

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-157/CENIPA/2016

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PR-TUN
MODELO:	R44 II
DATA:	04DEZ2016



ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-TUN, modelo R44 II, ocorrido em 04DEZ2016, classificado como “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante o deslocamento entre Osasco, SP, e uma casa de eventos localizada no município de São Lourenço da Serra, SP, a aeronave colidiu contra o terreno.

A aeronave ficou destruída.

O piloto e os três passageiros faleceram no local.

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



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	6
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave.	6
1.4. Outros danos.....	6
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	6
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	6
1.5.2. Formação.....	6
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	7
1.6. Informações acerca da aeronave.....	7
1.7. Informações meteorológicas.....	7
1.8. Auxílios à navegação.....	10
1.9. Comunicações.....	10
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11. Gravadores de voo.....	10
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	10
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	10
1.13.1. Aspectos médicos.....	10
1.13.2. Informações ergonômicas.....	11
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	11
1.14. Informações acerca de fogo.....	11
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	11
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	11
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	26
1.18. Informações operacionais.....	28
1.19. Informações adicionais.....	46
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	47
2. ANÁLISE.....	47
3. CONCLUSÕES.....	52
3.1. Fatos.....	52
3.2. Fatores contribuintes.....	53
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	54
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	55

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ACFS	<i>Automatic Control Flight System</i> - Sistema de Auxílio a Pilotagem
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAE	Cabine/Assento Dianteiro Esquerdo
CATD	Cabine/Assento Traseiro Direito
CATE	Cabine/Assento Traseiro Esquerdo
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FPS	<i>Frames Per Second</i> - Quadros Por Segundo
GPS	<i>Global Positioning System</i> - Sistema de Posicionamento Global
HMNC	Habilitação de Classe Helicóptero Monomotor Convencional
IAG-USP	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de Voo por Instrumentos
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - Condições Meteorológicas de Voo por Instrumentos
IML	Instituto Médico Legal
IPEV	Instituto de Pesquisas e Ensaio de Voo
LTE	<i>Loss of Tail Rotor Effectiveness</i> – Perda de Eficiência do Rotor de Cauda
MMA	Manual do Ministério da Aeronáutica
METAR	<i>Aviation Routine Weather Report</i> – Informe Meteorológico Aeronáutico Regular
OGE	<i>Out of Ground Effect</i> – Fora do Efeito Solo.
PAX	Passageiro
PCH	Licença de Piloto Comercial – Helicóptero
PMC	Potência Máxima Contínua
PMD	Potência Máxima de Decolagem
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
REDEMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
SAS	Sistemas Aumentadores de Estabilidade
SSUB	Designativo de localidade – Heliponto de Osasco, SP
TAF	<i>Terminal Aerodrome Forecast</i> - Previsão Meteorológica de Aeródromo
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
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: R44 II Matrícula: PR-TUN Fabricante: <i>Robinson Helicopter</i>	Operador: HELICOP CHART.SERV.BRASIL TAXI AER.LT-ME
Ocorrência	Data/hora: 04DEZ2016 - 18:30 (UTC) Local: Zona de mata Lat. 23°52'07"S Long. 046°55'49"W Município - UF: São Lourenço da Serra - SP	Tipo(s): [LOC-I] Perda de controle em voo Subtipo(s): NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Heliponto de Osasco (SSUB), SP, com destino à casa de eventos Recanto Beija-Flor, localizada no município de São Lourenço da Serra, SP, por volta das 18h00min (UTC), a fim de transportar pessoal, com um piloto e três passageiros a bordo.

Com cerca de 30 minutos de voo, ocorreu perda de controle em voo e a aeronave colidiu contra o terreno.

A aeronave ficou destruída. O piloto e os três passageiros sofreram lesões fatais.

1.2. Lesões às pessoas.

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

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	Piloto
Totais	572:06
Totais, nos últimos 30 dias	17:24
Totais, nas últimas 24 horas	Desconhecido
Neste tipo de aeronave	50:06
Neste tipo, nos últimos 30 dias	17:24
Neste tipo, nas últimas 24 horas	Desconhecido

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

1.5.2. Formação.

O piloto realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na AGD *Aviation* Escola de Aviação Civil Ltda., localizada no município de São Paulo, SP, em 2011.

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

O piloto possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC), a qual incluía o modelo R44II, válida.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

O piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 12560, foi fabricada pela *Robinson Helicopter*, em 2008, e estava registrada na categoria de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo "100 horas", foi realizada em 21OUT2016 pela Organização de Manutenção *Full Copters Aviation Eireli* - EPP, em Americana, SP, estando com 44 horas e 24 minutos voados após a inspeção.

1.7. Informações meteorológicas.

Os Informes Meteorológicos Aeronáuticos Regulares (METAR) do Aeródromo de Congonhas (SBSP), São Paulo, SP, distante 21 NM do local do acidente e do Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, distante 27 NM do local do acidente, traziam as seguintes informações:

METAR SBSP 041800Z 19014KT 9999 FEW018 SCT070 25/17 Q1007=

METAR SBSP 041900Z 18016KT 9999 SCT008 BKN013 21/16 Q1007=

METAR SBMT 041800Z 28014KT CAVOK 29/12 Q1005=

METAR SBMT 041900Z 11010KT 9999 SCT035 BKN060 24/18 Q1005=

O quadrilátero nas Figuras 1 a 4 destaca a área do acidente nas imagens de radar meteorológico obtidas no site do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP) do dia 04DEZ2016, nos horários das 18h00min (UTC), 18h10min (UTC), 18h20min (UTC) e 18h30min (UTC).

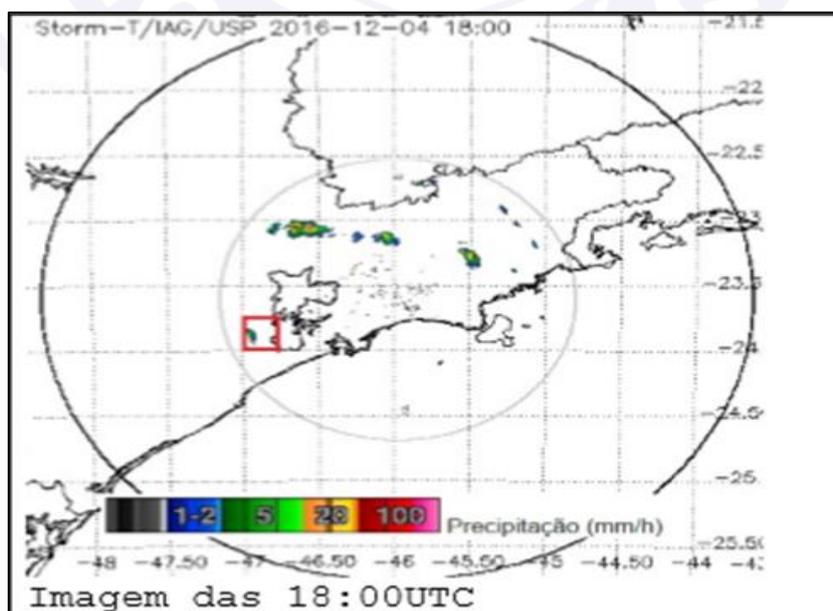


Figura 1 - Imagem do radar meteorológico das 18h00min (UTC) do IAG-USP.

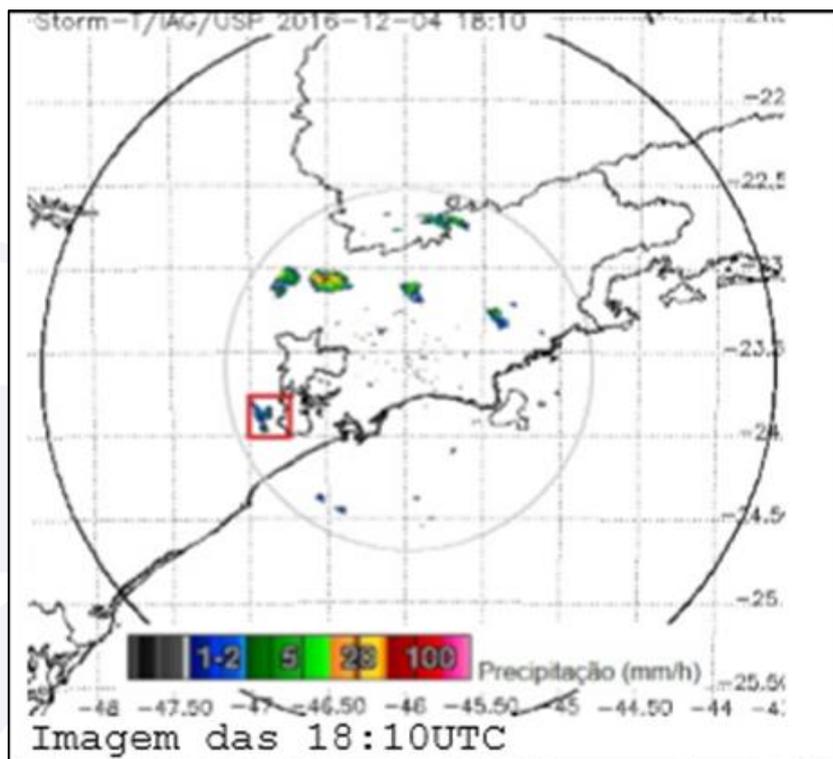


Figura 2 - Imagem do radar meteorológico das 18h10min (UTC) do IAG-USP.

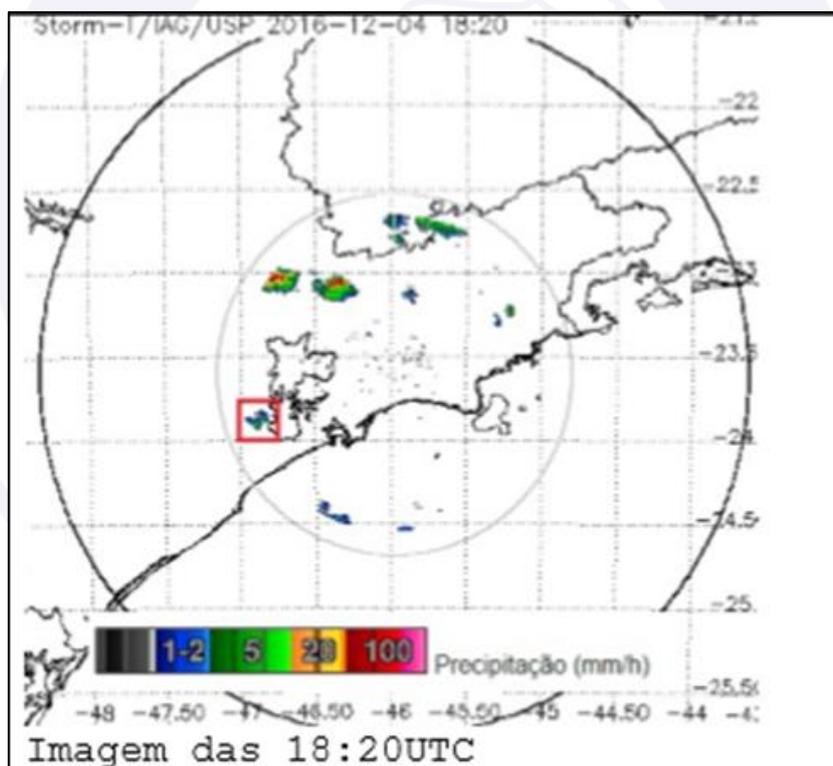


Figura 3 - Imagem do radar meteorológico das 18h20min (UTC) do IAG-USP.

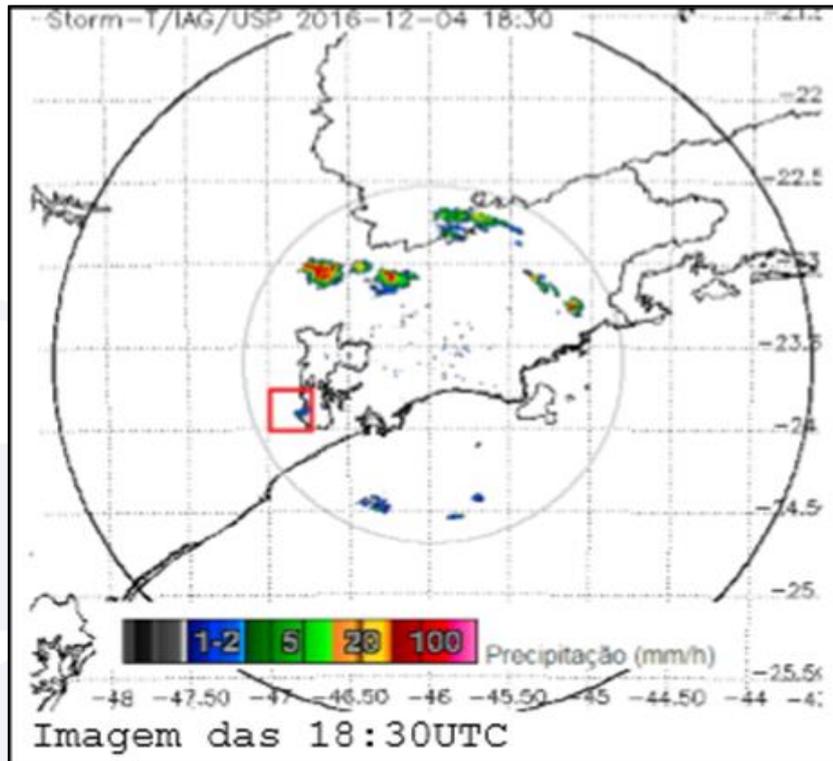


Figura 4 - Imagem do radar meteorológico das 18h30min (UTC) do IAG-USP.

Na sequência do horário, é visível a passagem de um sistema meteorológico detectado com água precipitável sobre a região, ou seja, nuvens com chuva leve a moderada.

O radar meteorológico da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) possibilita uma maior aproximação do ponto do impacto. A estrela (Figuras 5 e 6) indica o local do acidente e mostra a passagem do mesmo sistema de nebulosidade com precipitação leve a moderada sobre a região.

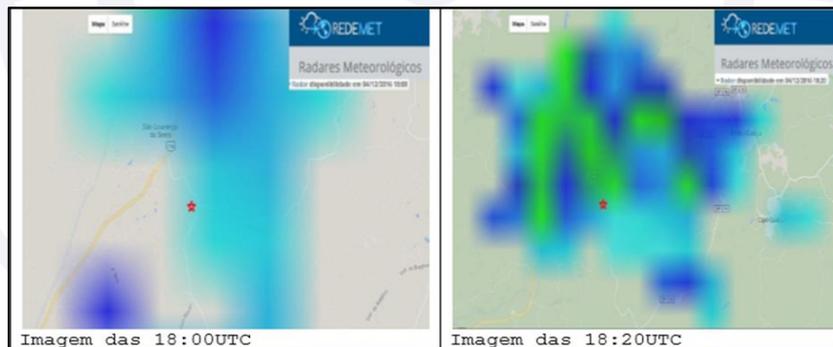


Figura 5 - Imagens radar das 18h00min (UTC) e 18h20min (UTC) da REDEMET.

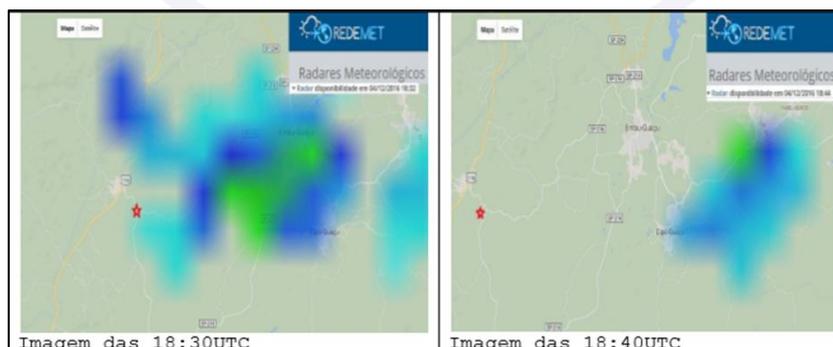


Figura 6 - Imagens radar das 18h30min (UTC) e 18h40min (UTC) da REDEMET.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Não foram registrados contatos com órgãos de controle.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

Entretanto, uma das passageiras possuía uma câmera GOPRO e conseguiu registrar praticamente todo o voo até o momento da ocorrência.

A partir das gravações foram obtidos os dados do voo de forma a reconstituir os instantes que antecederam o acidente.

Os vídeos estavam completos e íntegros. Foram gravados com resolução 1920x1440 e 23.98 FPS (*Frames per second* - Quadros por segundo).

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

O impacto ocorreu fora de aeródromo, a 2.382ft de altitude, a aproximadamente 25 NM do local de decolagem (SSUB) e 2,5 NM do local de pouso pretendido.

A aeronave colidiu contra o solo sem deslocamentos à frente ou para os lados, em uma área arborizada.

Os destroços ficaram concentrados, com poucas partes espalhadas, distribuídos em forma circular em relação ao ponto de impacto. Parte do rotor de cauda não foi encontrada.

Não houve fogo.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

De acordo com a última inspeção de saúde, realizada em 24NOV2016, o piloto apresentava-se apto para a atividade aérea.

Segundo relatos de pessoas próximas ao piloto, ele realizou um voo na madrugada do dia 04DEZ2016, entre 02h00min (local) e 03h00min (local), e entre 05h00min (local) e 05h50min (local), tendo um intervalo de aproximadamente duas horas entre esses voos. Tratava-se da cobertura de um show no sambódromo do Anhembi.

Analisando as últimas 48 horas da rotina do piloto, observou-se que estas missões não constavam no último diário de bordo da aeronave. Os últimos registros de voo antes dessas missões foram às 13h30min (local) do dia 02DEZ2016 e às 08h00min (local) do dia 04DEZ2016.

Com base nos registros finais do diário de bordo, o piloto realizou um voo entre 08h00min (local) e 08h55min (local) do dia 04DEZ2016 e, em seguida, outro voo entre 12h05min (local) e 12h30min (local), este último na condição de passageiro. Às 16h00min (local), ele realizaria o voo que resultou no acidente.

Foi analisado o Laudo Necroscópico nº 443782/2016-GDL, realizado em 05DEZ2016, às 01h04min (local) emitido pelo Instituto Médico-Legal (IML) de São Paulo. Pela análise dos achados, tanto no exame externo como no interno, concluiu-se que todas as lesões encontradas foram produzidas em decorrência de politraumatismo, devido ao impacto da queda da aeronave.

Foram realizados, também, exames toxicológicos e de dosagem alcoólica. Conforme os resultados apresentados, não foram constatados usos de agentes tóxicos e de etanol no exame toxicológico do piloto.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Na última inspeção de saúde, realizada em 24NOV2016, o piloto foi considerado apto, conforme resultado emitido pelo Hospital de Força Aérea de São Paulo, onde realizou sua avaliação.

No que tangia à sua avaliação psicológica, o piloto apresentava condições satisfatórias em relação às funções cognitivas avaliadas, não tendo sido identificada qualquer limitação que impedisse o exercício profissional na aviação.

Conforme relatado por pessoas de seu convívio, o piloto havia iniciado suas atividades com a aeronave PR-TUN por meio de uma relação informal de trabalho. Mesmo após a sua contratação efetiva, a rotina do piloto permanecia variável e a comunicação estabelecida entre ele e a empresa era informal.

Nesse sentido, por vezes uma programação ou acordo previamente estabelecido era alterado intempestivamente e, em outras situações, o piloto já havia sido acionado em horário próximo à realização do voo.

A rotina do piloto nas horas antecedentes ao acidente envolveu a realização de voos para atendimento a finalidades diversas, conforme os relatos obtidos. Não foi possível determinar o tempo de planejamento disponível para o piloto em tais circunstâncias.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

Não houve sobreviventes.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Parte da cauda da aeronave foi submetida a exames.

Foram observados danos por sobrecarga na região onde ocorreu a separação do rotor de cauda de sua fixação no cone de cauda da aeronave (Figuras 7 e 8). Não havia indícios de fadiga ou impacto no local da fratura.



Figura 7 - Parte da cauda da aeronave.



Figura 8 - Superfície de fratura com aspecto de sobrecarga.

O motor teve grandes avarias devido à colisão contra o solo. Uma das consequências foi a perda da plaqueta de identificação. Sua identificação foi realizada por meio da ficha de abertura de motor (Figura 9).

DELO: 10-540-AE145 N/S: L-33229-48E MANUTENÇÃO AERONÁUTICA LTDA - CHE 0911-33/ANAC 08 - Aeroporto da Pampulha - BH - MG	TERMO DE ABERTURA do ano de 2011, lavra-se presente "Termo de Abertura" desta Caderneta de Motor, contendo 2/2 páginas evidentemente numeradas, que servirá para a escrituração de todos os serviços manutenção, inspeção, revisão, reparo, instalação e remoção de componente, incorporação e Diretrizes de Aeronavegabilidade, de modificações e de reparos no motor abaixo identificado, instalado atualmente na aeronave de marcas <u>PR-TUN</u> marcas <u>PR-TUN</u> Fabricante <u>Lycoming</u> Modelo <u>IO540AE145</u> N/S: <u>L-33229-48E</u> S/N <u>2825</u> CSN NG <u>N/A</u> CSN NTL <u>N/A</u> Ano de Fabricação <u>2004</u> ISO <u>NBW</u> CSO NG <u>N/A</u> CSO NTL <u>N/A</u> Proprietário <u>Tuval Aeronáutica</u> Operator <u>Tuval Aeronáutica</u> Observações 16-03-2017
---	--

Figura 9 - Identificação do motor Lycoming IO-540-AE145, S/N 33229-48E.

A Figura 10 mostra os magnetos do motor. Observou-se que estavam avariados, o que impediu a realização de testes em bancada.

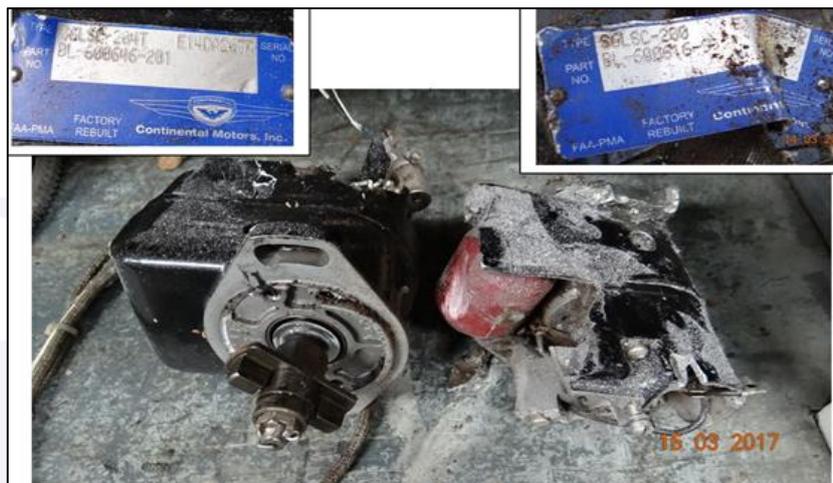


Figura 10 - Vista dos magnetos do motor com suas respectivas identificações.

Foram inspecionados o comando de válvulas, tuchos hidráulicos, sistema de lubrificação e demais componentes internos do motor. Verificou-se que as velas apresentavam evidências de operação dentro da normalidade (Figura 11).



Figura 11 - Velas de ignição com coloração normal de operação.

Os bicos injetores estavam desobstruídos (Figura 12).



Figura 12 - Vista dos bicos injetores. Em destaque a desobstrução.

A Figura 13 mostra o distribuidor de combustível e seus componentes.



Figura 13 - Vista do distribuidor desmontado. Em destaque o distribuidor montado.

A Figura 14 apresenta a servoinjetora. Esta unidade teve graves avarias como consequência do acidente e encontrava-se com terra.



Figura 14 - Vista geral da servoinjetora. Os destaques mostram a sua identificação e os danos decorrentes do acidente.

O filtro de entrada de combustível foi inspecionado (Figura 15). Ele estava limpo e sem contaminação, como pôde ser observado.



Figura 15 - Vista do filtro de combustível na entrada da servoinjetora, sem contaminantes.

As Figuras 16 a 18 apresentam a bomba de combustível. Ela foi encontrada fraturada devido ao impacto. Nos seus componentes internos, não foram encontradas anomalias que evidenciassem mau funcionamento.



Figura 16 - Vista da bomba de combustível.



Figura 17 - Vista do interior da bomba de combustível, mostrando as suas válvulas.



Figura 18 - Vista do diafragma da bomba de combustível limpo.

A Figura 19 apresenta o elemento filtrante do filtro de óleo, sem a presença de limalha. O filtro antes da sua abertura é mostrado no destaque dessa mesma figura.



Figura 19 - Elemento filtrante de óleo sem limalha. Em destaque o filtro de óleo antes da sua abertura.

A Figura 20 mostra a bomba de óleo, bem como suas engrenagens, sem danos operacionais. No instante em que ocorreu o acidente, o motor da aeronave teve o seu cárter e o seu filtro de óleo primário arrancados. Eles não foram localizados para serem analisados.



Figura 20 - Engrenagens e carcaça da bomba de óleo do motor sem riscos.

A Figura 21 mostra uma vista das engrenagens de sincronismo do motor. Observa-se que o rolamento da engrenagem de acionamento do magneto direito encontrava-se desalinhado. O impacto que o magneto sofreu no instante da colisão contra o solo provocou esse desalinhamento.

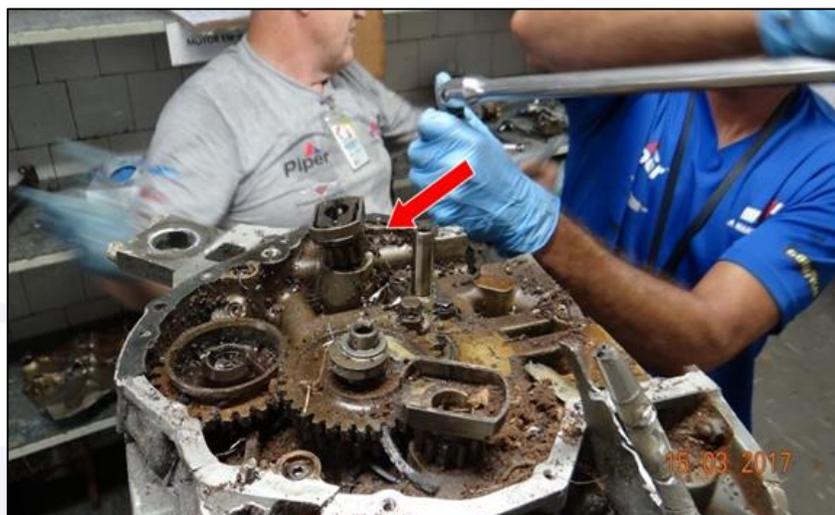


Figura 21 - Engrenagens da caixa de acessórios. A seta indica o desalinhamento da engrenagem de acionamento do magneto direito.

A Figura 22 mostra o detalhe do desalinhamento com o rolamento ainda montado.



Figura 22 - Desalinhamento no rolamento da engrenagem de acionamento do magneto direito.

A engrenagem intermediária, que aciona o magneto esquerdo e o comando de válvulas, apresentava um dente fraturado. O desalinhamento provocado pelo impacto promoveu o desacoplamento dos “dentes” e permitiu o contato de modo incorreto entre eles.

Isto ocasionou a fratura do “dente” dessa engrenagem intermediária por sobrecarga e as marcas de contato observadas nas cristas dos dentes vizinhos (Figura 23). Tal evidência corrobora que no momento do impacto o magneto estava girando, pois mais de um “dente” da engrenagem foi afetado.



Figura 23 - Vista da fratura do dente da engrenagem de sincronismo de acionamento do magneto esquerdo e do comando de válvulas.

As Figuras 24 e 25 mostram o interior dos cilindros do motor. Neles não foram encontrados riscos, evidência de detonação ou sinais de superaquecimento que pudessem indicar mau funcionamento do motor.



Figura 24 - Vista dos cilindros 1, 2 e 3, sem danos operacionais.



Figura 25 - Vista dos cilindros 4, 5 e 6, sem danos operacionais.

O mesmo procedimento de análise foi adotado para inspecionar os pistões (Figuras 26 e 27). Não foi encontrada qualquer anomalia.



Figura 26 - Vista dos pistões 1, 2 e 3, com coloração normal de trabalho.



Figura 27 - Vista dos pistões 4, 5 e 6, com coloração normal de trabalho.

A Figura 28 apresenta uma vista do eixo de comando de válvulas do motor, o qual também estava íntegro.



Figura 28 - Vista geral do eixo de comando de válvulas do motor.

A Figura 29 apresenta os contrapesos dinâmicos da árvore de manivelas. Estavam normais e com os pinos montados corretamente.



Figura 29 - Destaque para identificação do contrapeso da árvore de manivelas.

A árvore de manivelas do motor é mostrada na Figura 30. Todas as bielas (Figura 31) foram movimentadas antes da desmontagem e não se observou emperramento ou indício de falta de lubrificação, os quais poderiam comprometer o funcionamento do motor.

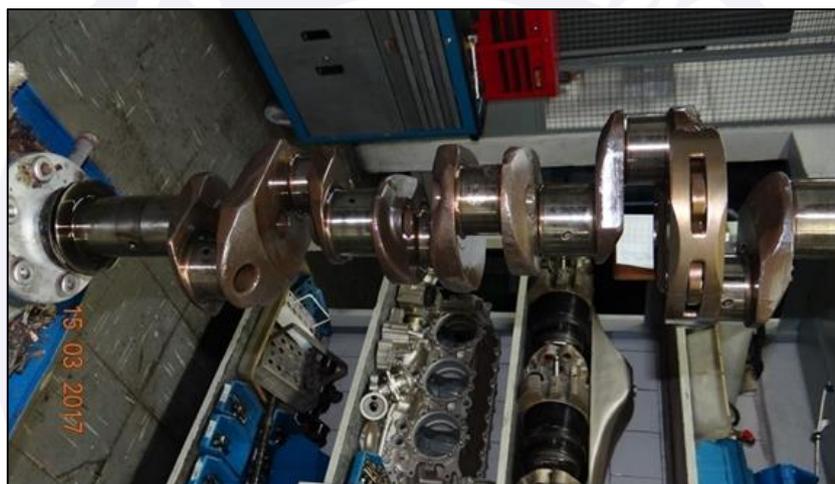


Figura 30 - Árvore de manivelas do motor em bom estado.



Figura 31 - Vista das bielas em bom estado

As semicarcaças do motor (Figuras 32 e 33) estavam normais. Não foram encontrados indícios de danos por impacto ou problemas nos mancais e tuchos. As bronzinas do mancal dianteiro do motor estavam normais e não exibiam evidências de desgaste anormal ou de falta de lubrificação.



Figura 32 - Vista da semicarcaça direita do motor e das bronzinas em bom estado.

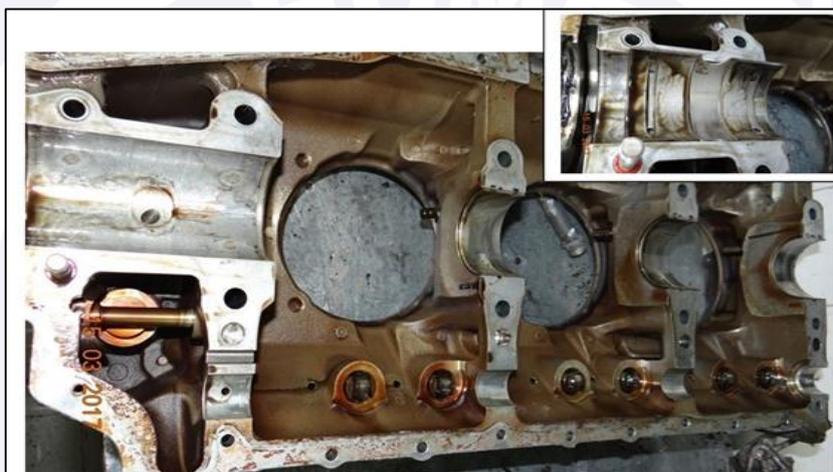


Figura 33 - Vista da semicarcaça esquerda do motor e das bronzinas em bom estado.

Na Figura 34 observamos o indicador de temperatura local (*Telatemp heat indicator*) que acusou temperatura elevada na bomba hidráulica. Destarte foi procedida a desmontagem da caixa de transmissão.

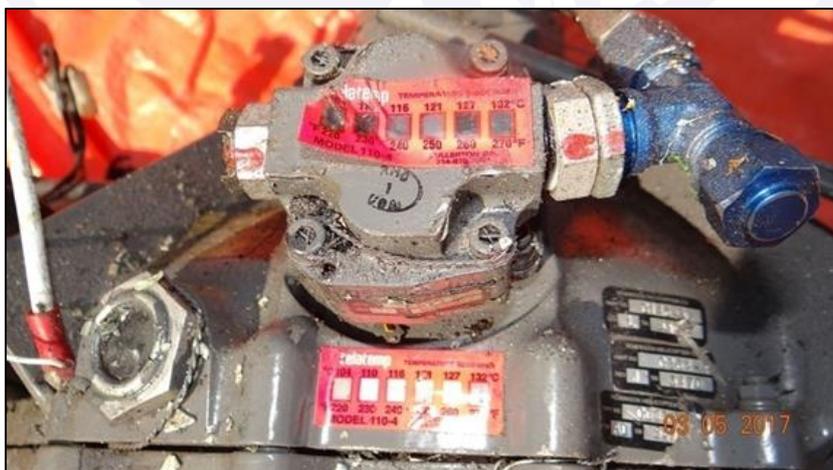


Figura 34 - Indicador de temperatura (*telatemp*) evidenciando aumento de temperatura na bomba hidráulica.

As Figuras 35 e 36 mostram o conjunto de transmissão do rotor principal, após a abertura da carenagem. Observou-se uma fratura do cárter da caixa de transmissão devido à colisão contra o solo.



Figura 35 - Vista geral do conjunto de transmissão após a abertura da carenagem.



Figura 36 - Vista da fratura do cárter da caixa de transmissão.

A Figura 37 apresenta uma vista da bomba hidráulica, componente que apresentou indicação de aumento de temperatura (fita *telatemp*).



Figura 37 - Bomba hidráulica da caixa de transmissão principal.

O interior da caixa de transmissão e seus componentes (cremalheira, pinhão, engrenagem da bomba hidráulica, alojamento da bomba e rolamentos) não apresentavam riscos e sinais de superaquecimento provocados por falta de lubrificação (Figuras 38 a 46). Não foram encontradas evidências de falha que comprometessem o seu funcionamento.



Figura 38 - Alojamento da bomba hidráulica na caixa de transmissão.



Figura 39 - Vista inferior da cremalheira e do rolamento da caixa de transmissão.



Figura 40 - Pista externa do rolamento inferior da caixa de transmissão, sem danos.



Figura 41 - Vista geral da cremalheira, do rolamento superior e do pinhão da caixa de transmissão.



Figura 42 - Cremalheira da caixa de transmissão principal.



Figura 43 - Cremalheira e rolamento superior da caixa de transmissão principal.



Figura 44 - Vista do pinhão da caixa de transmissão.



Figura 45 - Pista externa do rolamento superior da caixa de transmissão.



Figura 46 - Engrenagem de acionamento da bomba hidráulica da caixa de transmissão.

A imagem da câmera que estava a bordo da aeronave permitiu observar a luz de baixa rotação do rotor principal acesa (Figura 47) e, no destaque superior, a indicação de que o motor estava com potência.

O destaque inferior (Figura 47) mostra um instrumento similar ao do painel da aeronave. Foi incluído para que o leitor pudesse, de forma nítida, observar as informações

fornecidas por esse instrumento, ou seja, as rotações do motor e do rotor principal em porcentagem.



Figura 47 - Luz de indicação de baixa RPM do rotor principal. No destaque inferior um indicador similar ao da aeronave. No destaque superior indicação de que o motor estava com potência.

O motor da aeronave apresentava danos severos decorrentes da colisão contra o solo. No momento da análise, o motor encontrava-se sem o cárter seco, cárter de óleo e filtro de óleo primário. Devido ao impacto, os magnetos se encontravam fraturados, o que impossibilitou a análise e o teste funcional.

Durante a desmontagem do motor, não foi encontrada evidência que pudesse indicar mau funcionamento ou falha.

No início da inspeção do motor foi verificada a assinatura de alta temperatura na fita *Telatemp* da bomba hidráulica da aeronave. Esta observação foi determinante para que fosse procedida a desmontagem da caixa de transmissão.

Durante o processo de desmontagem foram observadas as condições da cremalheira, do pinhão, das engrenagens de acionamento da bomba hidráulica, dos rolamentos e da lubrificação de todo o sistema da caixa de transmissão.

Não foi observada qualquer anormalidade. Dessa forma, tem-se que a indicação de excesso de temperatura observada no *Telatemp* foi, provavelmente, fruto de calor irradiado pelo motor após o acidente.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

A aeronave PR-TUN operada pela Helicop. Chart. Serv. Brasil Taxi Aer. Ltda., era registrada para realização de serviços aéreos privados (TPP).

Havia indícios de que o voo realizado poderia ser classificado como transporte público não regular (TPX), sendo que a aeronave não era homologada para esse tipo de transporte.

O piloto iniciou sua atuação na empresa como *freelancer*. Anteriormente a esse trabalho, havia atuado como instrutor na escola de aviação civil na qual se formou, por aproximadamente três anos, sem vínculo empregatício ou salário fixo.

Em 2016, segundo familiares, começou a trabalhar como *freelancer* para o operador da aeronave PR-TUN e, em outubro de 2016, recebeu o convite para formalizar seu vínculo em carteira de trabalho. A Comissão de Investigação não teve acesso a tais documentos.

Não havia uma rotina fixa de trabalho. Os acionamentos ocorriam de modo informal. Não havia uma agenda preestabelecida e os voos eram realizados sob demanda.

Conforme o relato de familiares, eram comuns acionamentos para atender eventos, como transporte de noivas para o casamento. O piloto, inclusive, participava de feiras de noivas para promover esse tipo de trabalho.

Além desse vínculo profissional, também foi reportado que, ocasionalmente, o piloto realizava voos para outra empresa, com a finalidade de realizar serviço de rastreamento de cargas.

Esta outra empresa, no mês de outubro de 2016, chegou a fazer proposta de contratação com carteira assinada. Segundo relato de pessoas de seu convívio, o piloto estava avaliando a possibilidade de acumular os dois trabalhos.

No que tange à formação profissional, verificou-se que o piloto realizou 107,8 horas totais de formação, divididas em três fases de diferentes complexidades de aprendizado, sendo 16,5 horas na primeira fase, 60,5 horas na segunda fase e 20,4 horas na terceira fase. Após, realizou mais 10,4 horas para instrutor.

No período de julho de 2011 a agosto de 2013, o piloto realizou o estágio prático operacional e, de acordo com as fichas de avaliação da escola de formação, foram identificados alguns aspectos relevantes que influenciaram toda sua formação.

Em relação à organização das fichas de avaliação prática de voo, observou-se falta de padrão em seus preenchimentos. Em algumas fichas os conceitos não foram atribuídos e não seguiram uma continuidade clara e coerente, em que fosse possível visualizar uma progressão de aprendizado do aluno.

Algumas fichas apresentaram conceitos medianos em algumas manobras, porém nas observações o instrutor colocava o comentário “ótimo voo”, sem explicar o que foi considerado ótimo, tampouco o motivo do conceito mediano.

De acordo com o Regimento Interno da escola, Art. 36:

“... os instrutores deverão executar, em todas as aulas de instrução prática, sem exceção, os procedimentos descritos: letra d Fichas de avaliação dos voos anteriores do Aluno (pelo menos as últimas duas fichas)”.

Entretanto, foi observado em muitas fichas de avaliação de instrução que, algumas manobras de habilidades básicas, as quais necessariamente deveriam ser avaliadas, não foram levadas em consideração, pois não havia menção ao grau.

Com relação às mudanças de fases nas instruções, foi observado que o aluno realizou instrução da fase 2 e depois voltou para a fase 1, bem como realizou o cheque da fase 1 depois de já ter executado algumas instruções na fase 2.

O instruendo obteve notas baixas no cheque da fase 1 e continuou realizando as instruções na fase 2, efetuando manobras mais complexas do que aquelas para as quais parecia não ter absorvido adequadamente os conhecimentos/habilidades.

Analisando-se as fichas de voo, foram observadas dificuldades em manobras básicas, fraseologia, aproximação e coordenação em fases avançadas do curso, as quais já deveriam estar sanadas. O aluno realizou a instrução, aparentemente, sem ênfase nesses aspectos. Foi observado, ainda, carência de situações de emergência e segurança de voo.

Nas fichas de avaliação havia poucas menções de instrução sobre condições meteorológicas adversas (uma na fase 2 e duas na fase 3).

1.18. Informações operacionais.

O peso de decolagem foi estimado em 1.084kg (2.390lb). A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante.

De acordo com o relatório meteorológico, a temperatura no local foi estimada em 20°C e a altitude de pressão aproximada, de, no máximo 3.600ft às 18h30min05s (UTC) com ajuste 1.005hPa.

Para os fins deste relatório, a diferença para o ajuste padrão - 1.013hPa - correspondente a aproximadamente 200ft a menos que não teria influência relevante no resultado final).

O desempenho no voo pairado fora do efeito solo representa a condição mais crítica quanto à potência requerida dentro do envelope aprovado para o modelo da aeronave acidentada.

Os valores acima foram utilizados no gráfico de potência de decolagem da aeronave e o seguinte resultado foi demonstrado na Figura 48.

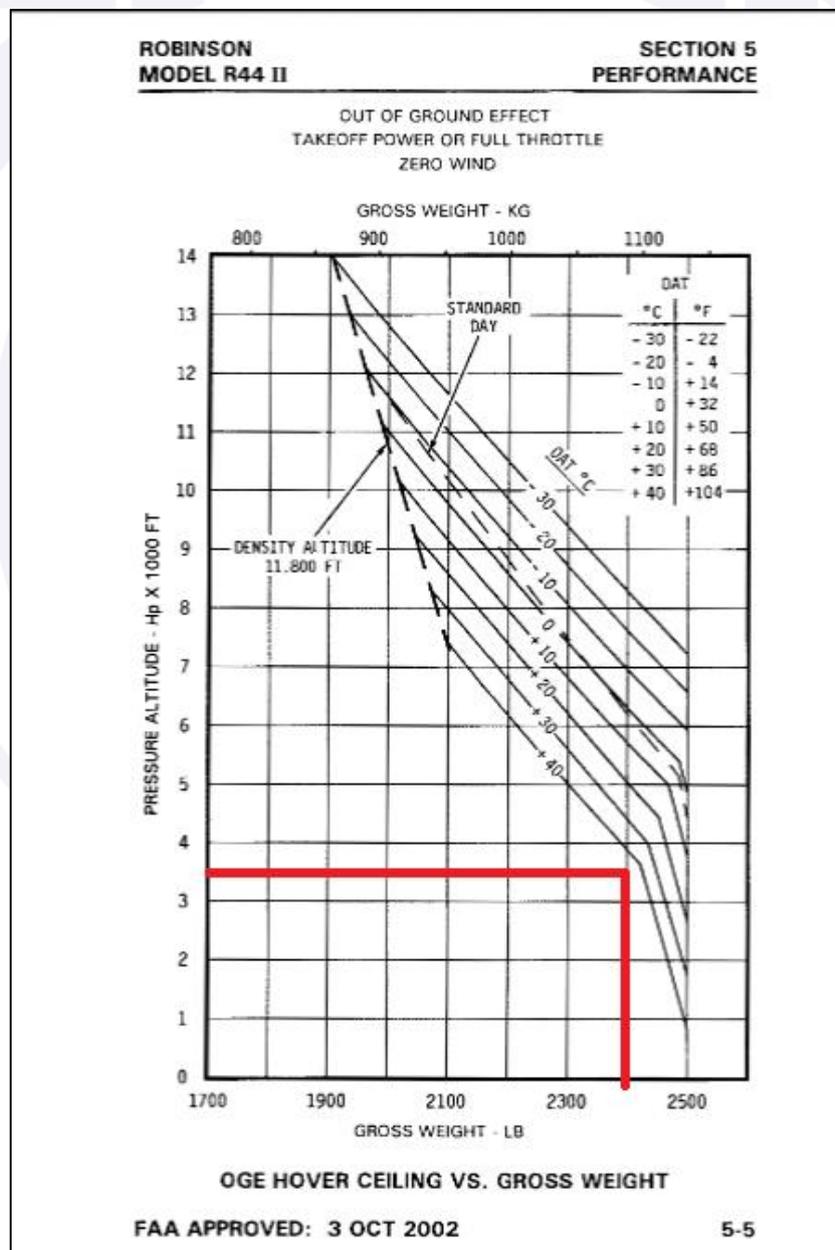


Figura 48 - Desempenho para Pairado Fora do Efeito Solo (*Out of Ground Effect - OGE*).

Com base nos vídeos gravados, foram observados os seguintes eventos:

Às 18h01min40s (UTC) - Motor acionado e início da aceleração do rotor.

Todos os ocupantes estavam com os respectivos cintos de segurança afivelados. Havia um auxiliar de pista observando a área externa. O céu encontrava-se com nuvens esparsas e o piloto utilizava óculos escuros (Figura 49).

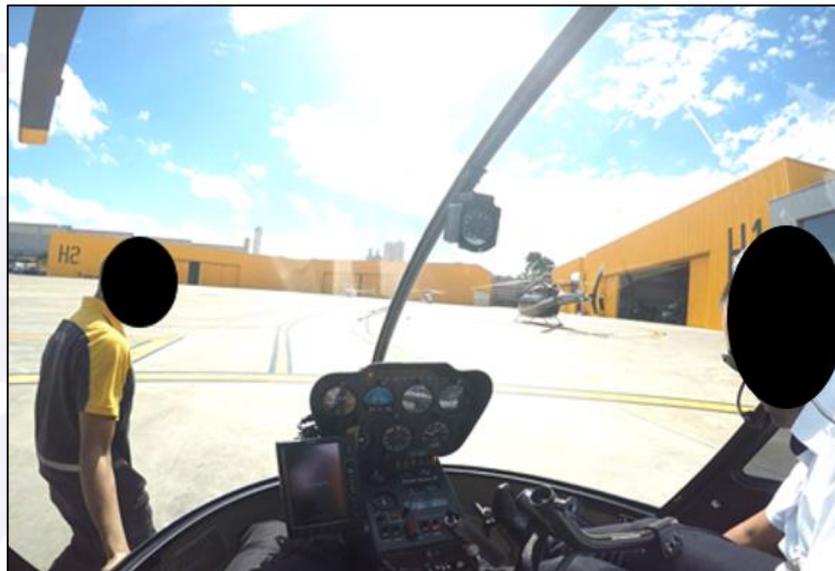


Figura 49 - Momento do acionamento da aeronave, o céu encontrava-se com nuvens esparsas.

Às 18h02min56s (UTC) a aeronave estava pronta para decolar.

Às 18h06min57s (UTC) a aeronave sobrevoou o pedágio Castelo Branco-Osasco, distante 2,5 NM do Heliponto SSUB. O helicóptero mantinha proa 260°, altitude 3.030ft, velocidade 97kt, *Manifold Pressure* 21,5inHg, *Rotor Tachometer* 100%, *Engine Tachometer* 101%, demonstrando estar dentro dos limites aprovados de operação (Figura 50).



Figura 50 - 18h06min57s(UTC), sobrevoou do pedágio Castelo Branco-Osasco.

Às 18h12min17s (UTC) a aeronave sobrevoou a interligação do Rodoanel Governador Mário Covas com a Rodovia Régis Bittencourt (na cidade de Embu), distante 10,5 NM do

Heliponto SSUB. O piloto segue o traçado da rodovia Régis Bittencourt (BR-116). O céu permanecia com nuvens esparsas e a operação da aeronave era normal.

Às 18h16min00s (UTC) a aeronave sobrevoou um trecho entre Itapecerica da Serra e São Lourenço da Serra, sobre a BR-116. Neste ponto começam a ocorrer mudanças na meteorologia e o céu encontrava-se encoberto. Não há como precisar a altura da camada de nuvens. As condições de voo eram visuais (*Visual Meteorological Conditions - VMC*) (Figura 51).



Figura 51 - 18h16min00s (UTC), céu encoberto.

Às 18h17min51s (UTC) a aeronave sobrevoava o bairro Jardim Los Angeles, em Itapecerica da Serra, onde observou-se a primeira evidência de neblina e nuvens baixas. O céu estava encoberto.

Todos os instrumentos estavam dentro dos limites operacionais. A Altitude era de 2.980ft, a velocidade de 100kt, o *Manifold Pressure* de 20inHg, o *Rotor Tachometer* estava em 100%, o *Engine Tachometer* em 101% e as condições permaneciam visuais para voo de helicóptero.

Às 18h18min37s (UTC) a aeronave sobrevoava uma rede de alta tensão que passava sobre a BR-116, na altura da ponte com o rio São Lourenço, distante 21,5 NM de SSUB, em São Lourenço da Serra. Observou-se a presença de chuva leve. A aeronave estava dentro dos limites normais de operação, o piloto permaneceu usando óculos escuros e as condições ainda eram VMC (Figura 52).



Figura 52 - 18h18min37s (UTC), sobrevoo de uma rede de alta tensão que passava sobre a BR-116, na altura da ponte com o rio São Lourenço.

Às 18h20min14s (UTC) a aeronave sobrevoava a BR-116, na altura do km 80, bairro Despezio, em São Lourenço da Serra. Observou-se presença de chuva leve, porém, ainda em condições VMC.

Às 18h21min30s (UTC) a aeronave sobrevoava o través da cidade de São Lourenço da Serra (galpão no centro da cidade), ainda na vertical da BR-116. O piloto retirou os óculos escuros (evidência de que as condições de visibilidade começaram a degradar). As condições permaneciam VMC (Figura 53).



Figura 53 - 18h21min30s (UTC), seta indica o galpão no centro da cidade e o piloto está sem óculos escuros.

Às 18h21min57s (UTC) não foi possível identificar a posição exata da aeronave, que estava com 95kt de velocidade e havia percorrido, desde a última posição 1.350m. A passageira (PAX) que ocupava a cabine/assento dianteiro esquerdo (CAE) estabeleceu o seguinte diálogo com o piloto:

PAX CAE: "Você está indo pelo GPS?"

Piloto: "Hein?"

PAX CAE: "Você está indo pelo GPS ou sabe onde é o sítio?"

Piloto: "..." [inaudível]

PAX CAE: "Já foi lá?"

Piloto: "Hein?"

PAX CAE: "Você já foi lá?"

Piloto: "Já!"

Piloto: "..." [inaudível]

As transcrições foram realizadas pelo Instituto de Pesquisas e Ensaios de Voo (IPEV), por meio dos áudios capturados pela câmera de uma das passageiras.

Às 18h22min23s (UTC), a aeronave estava com 97kt de velocidade e havia percorrido no máximo 2.700m após o través do galpão de São Lourenço da Serra, porém, não foi possível identificar a sua posição exata. As condições eram VMC. O piloto começou a procurar o local do pouso e fez menção a uma alta-tensão.

Na região havia uma grande rede de transmissão que deveria ser ultrapassada para pouso no local de destino. A partir do través do galpão da cidade de São Lourenço da Serra, a alta-tensão que deveria ser transposta distava, aproximadamente, 5,3km (Figura 54).

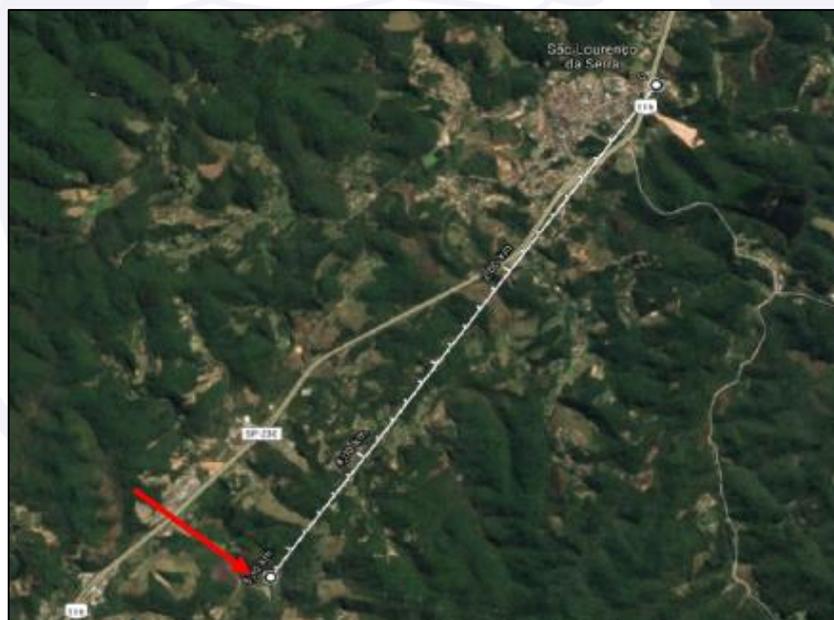


Figura 54 - Distância entre o galpão e o local de pouso, marcado pela seta.

Às 18h23min02s (UTC), o helicóptero estava com 95kt de velocidade e havia percorrido no máximo 4.500m após o través do galpão de São Lourenço da Serra, porém, não foi possível definir a sua posição exata. O piloto iniciou uma curva de 180°, procurando o local de pouso. Foi possível ouvir o seguinte diálogo:

Piloto: "Ali eu acho que é a ponte...[inaudível]"

PAX CATE (Cabine/Assento traseiro esquerdo): "Tem uma casa aí."

...[Inaudível]...

Piloto: "Ponte? Ficou pra trás."

...[Inaudível]...

PAX CAE: "A gente tava indo aqui."

...[Inaudível]...

Piloto: "Vou voltar aqui...está bem próximo, vai ficar aqui à direita...[Inaudível]"

Piloto: "A senhora lembra um ponto de referência?"

...[Inaudível]...

PAX CATE: "Dois postos Shell, um posto Ipiranga de um lado, dois postos Shell do outro...[Inaudível]."

A aeronave retornou para São Lourenço da Serra em condições VMC.

Às 18h25min00s, (UTC) a aeronave fez uma curva sobre a cidade de São Lourenço da Serra a 2.700ft, em condições VMC. Foi possível ouvir o seguinte diálogo:

Piloto: "Não é aqui atrás não?"

PAX CATE (Cabine/Assento Traseiro Esquerdo): "Não."

Piloto: "A gente não passou a alta-tensão?"

PAX CATE: "Não."

...[Inaudível]...

PAX CAE: "Passou por uma alta-tensão, não sei quantos fios."

...[Inaudível]...

PAX CATD (Cabine/Assento Traseiro Direito): "Pedágio, tem o Pedágio."

Às 18h25min59s (UTC), a aeronave sobrevoava a região sul de São Lourenço da Serra. O piloto fez uma curva para a esquerda e começou a voar entre as nuvens, com baixa visibilidade e em condições meteorológicas de voo por instrumentos (*Instrument Meteorological Conditions - IMC*), porém, foi possível observar que ele ainda possuía contato visual com o solo (Figura 55).



Figura 55 - 18h25min59s (UTC), voo com baixa visibilidade e em condições IMC.

Às 18h26min13s (UTC), as condições meteorológicas se deterioraram. Não havia contato visual com o solo e a visibilidade à frente era nula. As condições de voo eram IMC e não foi possível definir a posição exata da aeronave.

A aeronave curvou à esquerda com 25° de inclinação, 5° cabrados, 52kt de velocidade indicada, estava passando por 2.940ft, com razão de subida de 800ft/min. O *Manifold Pressure* era 21,5inHg, o *Rotor Tachometer* era 100% e o *Engine Tachometer* estava em 101% (Figura 56).



Figura 56 - 18h26min13s (UTC), não havia contato visual com o solo e a visibilidade à frente era nula.

Às 18h26min33s (UTC), o helicóptero permaneceu em condições IMC. O piloto começou a buscar referências no painel de instrumentos, pois não havia referências externas. Não foi possível identificar em que posição a aeronave estava.

Às 18h26min55s (UTC), o contato visual com o solo foi reestabelecido (a seta indica a visualização de uma construção e de vegetação), porém as condições permaneciam IMC. O piloto continuava procurando o local de destino (Recanto Beija-Flor). A velocidade indicada era de 60Kt, estava com 2.860ft de altitude, o *Manifold Pressure* era 16inHg, o *Rotor Tachometer* estava em 100% e o *Engine Tachometer* em 101%. Também não foi possível identificar a posição da aeronave. (Figura 57).



Figura 57 - 18h26min55s (UTC), contato visual com o solo reestabelecido (a seta indica a visualização de uma construção e de vegetação).

A imagem gravada às 18h27min32s (UTC) mostra que o piloto parecia estar com o olhar fixo apenas no equipamento GPS da aeronave (Figura 58), porém as informações de

indicação de atitude do GPS e do instrumento original da aeronave eram conflitantes, conforme mostrado na Figura 59.



Figura 58 - Olhar fixo, aparentemente, no GPS às 18h27min32s (UTC).



Figura 59 - 18h29min40s (UTC), indicador de atitude da aeronave e do GPS com indicações diferentes

Às 18h27min47s (UTC), o piloto visualizou uma rede de alta tensão à frente e foi identificado um som metálico, provavelmente uma mensagem de alerta proveniente do equipamento GPS instalado na aeronave. Continua não sendo possível identificar a posição exata da aeronave.

O piloto iniciou uma curva com 30° de inclinação para a esquerda. A potência foi aumentada para 21inHg, a velocidade foi diminuída para 35Kt e a razão de subida atingiu 400ft/min. As condições permaneciam IMC, porém havia contato visual com o terreno (Figura 60). O seguinte diálogo foi estabelecido entre o passageiro e piloto:

PAX CATE: "Tem uma alta-tensão aí em baixo."

Piloto: "Isso."



Figura 60 - 18h27min47s (UTC), condições de voo IMC (seta indica a alta tensão).

Às 18h28min37s (UTC), as condições eram IMC e sem referências com o solo. Não foi possível identificar a posição exata da aeronave.

Às 18h28min58s (UTC), as condições permaneciam IMC e a visibilidade era zero, o piloto olhava constantemente para o painel de instrumentos (não havia referências externas). A aeronave estava com 90kt de velocidade indicada, passando por 3.500ft de altitude com razão de subida de 800ft/min. O *Manifold Pressure* estava em 25,5inHg, o *Rotor Tachometer* em 100% e o *Engine Tachometer* em 101% (Figura 61).



Figura 61 - 18h28min58s (UTC), a visibilidade era zero.

Às 18h30min05s (UTC), as condições permaneciam IMC, sem referências com o solo, a velocidade indicada era de 0kt, altitude de 3.500ft, o *Manifold Pressure* estava em 24inHg, o *Rotor Tachometer* em 100% e o *Engine Tachometer* em 101%. Não foi possível identificar a posição exata da aeronave.

O piloto aumentou os movimentos do cíclico. A aeronave inclinou para a direita, depois para a esquerda e reverteu novamente para a direita. Ocorreram variações no ângulo de arfagem de +30° a -10° e em torno de 45° de rolamento para cada lado (Figura 62).



Figura 62 - 18h30min05s (UTC), altos ângulos de arfagem e rolamento.

Às 18h30min13s (UTC), a aeronave encontrava-se nas imediações do local em que foram encontrados os destroços. O helicóptero caiu praticamente na vertical, sem deslocamentos laterais ou à frente. As condições eram IMC. Houve o acendimento da luz *LOW RPM* (baixa rotação do rotor principal). Não havia qualquer referência externa.

O acendimento da luz de baixa rotação do rotor (*LOW RPM*) ocorre quando a rotação do rotor principal atinge 97% ou menos, de acordo com o *Robinson Helicopter Company, Pilot's Operating Handbook* (página 7-25).

Concomitantemente ao acendimento da luz, ocorreu o acionamento do alarme sonoro (buzina).

Vários são os fatores que levam ao decréscimo de rotação para valores abaixo dos limites de segurança estabelecidos pelo fabricante.

De maneira geral, sempre que a potência necessária para manter o voo for maior que a potência disponível, haverá, em um primeiro momento, o afundamento da aeronave. Caso o piloto contrarie a descida com a utilização do coletivo (aumento do passo coletivo), haverá a redução da rotação do rotor principal (NR). Para que a NR seja mantida constante, deve-se reduzir o coletivo ou aumentar a potência fornecida pelo motor.

No manual de voo da aeronave, a falha de potência é descrita como uma pane causada pela falha do motor ou da transmissão (Figura 63).

POWER FAILURE – GENERAL

A power failure may be caused by either an engine or drive system failure and will usually be indicated by the low RPM horn. An engine failure may be indicated by a change in noise level, nose left yaw, an oil pressure light, or decreasing engine RPM. A drive system failure may be indicated by an unusual noise or vibration, nose right or left yaw, or decreasing rotor RPM while engine RPM is increasing.

In case of power failure, immediately lower collective to enter autorotation and reduce airspeed to power-off V_{ne} or below.

Figura 63 - Falha de potência.

No caso da falha do motor os sinais são: mudança do ruído, guinada à esquerda, acendimento da luz *OIL PRESSURE* e queda da RPM do motor.

Já a falha da transmissão seria indicada por ruído e vibração incomuns, nariz para a direita ou esquerda, diminuição da rotação do rotor principal (NR) com aumento da RPM do motor. Na Figura 64 verificou-se que as rotações do motor (*Engine RPM*) e do rotor (NR) estavam sincronizadas.



Figura 64 - 18h30min13s (UTC), rotações do motor (*Engine RPM*) e do rotor (NR) sincronizadas.

A *Manifold Pressure* indicava 24inHg, ou seja, o limite de Potência Máxima de Decolagem (PMD). De acordo com a pag. 2-9, do manual da aeronave, a Potência Máxima Contínua (PMC) é de 21.8inHg.

O indicador de atitude (horizonte artificial) apresentava uma inclinação para a direita entre 45° e 50°, e a aeronave subia com 400ft/min.

A aeronave entrou em atitude anormal, com velocidade indicada de 0kt, curva de 50° de inclinação para a direita, o *Manifold Pressure* estava em 24inHg, o *Rotor Tachometer* em 94% e o *Engine Tachometer* em 96% (Figura 65).



Figura 65 - 18h30min13s (UTC), aeronave em curva de 50° de inclinação para a direita.

Às 18h30min15s (UTC) a aeronave estava descontrolada. A luz *LOW RPM* continuava acesa. A aeronave estava com velocidade indicada de 54kt, em curva de 75° de inclinação para a direita e com 25° de atitude picada. A altitude passava por 3.560ft, o *Manifold Pressure* estava em 25inHg, o *Rotor Tachometer* em 92% e o *Engine Tachometer* em 94% (Figura 66).



Figura 66 - 18h30min15s (UTC), aeronave com curva de 75° de inclinação para a direita e com 25° de atitude picada.

Às 18h30min18s (UTC), a aeronave permanecia descontrolada. O corpo do piloto se projetou para a esquerda, na direção da passageira. A câmera filmadora caiu e as imagens ficaram borradas pela velocidade dos eventos. A buzina de baixa RPM do rotor principal continuava soando.

Até este momento, o motor se manteve em funcionamento normal (Figura 67).



Figura 67 - 18h30min18s (UTC), indicação de que o motor ainda estava em funcionamento.

Há indícios de que o helicóptero tenha atingido 140° de inclinação e 30° picados, já com elevada razão de descida (Figura 68).



Figura 68 - Aeronave sem controle às 18h30min19s (UTC).

Nesse momento ocorreu o acendimento das luzes de alarme *OIL PRESSURE* e *AUX FUEL PUMP* (Figura 69).

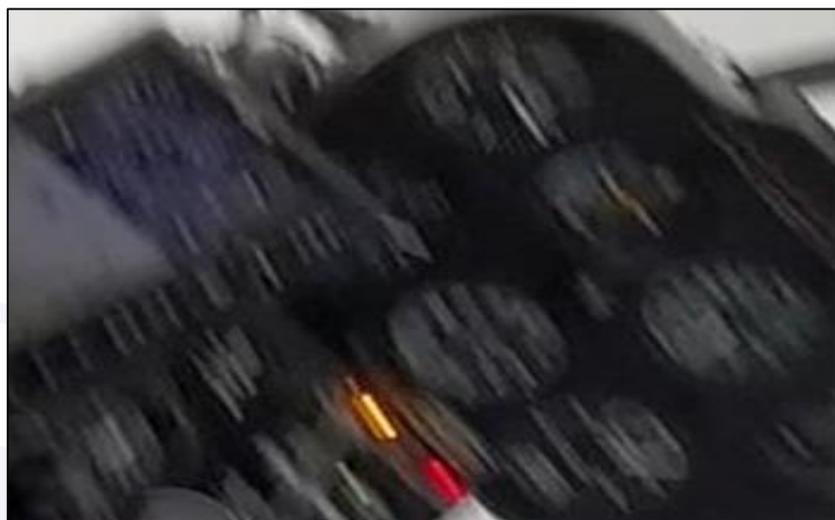


Figura 69 - Luzes de alarme acesas às 18h30min19s (UTC).

Após a perda de controle, o rotor principal atingiu a parte dianteira da fuselagem. Houve perda de vários componentes e grandes danos na estrutura com o helicóptero ainda no ar (Figura 70).

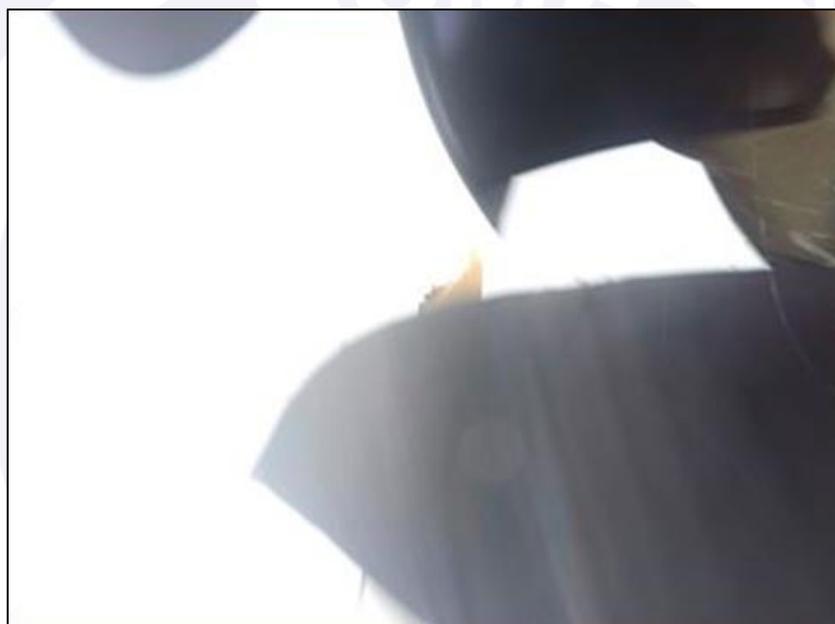


Figura 70 -Montante da porta esquerda quebrado às 18h30min22s (UTC).

A câmera foi lançada ao ar e registrou a imagem (ainda que borrada) da aeronave danificada no ar (Figura 71). No destaque, pôde-se ver o detalhe da pintura externa (três faixas douradas).

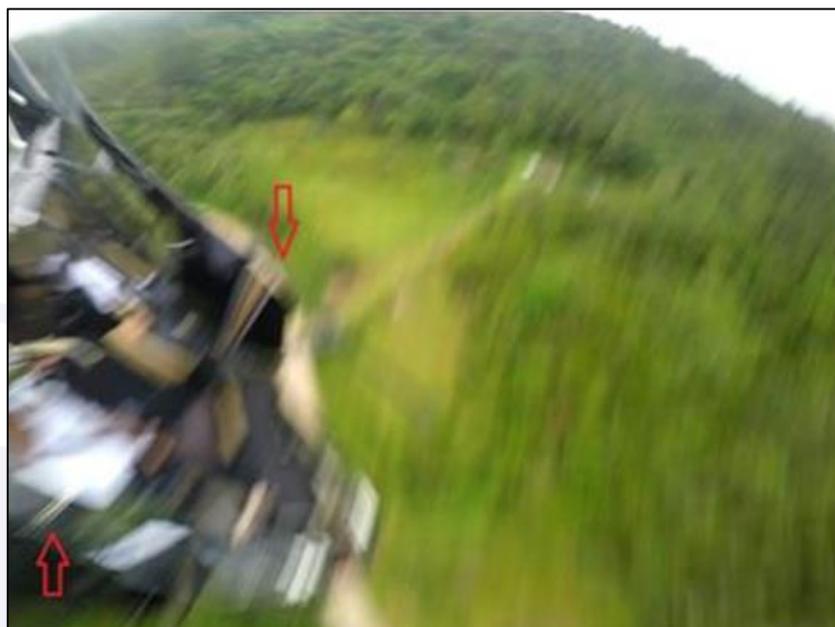


Figura 71 - visualização de partes externas da aeronave ainda no ar às 18h30min22s (UTC).

Às 18h30min23s (UTC), a câmera filmadora toca o solo. É possível ouvir sons de peças caindo. A câmera permanece ligada por mais 12 minutos, quando foi possível ouvir populares que chegaram ao local do acidente.

Como metodologia de investigação, as imagens foram analisadas quadro-a-quadro, sendo possível extrair informações a partir da leitura dos instrumentos de bordo, que foram compiladas em uma planilha eletrônica.

De acordo com a gravação, foi verificado que a aeronave ingressou em condições IMC às 18h28min37s (UTC), segundos após avistar a torre de alta tensão. Desde esse momento até às 18h28min58s (UTC), a câmera ficou voltada para os passageiros, não sendo possível identificar os parâmetros da aeronave.

A partir de então, foram gravados os parâmetros de voo por 14 segundos, até a câmera ser novamente direcionada para os passageiros.

Às 18h29min58s (UTC) a câmera voltou a filmar a parte da frente, até o momento de irreversibilidade do acidente.

As Figuras 72 a 78 apresentam os parâmetros de voo até as 18h29min12s (UTC).

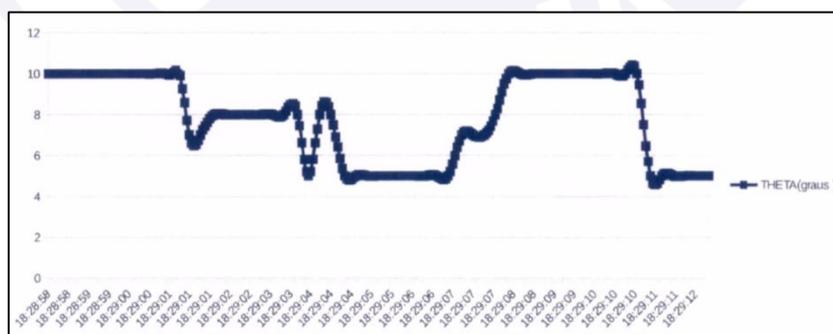


Figura 72 -Theta (Atitude em °) até 18h29min12s (UTC).

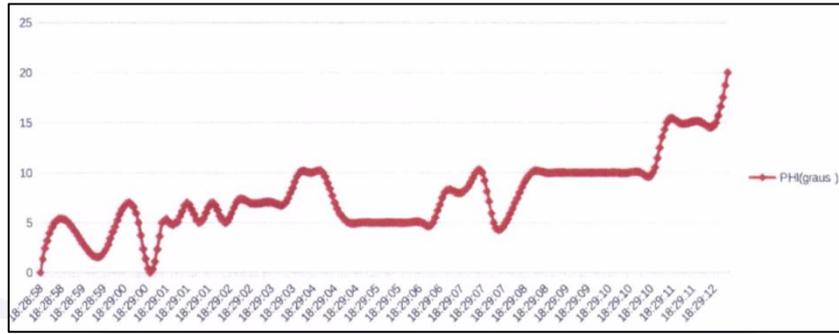


Figura 73 -Phi (Inclinação em °) até 18h29min12s (UTC).

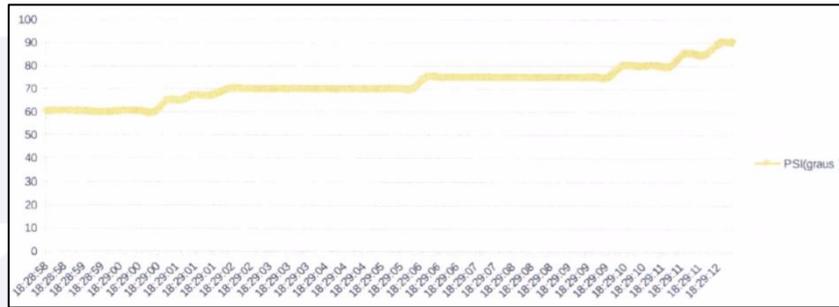


Figura 74 -Psi (Proa em °) até 18h29min12s (UTC).

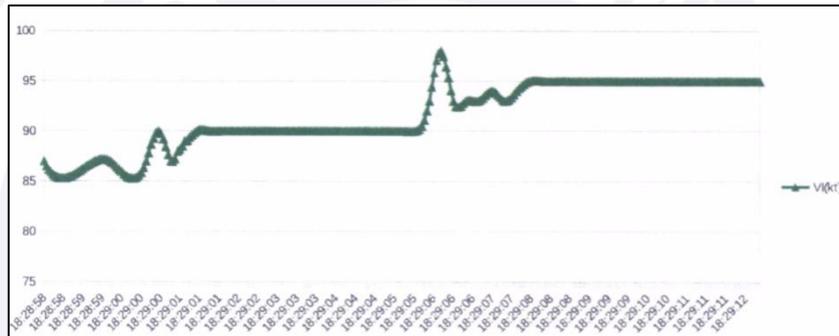


Figura 75 - Vi (Velocidade em kt) até 18h29min12s (UTC).

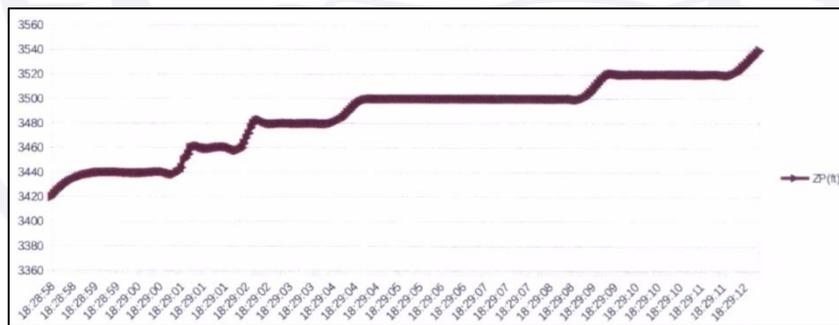


Figura 76 - ZP (Altitude em ft) até 18h29min12s (UTC).

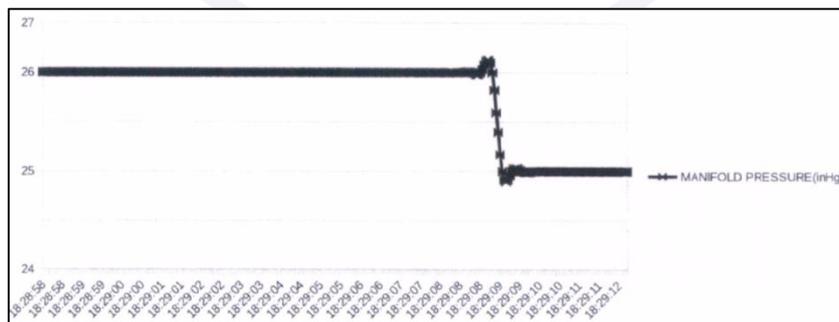


Figura 77 -Manifold Pressure (inHg) até 18h29min12s (UTC).

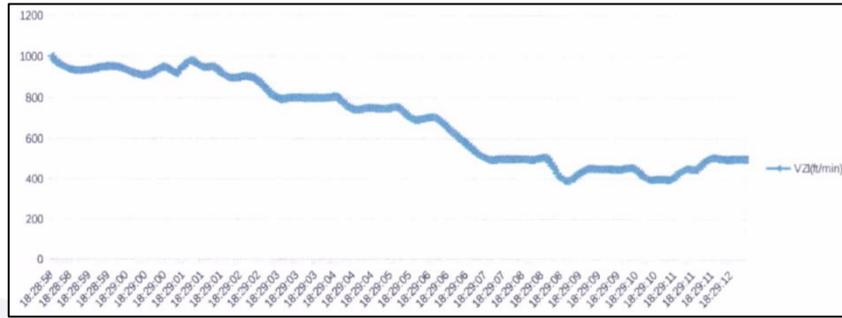


Figura 78 -Vzi (Razão de subida/descida em ft/min) até 18h29min12s (UTC).

Abaixo (Figuras 79 a 85), são apresentados os dados obtidos pela observação quadro a quadro dos instrumentos de bordo.

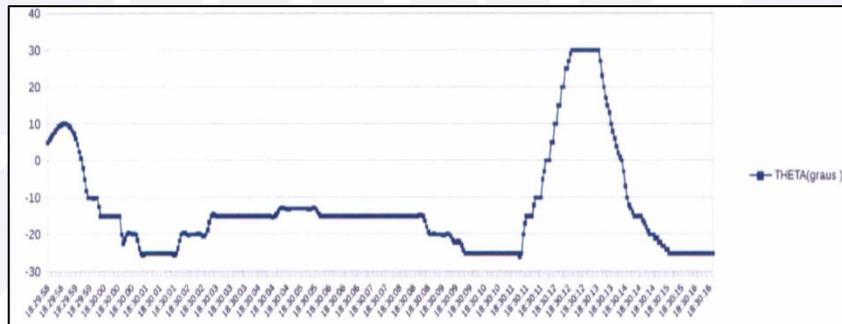


Figura 79 -Theta (Atitude em °) momentos finais.

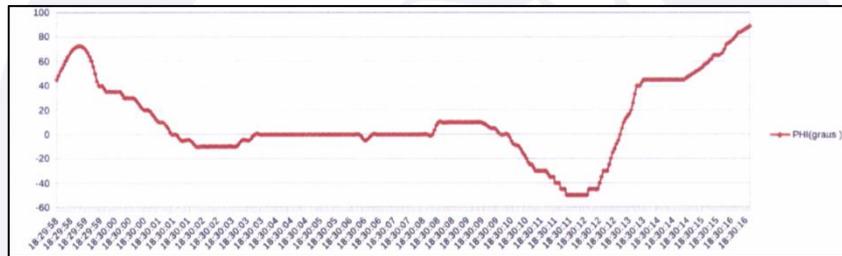


Figura 80 -Phi (Inclinação em °) momentos finais.

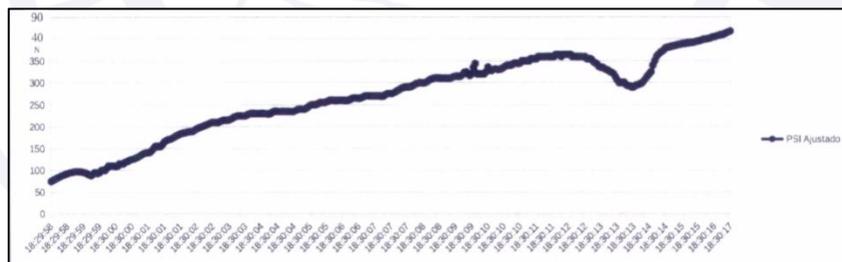


Figura 81 -Psi (Proa em °) momentos finais.

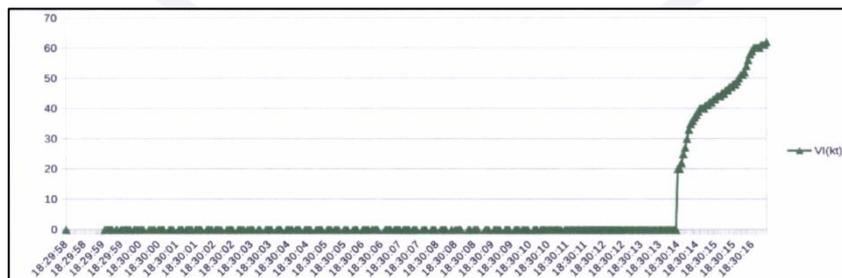


Figura 82 - Vi (Velocidade em kt) momentos finais.

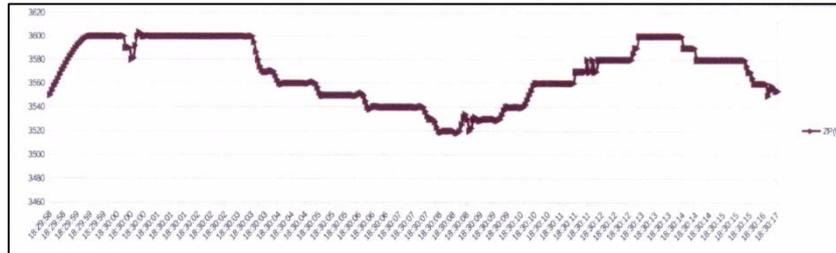


Figura 83 - Zp (Altitude em ft) momentos finais.

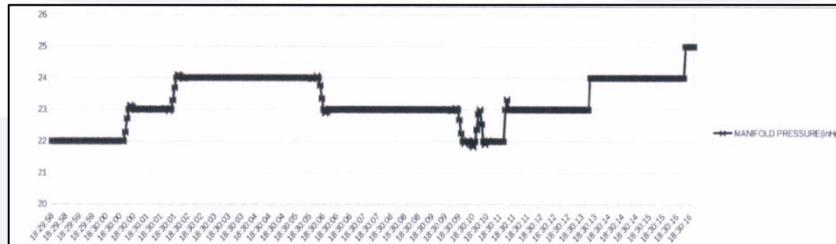


Figura 84 - Manifold Pressure (inHg) momentos finais.

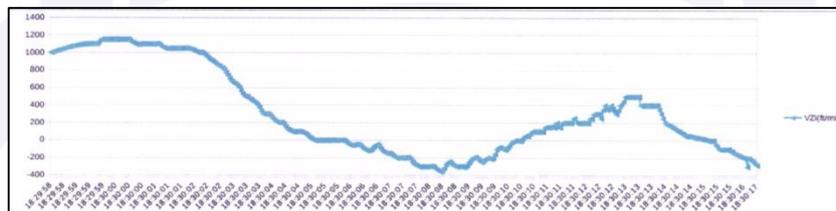


Figura 85 - Vzi (Razão de subida/descida em ft/min) momentos finais.

Com relação à rotina do piloto nos dias anteriores, foi constatado que ele realizou voos durante a madrugada e na manhã do dia da ocorrência. Salienta-se que ele havia sido acionado na noite do dia 03DEZ2016, véspera do acidente, para realizar os voos na madrugada do dia 04DEZ2016. Ao longo do dia, teve poucas oportunidades de descanso.

Pela análise das últimas missões de voo registradas no diário de bordo da aeronave e do relato da cobertura do *show* no Anhembi, verificou-se que o piloto, entre os dias 02DEZ2016 e 04DEZ2016, teve uma extensa jornada de trabalho.

Entre o primeiro e o segundo voo da madrugada do dia 04DEZ2016, ele teria tido um intervalo de menos de duas horas.

Seguiu-se outro intervalo de aproximadamente duas horas, quando executou outro voo e, depois, um intervalo de quatro horas antes do voo em que ele esteve como passageiro. Três horas e meia depois, seguiu-se o voo que resultou no acidente fatal.

O inciso “a” do Artigo 21 da Lei nº 7183/1984, vigente à época do acidente, preconizava que:

“A duração da jornada de trabalho do aeronauta será de:

11 (onze) horas, se integrante de uma tripulação mínima ou simples”

Ainda, segundo o preconizado sobre repouso no inciso “c” do Artigo 34 da mesma Lei:

“O repouso terá a duração diretamente relacionada ao tempo da jornada anterior, observando-se os seguintes limites:

c) 24 (vinte e quatro) horas de repouso, após jornada de mais de 15 (quinze) horas”

No voo que originou o acidente, era realizado o transporte de uma noiva para o local de seu casamento. Segundo as informações reportadas, o piloto estava familiarizado com aquela região, pois já havia realizado outros voos para aquele destino e com essa mesma finalidade.

No registro em vídeo do voo, observou-se que os passageiros demonstraram sinais de elevada ansiedade.

1.19. Informações adicionais.

De acordo com o manual de voo por instrumento (Instrument Flying Handbook) da *Federal Aviation Administration (FAA)*:

“...a orientação é a consciência da posição da aeronave e de si próprio em relação a um ponto de referência específico”.

A desorientação, portanto, seria a perda dessa consciência. Ao ingressar em condições meteorológicas de voo por instrumento, o piloto perde as referências visuais com o solo, o que afeta a sua percepção de onde a aeronave está em relação ao terreno.

A capacidade de orientação do ser humano no espaço é dependente de um sistema coordenado de estímulos sensoriais, representados principalmente pela visão e pelo sistema do labirinto, situado no ouvido interno. Este último proporciona o senso de equilíbrio estático do corpo humano com relação ao ambiente ao redor.

Sem referências externas, o sistema de equilíbrio do labirinto do piloto pode transmitir sensações de movimentos diferentes do que realmente está acontecendo.

O modelo de aeronave envolvida no acidente não possuía certificação para o voo em condições IMC.

No manual de voo da aeronave, havia a expressa limitação para que os voos fossem conduzidos somente em condições VFR/VMC (meteorologia e regras de voo visual).

Além da limitação constante no capítulo II do manual de voo da aeronave, havia um aviso de segurança (*Safety Notice*) alertando os usuários para os riscos em caso de perda de visibilidade. A recomendação era tomar atitudes para não ingressar em uma condição de perda da visibilidade (Figura 86).

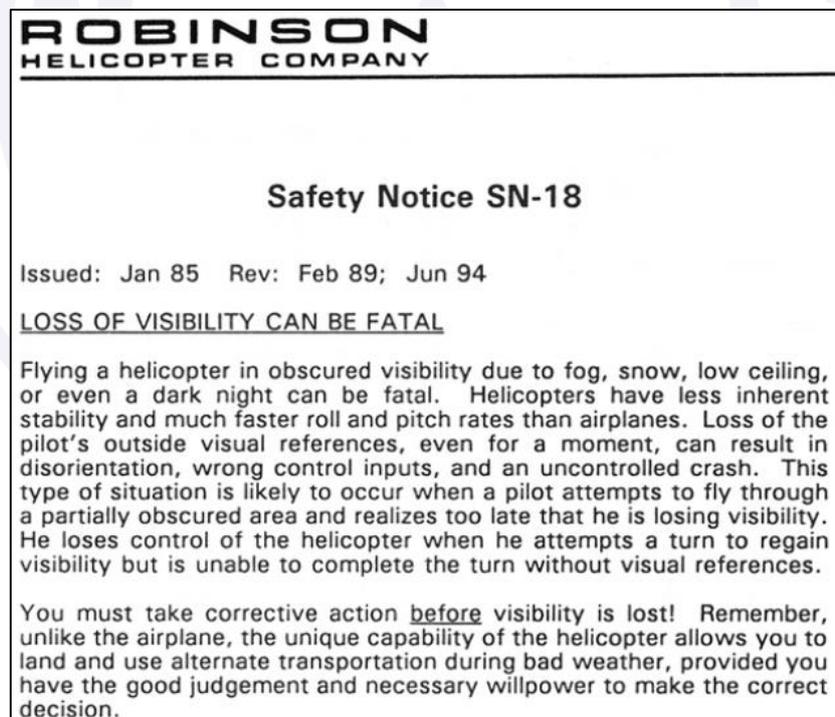


Figura 86 - *Safety Notice*.

No modelo R-44, uma perda do rotor de cauda, quer por falha mecânica, quer por perda da eficiência por questões aerodinâmicas - LTE (*Loss of tail-rotor effectiveness*), ocasionaria giros de cauda para a esquerda (nariz girando no sentido horário) e a

velocidade desse giro é determinada em função da potência empregada, da velocidade de deslocamento (longitudinal e lateral), entre outros parâmetros.

Já o estol de vórtex ocorre em descidas na vertical com potência aplicada, onde o helicóptero entra em seu próprio ar turbulento e perde sustentação.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Foram extraídos dados do vídeo gravado por um dos passageiros para coleta dos parâmetros de voo, pelo IPEV. Os dados foram analisados para verificar indícios de falhas mecânicas, desempenho da aeronave e pilotagem.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de transporte de passageiros desde o Heliponto de Osasco (SSUB), SP, com destino à casa de eventos Recanto Beija-Flor, localizada no município de São Lourenço da Serra, SP.

O piloto possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH), estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) válida e não era habilitado para voar uma aeronave sob regras de voo por instrumentos.

Havia indícios de que o voo realizado poderia ser classificado como transporte público não regular (TPX), sendo que a aeronave não era homologada para esse tipo de transporte, pois era registrada na categoria de serviços privados (TPP).

O contexto de informalidade que caracterizava a relação profissional entre o piloto e o operador favorecia uma rotina de trabalho flexível e, por vezes, com pouco tempo hábil para o devido planejamento.

Ressalta-se que os dados obtidos sobre a rotina do piloto antes da ocorrência indicaram que, no dia do acidente, ele havia realizado voos durante a madrugada, após ser acionado no período noturno.

É possível que a falta de uma programação prévia para esses voos tenha interferido na disponibilidade de descanso do piloto, levando a uma condição de vigília prolongada.

Embora entre um voo e outro o piloto tivesse condições de repouso na sala de descanso da tripulação, não foi possível aferir se ele havia repousado nesses intervalos ou se as condições seriam favoráveis a um repouso adequado, dado o pouco tempo disponível.

Desse modo, a organização do trabalho à qual o piloto estava exposto colocou-o em uma condição de maior suscetibilidade à fadiga, decorrente de privação de sono. Essas circunstâncias podem ter prejudicado o desempenho do piloto em um contexto crítico de operação aérea, tal como o que se apresentou no dia do acidente.

Quanto à formação, constataram-se incorreções nos preenchimentos das fichas de avaliação do piloto-aluno, o que, além de ir contra o regulamento da escola de aviação, não propiciou continuidade entre as fichas de voo preenchidas pelos diferentes instrutores. Assim, o progresso e as dificuldades enfrentadas pelo instruído não estavam explícitos ao instrutor subsequente.

O desconhecimento da evolução na aprendizagem do aluno em formação, muito provavelmente, levou a uma avaliação subjetiva e aquém da necessária, por parte do instrutor, o que pôde ser corroborado pela oscilação de graus nas mesmas manobras durante a mesma fase do estágio, ou até mesmo a inexistência de nota.

Outro ponto observado foi a falta de padronização no preenchimento das fichas de avaliação. O campo "observações", muitas vezes, foi utilizado de forma inadequada, por

vezes fazendo menção às manobras a serem melhoradas, outras, preenchido em desacordo com os graus avaliados, e, em tantas outras, sequer era preenchido.

Considera-se pertinente que uma manobra classificada como deficiente ou insatisfatória seja descrita e pontuada a fim de que o próximo instrutor tenha conhecimento desta deficiência e possa auxiliar o aluno a superá-las, além de dar um *feedback* mais realista para o instruendo.

Em decorrência das deficiências presentes no processo de avaliação, o instrutor possivelmente não possuía condições de saber como avaliar a evolução do desempenho do aluno, uma vez que, na ficha, não havia o registro adequado.

Tais circunstâncias inviabilizavam um processo de instrução pautado nas necessidades do aluno, impactando assim na qualidade de sua formação.

Destarte, foram observadas dificuldades em manobras básicas, fraseologia, aproximação e coordenação em fases avançadas do curso, as quais já deveriam estar sanadas. O aluno realizou a instrução, aparentemente, sem ênfase nesses aspectos. Foi observado, ainda, carência de situações de emergência e segurança de voo.

Nas fichas de avaliação havia poucas menções de instrução em condições meteorológicas adversas (uma na fase 2 e duas na fase 3). Assim, supõe-se que o piloto em questão, apesar de possuir horas de voo para atuar como comandante e instrutor de voo, não tinha vivência suficiente em seu treinamento para evitar condições de mau tempo.

É possível que a falta de experiência em situações com meteorologia adversa, aliada às possíveis dificuldades em manobras da aeronave, decorrentes das falhas em seu processo de formação, possam ter afetado a capacidade de o piloto avaliar e responder adequadamente às situações críticas relativas à degradação meteorológica.

Conforme verificado nos gráficos (Figuras 72 a 78), o piloto manteve a potência do motor alta (Potência Máxima de Decolagem - PMD) e a aeronave manteve-se subindo (Figura 76).

Nesse primeiro momento, a variação da atitude em relação ao horizonte (Figura 72) e da inclinação (Figura 73) sugerem que o piloto já estava apresentando sinais de desorientação espacial, uma vez que os parâmetros não foram mantidos estabilizados.

Não há nenhuma evidência de falha de componentes relacionados aos comandos de voo da aeronave. As informações são compatíveis com as respostas à pilotagem normal da aeronave.

Após esse período inicial em IMC, a câmera foi direcionada para os passageiros e assim permaneceu por 46 segundos. Durante esse período, ainda que os instrumentos não tenham sido filmados, é possível perceber, em função dos sons coletados, que houve aumento da velocidade à frente e posterior desaceleração rápida, até a velocidade ser reduzida a zero.

A sequência de imagens e os dados observados nos momentos seguintes, já com a câmera focada no painel da aeronave, corroboraram tal afirmação.

A partir de então, foram gravadas imagens do painel de instrumentos até os momentos finais do voo.

Foram utilizados os gráficos constantes na sequência das Figuras 79 a 85 para a análise das hipóteses de falha ou perda do comando de guinada (falha do rotor de cauda) e estol de vórtex.

Não foi possível determinar com exatidão qual seria a razão de giro da aeronave no dia do acidente. Porém, caso houvesse uma falha de rotor de cauda, naquele voo, seriam esperados giros da ordem de 60 a 100 graus/segundo, no mínimo.

Na Figura 81 são apresentadas as proas do helicóptero nos momentos finais. Caso houvesse uma perda do comando de guinada não haveria tendência de reversão da proa, o que ocorreu ao menos duas vezes: às 18h30min09s (UTC) de forma muito rápida e às 18h30min12s (UTC) de maneira mais suave e nítida.

Assim, pôde-se afastar a hipótese de que tenha ocorrido uma falha ou perda do comando de guinada (rotor de cauda).

Já o estol de vórtex ocorre em descidas na vertical com potência aplicada. Na Figura 85 verifica-se que não houve uma descida estabilizada, mas sim uma sequência de subida intercalada com uma rápida descida.

Além disso, a indicação do fio de lâ no para-brisa da aeronave demonstra que havia deslocamento lateral, sendo improvável a ocorrência de estol de vórtex.

Isto posto, resta apenas a hipótese de perda de controle da aeronave motivada por desorientação espacial.

Ao ingressar em condições meteorológicas de voo por instrumentos, o piloto perdeu as referências visuais com o solo, o que afetou a sua percepção de onde a aeronave estava em relação ao terreno.

Com base na análise do vídeo que registrou os momentos finais do voo, o piloto perdeu todas as referências visuais do ambiente externo para o prosseguimento do voo. Dessa forma, ele tentou guiar-se por meio dos instrumentos disponíveis na aeronave, para os quais ele olhava fixamente.

Sem referências externas e, associado ao fato de a aeronave não ser certificada para voo por instrumentos, o sistema de equilíbrio do labirinto do piloto pode ter interpretado uma situação de equilíbrio estático, induzindo a uma sensação do piloto de voar em trajetória retilínea horizontal.

Como observado nas Figuras 72 a 76, quando a velocidade à frente foi mantida próxima de 90Kt, a estabilidade do helicóptero favoreceu o voo sem perda catastrófica de controle.

Ao permitir (ou comandar) a redução de velocidade a zero, as características de estabilidade da aeronave foram alteradas no sentido de dificultar a pilotagem sem referências visuais externas.

Isso quer dizer que, para um mesmo comando, as razões de arfagem, rolamento e guinada aumentaram consideravelmente quando comparado com o voo em translação.

Conforme verificado na Figura 80 o piloto comandou o cíclico à direita, vindo a atingir 75° de inclinação às 18h29min59s (UTC). Ao perceber, reverteu o comando para a esquerda, porém em atitude demasiadamente picada (-15° a -25°) e precipitou, finalmente, uma atitude agressiva de 90° de rolamento à direita.

Analisando-se as informações dos instrumentos do painel da aeronave, confirmadas pelos exames e testes realizados em seus componentes, pôde-se concluir que, do ponto de vista mecânico, não houve nenhuma evidência de que tenha ocorrido alguma anomalia na aeronave.

As atitudes de guinada, rolamento e arfagem foram comandadas pelo piloto, que vivenciou o fenômeno da desorientação espacial.

Outro fato que deve ser levado em consideração é que, aparentemente, o piloto fixou o olhar apenas no equipamento GPS da aeronave. Tal fato é relevante, pois as informações de atitude mostradas no GPS não condiziam com as informações dos equipamentos originais do helicóptero.

Ainda que o piloto tenha ingressado em uma condição operacional não aprovada, o fato de utilizar instrumentos com informações conflitantes pode ter agravado a situação.

Os equipamentos GPS não devem ser utilizados como fonte de informações de atitude em voos por instrumentos, pois geralmente utilizam informações derivadas dos deslocamentos para inferir a atitude da aeronave.

Desse modo, possivelmente ao focar sua atenção nas informações do GPS em detrimento dos instrumentos da aeronave, o piloto pode ter deixado de observar informações mais precisas sobre os parâmetros do voo, as quais poderiam ter auxiliado na identificação e reversão da desorientação espacial.

Ao considerar o histórico do piloto em relação ao seu vínculo com a aviação, é possível que os acionamentos intempestivos para a realização dos voos tenham favorecido, ao longo do tempo, um sentimento de urgência nos voos que executava.

Nesse contexto, é possível que o piloto tenha se sentido compelido a prosseguir com o voo, apesar das condições meteorológicas em degradação, já que se encontrava próximo ao seu destino.

No registro em vídeo do voo, observou-se que os passageiros demonstraram sinais de elevada ansiedade. Tal reação pode ter concorrido para elevar a pressão autoimposta do piloto em concluir o voo conforme sua programação inicial.

Contudo, ao considerar que a aeronave não era homologada para voo por instrumentos (IFR), a decisão de prosseguir, mesmo com as condições visuais se degradando e sem capacidade de operar por instrumentos, mostrou-se inadequada.

A inobservância das regras de voo e das orientações previstas para a operação daquele modelo de aeronave comprometeu a segurança de voo, à medida que elevou os riscos envolvidos naquela operação aérea.

É possível que a familiaridade com aquele contexto operacional tenha elevado o nível de confiança do piloto, a ponto de motivá-lo a prosseguir a despeito das condições desfavoráveis, porém, conforme identificado na filmagem e nas transcrições das comunicações, nos momentos finais do voo, o piloto expressou dificuldades de situar-se naquela região, mesmo já tendo realizado o trajeto para o destino outras vezes.

Tal atitude pode ter sido fomentada pela informalidade existente no gerenciamento das operações aéreas realizadas com a aeronave PR-TUN, levando a uma baixa adesão às normas e valores de uma cultura de segurança.

Pôde-se concluir que, nas últimas 14 horas antes do acidente, o piloto foi submetido a uma carga extensa de trabalho, com poucos intervalos entre os voos realizados no período. Dessa forma, os envolvimento com a atividade aérea ao longo desse período, aliados a uma possível privação de sono, podem ter deixado o piloto mais suscetível à fadiga.

Porém, provavelmente pressionado pela necessidade de cumprimento das missões de voo atribuídas a ele, subestimou os sintomas decorrentes da fadiga e prosseguiu com as atividades.

Ressalta-se que a condição de fadiga pode impactar nas habilidades exigidas para o voo e, em situações de emergência, pode favorecer falhas no processo decisório e resolução de problemas. Assim, a capacidade do piloto de avaliar adequadamente as condições do voo e suas alternativas diante daquela condição crítica podem ter sido prejudicadas.

Do ponto de vista de análise do desempenho e qualidades de voo, o acidente teve como ponto de irreversibilidade o instante 18h30min13s (UTC). A partir desse ponto, houve

perda de controle da aeronave, sendo que todos os demais eventos foram consequências dessa perda de controle.

Há indícios de que o helicóptero tenha atingido 140° de inclinação e 30° picados, já com elevada razão de descida.

Nessa condição, é possível que a lubrificação do motor tenha sido prejudicada pela ação da gravidade, o que teria ocasionado o acendimento das luzes *OIL PRESSURE* e *AUX FUEL PUMP*

Após a perda de controle, o rotor principal atingiu a parte dianteira da fuselagem. Houve perda de vários componentes e grandes danos na estrutura com o helicóptero ainda no ar.

A câmera foi lançada ao ar e registrou a imagem da aeronave danificada, comprovando que houve dano na parte dianteira do helicóptero antes do contato com o solo.

Quanto às condições meteorológicas, pôde-se observar que entre 18h00min (UTC) e 18h20min (UTC), ocorreu a sua degradação no local do acidente.

As imagens dos radares meteorológicos informaram a passagem de nebulosidade, além de chuva leve a moderada sobre a região no horário aproximado da queda.

As informações do METAR serviram como auxílio para verificar a altura da base das nuvens, porém é importante enfatizar que não se pôde afirmar com precisão que as nuvens que passaram sobre a região do acidente estavam no mesmo nível das informadas nos aeródromos, uma vez que as características do relevo e meteorológicas da área do acidente não eram as mesmas dos aeroportos.

A distância do ponto de coleta dos dados de METAR é outro fator limitante. Mesmo assim, pôde-se observar que, com o passar das horas, em ambos os aeroportos, a nebulosidade aumentou e a altura da base das nuvens baixou e ficou entre 800ft e 2.000ft, em relação à altura de cada aeródromo.

Com relação às comunicações, elas não foram estabelecidas com os órgãos de controle. Nas conversas entre os passageiros e o tripulante, extraídas da filmagem, não foram levantadas situações que possam ter afetado o desempenho deste.

Durante a investigação observou-se que todos os itens inspecionados estavam operacionais. Não foram encontradas evidências de mau funcionamento de componentes que pudessem ter contribuído para a ocorrência.

Os aspectos observados indicaram que as fraturas observadas ocorreram por sobrecarga, decorrente de aplicação de esforço acima do suportado pela estrutura e não de falha por fadiga ou impacto no local da fratura.

Com base em informações factuais e de acordo com o manual de voo, a aeronave operou dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante até a entrada em condições meteorológicas de voo por instrumento (IMC).

Pôde-se concluir que o helicóptero tinha potência suficiente para realizar o voo pretendido em operação normal do motor.

A partir das imagens obtidas foi possível verificar que o motor se manteve em funcionamento normal até o momento em que o helicóptero estava sem controle às 18h30min18s (UTC).

A perda de controle mostrou-se evidente pelo acendimento da luz de baixa rotação do rotor (*LOW RPM*). O acendimento dessa luz ocorre quando a rotação do rotor principal

atinge 97% ou menos, de acordo com o *Robinson Helicopter Company Pilot's Operating Handbook* (página 7-25).

Concomitantemente ao acendimento da luz, ocorreu o acionamento do alarme sonoro (buzina). Vários são os fatores que podem ter levado ao decréscimo de rotação para valores abaixo dos limites de segurança estabelecidos pelo fabricante.

No manual de voo da aeronave, a falha de potência é descrita como uma pane causada pela falha do motor ou da transmissão, porém, não ocorreram as indicações características de tais falhas.

O acendimento da luz *LOW RPM* no presente caso foi motivado por excesso de fator de carga ocasionado por manobra realizada. Na Figura 64 verificou-se que as rotações do motor (*Engine RPM*) e do rotor (NR) estavam sincronizadas.

A potência aplicada foi acima da prevista para a máxima constante. A *Manifold Pressure* indicava 24inHg, que era o limite de Potência Máxima de Decolagem (PMD) e de acordo com a pag. 2-9, do manual da aeronave, a Potência Máxima Constante (PMC) era de 21.8inHg.

Observou-se que o indicador de atitude (horizonte artificial) apresentava uma inclinação para a direita entre 45° e 50°, e a aeronave subia com 400ft/min. Tais informações levaram à conclusão de que foi aplicado cíclico para a direita e para trás, aumentando o fator de carga no rotor principal, o que demandaria mais potência do que a máxima fornecida pelo motor, tendo como consequência inicial a queda da NR.

Conforme previsto no manual de voo da aeronave, em caso de acendimento da luz *LOW RPM*, o piloto deveria reduzir o coletivo e ajustar a velocidade. Nenhum desses procedimentos foi realizado, o que corrobora a hipótese de que houve a perda de controle da aeronave e não uma falha do motor.

A partir das informações obtidas, pôde-se concluir que não houve falha do motor ou falha da transmissão. O acendimento da luz *LOW RPM* foi consequência do aumento do fator de carga no rotor principal em virtude da perda de controle da aeronave.

Não foram encontrados indícios de problemas relacionados ao desempenho da aeronave que possam ter contribuído para o acidente.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) válida;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo pretendido;
- 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 e motor estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas não eram propícias à realização do voo;
- h) a aeronave não era homologada para voo IFR;
- i) a aeronave era registrada na categoria de serviços aéreos privados (TPP);
- j) o piloto realizou jornada de trabalho acima do que a legislação previa;
- k) ocorreu a perda de controle da aeronave em voo;

- l) a aeronave ficou destruída; e
- m) o piloto e os 3 passageiros sofreram lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Ansiedade - indeterminado.**

As reações captadas pela câmera de vídeo sugeriram sinais de ansiedade elevada por parte dos passageiros, o que pode ter promovido uma pressão autoimposta por parte do piloto, contribuindo para a decisão de concluir o voo conforme programado.

- **Atenção - indeterminado.**

É possível que informações relevantes oferecidas pelos instrumentos da aeronave não tenham sido observadas pelo piloto, cujo foco poderia estar nas informações do GPS. Tal direcionamento da atenção pode ter favorecido a desorientação, à medida que reduziu a adequada percepção dos parâmetros de voo.

- **Atitude - contribuiu.**

As regras de voo, bem como as orientações contidas no Manual de Voo, não foram devidamente observadas pelo piloto. Nesse sentido, o prosseguimento do voo denotou uma confiança excessiva do tripulante em sua capacidade, em detrimento das condições adversas presentes.

- **Capacitação e Treinamento - indeterminado.**

É possível que a baixa exposição a situações de voo em condições meteorológicas adversas tenha impactado na capacidade de identificar, avaliar e responder prontamente à situação vivenciada no voo que originou o acidente.

Tais dificuldades podem ter sido agravadas em decorrência das falhas relativas ao processo de formação do piloto, que não dispunha de ações padronizadas de avaliação e ações corretivas conforme o nível de desempenho de cada aluno.

- **Condições meteorológicas adversas - contribuiu.**

As condições meteorológicas adversas prejudicaram seriamente a orientação espacial do piloto no aspecto visual, uma vez que ele ficou sem referências visuais que pudessem nortear a sua trajetória.

- **Desorientação - contribuiu.**

Ao entrar em condições de voo IMC houve a perda dos referenciais visuais e da consciência da posição da aeronave, ocasionando a perda de seu controle.

- **Fadiga - indeterminado.**

Os voos realizados na véspera e no dia do acidente, aliados ao pouco tempo disponível para descanso e a uma possível privação de sono para atender a tais demandas, podem ter induzido o piloto a uma condição de fadiga e degradado o seu desempenho durante o gerenciamento do voo.

- **Indisciplina de voo – contribuiu**

O piloto descumpriu as regras de voo visual ao ingressar em condições meteorológicas adversas, possibilitando a ocorrência da desorientação espacial.

- **Julgamento de Pilotagem - contribuiu.**

O piloto optou por ingressar em condições meteorológicas adversas e prosseguir no voo, sem possuir habilitação técnica, treinamento específico e aeronave homologada para condições IFR.

- **Organização do trabalho - indeterminado.**

A rotina executada pelo piloto aumentou as condições de suscetibilidade à fadiga, devido a poucas oportunidades de sono e repouso adequado.

Esse contexto pode ter prejudicado o desempenho do piloto durante o gerenciamento da situação crítica em voo.

- **Percepção - contribuiu.**

As restrições de visibilidade e consequente perda de referências visuais promoveram condições favoráveis à desorientação do piloto e à perda de controle da aeronave, devido a uma percepção pouco precisa do comportamento do helicóptero e de sua posição em relação ao terreno.

- **Planejamento de voo - contribuiu.**

O desconhecimento das condições operacionais da rota, principalmente no tocante às condições meteorológicas, denotou um planejamento deficiente.

- **Processo decisório - contribuiu.**

A decisão de prosseguir com o voo em condições meteorológicas degradadas denotou uma avaliação imprecisa das condições existentes naquele contexto operacional, configurando um processo decisório falho.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Proposta de uma autoridade de investigação de acidentes com base em informações derivadas de uma investigação, feita com a intenção de prevenir ocorrências aeronáuticas e que em nenhum caso tem como objetivo criar uma presunção de culpa ou responsabilidade. Além das recomendações de segurança decorrentes de investigações de ocorrências aeronáuticas, recomendações de segurança podem resultar de diversas fontes, incluindo atividades de prevenção.

Em consonância com a Lei nº 7.565/1986, as recomendações são emitidas unicamente em proveito da segurança de voo. Estas devem ser tratadas conforme estabelecido na NSCA 3-13 “Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro”.

Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.

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

A-157/CENIPA/2016 - 01

Emitida em: 06/08/2019

Atuar junto à AGD Aviation Escola de Aviação Civil LTDA., a fim de verificar se aquela organização atende continuamente aos requisitos estabelecidos na regulação em vigor, sobretudo o que é previsto no MMA 58-4 (Manual do curso de piloto privado – helicóptero), e se opera com os níveis adequados de competência e segurança operacional requeridos para o desempenho das atividades para as quais é certificada.

A-157/CENIPA/2016 - 02

Emitida em: 06/08/2019

Realizar uma auditoria na Helicop Chart. Serv. Brasil Taxi Aer., a fim de verificar a conformidade de seu sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional, o controle da fadiga de seus tripulantes e a adequabilidade de suas aeronaves para o transporte público aéreo não regular.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Não houve.

Em, 06 de agosto de 2019.

