSABILIDADE DO PILOTO

Caberá ao piloto em comando de uma aeronave em voo VFR providenciar sua própria separação em relação a obstáculos e demais aeronaves por meio do uso da visão, exceto no espaço aéreo Classe B, em que a separação entre as aeronaves é de responsabilidade do ATC, devendo, no entanto, ser observado o disposto em 4.2.1.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de traslado entre os aeródromos SBJD e SBMT, conduzido de acordo com o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 91, sob regras de voo visual, pelo corredor REA DELTA na TMA-SP.

As evidências de torção encontradas durante o exame dos motores sugerem que a colisão contra o terreno ocorreu com os motores em funcionamento. Em função do desprendimento das naceles e da parada brusca, um esforço foi transferido para as suas partes externas, ocasionando as deformações observadas.

A deformação identificada em uma pá de hélice, que apresentava dobradura e torção na direção do sentido de voo, indicava um impacto com velocidade de deslocamento e RPM elevadas.

Da mesma forma, a análise dos ruídos produzidos pelos motores revelou que, a partir da decolagem de SBJD, a rotação de ambas as hélices aumentou e se estabilizou em 1.900 RPM, permanecendo nesse regime até o momento do impacto, indicando que os propulsores funcionaram adequadamente durante todo o voo.

Assim, concluiu-se que os motores estavam produzindo potência no momento da colisão contra o solo e que não houve contribuição de uma falha do grupo motopropulsor para a ocorrência deste acidente.

Adicionalmente, os sons registrados no CVR não revelaram a existência de tensões na voz do piloto que indicassem qualquer discrepância no avião, em seus sistemas ou uma situação anormal na cabine.

As informações coletadas em relação às condições meteorológicas mostraram que, na rota percorrida pela aeronave, havia nebulosidade baixa, especialmente nas proximidades de SBMT, o que inviabilizou a continuação do voo visual até o aeródromo de destino.

A tentativa de prosseguir com o voo, mesmo após um alerta do controlador do APP-SP sobre as restrições meteorológicas em SBMT, caracterizou uma inadequada avaliação dos riscos associados à operação da aeronave fora dos limites mínimos de teto e de visibilidade requeridos para o voo sob VFR.

O fato de a aeronave ter se mantido abaixo das altitudes mínimas estabelecidas para o corredor visual, durante grande parte do voo, sugere que o piloto estava encontrando dificuldades para manter-se em condições visuais e, ao mesmo tempo, para permanecer dentro dos limites estabelecidos para a REA DELTA.

Ainda, o fato de a aeronave ter baixado até 3.700 ft durante o reposicionamento para retorno a SBJD, quando a menor altitude da REA ECHO era 4.000 ft, associado às condições de tempo presentes em SBMT, onde o SPECI das 09h16min (UTC) informava um teto de 900 ft, evidenciam que o PIC buscava manter-se abaixo das nuvens.

Considerando o último plote RADAR disponível, no qual a aeronave estava a 3.700 ft de altitude, no través leste da posição PERUS, os investigadores concluíram que o piloto tentava manter-se em condições visuais e não tinha uma boa visibilidade dos obstáculos à sua frente.

Dessa forma, tornou-se evidente que as condições meteorológicas desfavoráveis interferiram na condução do voo e tiveram participação na ocorrência deste acidente.

Nos últimos minutos, o piloto foi questionado se estava visual no setor e respondeu afirmativamente. Depois que a aeronave tomou a proa para retornar a SBJD, houve uma tentativa do APP-SP no sentido de orientar o comandante a manter o corredor, pois o controlador via o avião à direita da rota, mas não houve resposta.

A partir dos dados obtidos por meio do CVR, constatou-se que, nos últimos momentos do voo, o EGPWS emitia diversos alertas de proximidade em relação ao solo (*Caution Terrain*) e de ação evasiva para evitar colisão (*Pull Up*).

Com base nessas informações, concluiu-se que o piloto não reagiu a tais alertas, fato que revelou dificuldades para pensar e agir diante de uma condição de iminente colisão, na qual a aeronave se encontrava.

Essa atitude denotou que a capacidade para reconhecer e projetar os riscos relacionados ao prosseguimento do voo sob regras visuais, em condições marginais de teto e visibilidade à frente, estava prejudicada, resultando na redução da consciência situacional do piloto em uma provável desorientação geográfica e no fenômeno conhecido como “visão de túnel”.

É provável que o piloto tenha experimentado um rebaixamento em seu estado de atenção em relação às informações disponíveis e aos estímulos daquele contexto operacional, o que gerou, como consequência, a fixação em manter o voo sob regras visuais e a incapacidade de implementar a alternativa mais conservativa que seria subir para uma altitude segura, solicitar a mudança das regras e passar a voar por instrumentos.

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 Multimotor Terrestre (MLTE) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motores e hélices estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas não eram propícias à realização do voo sob regras visuais;
- h) o APP-SP informou o PP-BSS que as condições meteorológicas em SBMT não permitiam a operação de aeronaves de asa fixa;
- i) o PP-BSS informou que iria prosseguir e, quando estivesse mais perto, caso as condições permanecessem inalteradas, retornaria para SBJD;
- j) a aeronave se manteve abaixo das altitudes mínimas estabelecidas para o corredor visual em parte da rota;
- k) próximo da posição TRAVÉS ECHO JARAGUÁ, o piloto foi questionado se estava visual no setor e respondeu afirmativamente;
- l) o piloto foi comunicado de que as condições em SBMT permaneciam abaixo dos mínimos e foi orientado a retornar para SBJD;
- m) o APP-SP tentou contato com o PP-BSS para orientá-lo a manter o corredor, porém não obteve resposta;
- n) no último plote RADAR disponível, a aeronave estava a 3.700 ft de altitude, no través leste da posição PERUS, à direita do corredor visual;
- o) o EGPWS emitiu diversos alertas relacionados com a proximidade em relação ao solo tais como "*Caution Terrain*", "*Terrain Terrain*" e "*Pull Up*";
- p) a aeronave colidiu contra a copa de algumas árvores e, posteriormente, contra o solo;
- q) não houve evidência de mau funcionamento de sistemas ou componentes da aeronave;
- r) a aeronave ficou destruída; e
- s) o piloto sofreu lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Atenção - indeterminado.**

É provável que o piloto tenha experimentado um rebaixamento em seu estado de atenção em relação às informações disponíveis e aos estímulos daquele contexto operacional em face das condições adversas enfrentadas.

- **Atitude - contribuiu.**

Concluiu-se que não houve reação aos alertas de proximidade com o solo (*Caution Terrain*) e de ação evasiva para evitar colisão (*Pull Up*), fato que revelou dificuldades para

pensar e agir diante de uma condição de iminente colisão, na qual a aeronave se encontrava.

- **Condições meteorológicas adversas - contribuiu.**

As condições altura das nuvens e de visibilidade não permitiam a condução do voo, até SBMT, sob regras VFR.

- **Julgamento de pilotagem - contribuiu.**

A tentativa de prosseguir com o voo visual, sem as condições mínimas para tal, revelou uma inadequada avaliação, por parte do piloto, de parâmetros relacionados à operação da aeronave, mesmo estando qualificado para operá-la.

- **Percepção - contribuiu.**

A capacidade para reconhecer e projetar os riscos relacionados ao prosseguimento do voo sob regras visuais, em condições marginais de teto e visibilidade à frente, estava prejudicada, resultando na redução da consciência situacional do piloto, em uma provável desorientação geográfica e no fenômeno conhecido como “visão de túnel”.

- **Processo decisório - contribuiu.**

O comprometimento da percepção do piloto em relação aos riscos relacionados ao prosseguimento do voo em condições marginais de segurança afetou negativamente a sua capacidade para perceber, analisar, escolher alternativas e agir adequadamente em função de julgamentos inadequados e da aparente fixação em manter o voo sob regras visuais, o que também contribuiu para esta 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.

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, 27 de maio de 2022.