

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-005/CENIPA/2021

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PR-WVW
MODELO:	R44 II
DATA:	06JAN2021



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 da Investigação SIPAER 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 Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (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 se resguardarem 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 aeronáuticos, poderá induzir a interpretações e a conclusões errôneas.

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-WVW, modelo R44 II, ocorrido em 06JAN2021, tipificado como “[SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor” e “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante a aproximação final para pouso na cabeceira 05 do Aeródromo de João Monteiro (SIVU), Vila Velha, ES, a aeronave apresentou uma atitude anormal de descida, perdeu o controle em voo e colidiu contra o solo em uma área de mata nas proximidades da pista.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto e o passageiro sofreram lesões fatais.

Houve a designação de Representante Acreditado do *National Transportation Safety Board* (NTSB) - Estados Unidos, Estado de fabricação 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.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.	7
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.	7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.	7
1.6. Informações acerca da aeronave.	7
1.7. Informações meteorológicas.	8
1.8. Auxílios à navegação.	9
1.9. Comunicações.....	9
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	9
1.11. Gravadores de voo.....	9
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.	9
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.	12
1.13.1. Aspectos médicos.....	12
1.13.2. Informações ergonômicas.....	12
1.13.3. Aspectos Psicológicos.	12
1.14. Informações acerca de fogo.....	14
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.	14
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	14
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.	17
1.18. Informações operacionais.	17
1.19. Informações adicionais.....	19
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	19
2. ANÁLISE.....	19
3. CONCLUSÕES.....	22
3.1. Fatos.	22
3.2. Fatores contribuintes.....	22
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	23
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	23

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APP	<i>Approach Control</i> - controle de aproximação
AVGAS	Gasolina de Aviação
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CEL	Habilitação em Célula
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CVA	Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
GMP	Habilitação em Grupo Motopropulsor
HMNC	Habilitação de Helicóptero Classe Monomotor Convencional
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MMA	Mecânico de Manutenção Aeronáutica
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
OM	Organização de Manutenção
P/N	<i>Part Number</i> - número de peça
PIC	<i>Pilot in Command</i> - piloto em comando
POH	<i>Pilot's Operating Handbook</i> - manual de operação do piloto
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
REDEMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
S/N	<i>Serial Number</i> - número de série
SB	<i>Service Bulletin</i> - boletim de serviço
SBVT	Designativo de localidade - Aeródromo Eurico de Aguiar Salles, Vitória, ES
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIVU	Designativo de localidade - Aeródromo João Monteiro, Vila Velha, ES
SNGA	Designativo de localidade - Aeródromo de Guarapari, ES
TPP	Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados
TSN	<i>Time Since New</i> - tempo desde novo
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: R44 II Matrícula: PR-WVV Fabricante: Robinson Helicopter	Operador: Particular
Ocorrência	Data/hora: 06JAN2021 - 13:30 (UTC) Local: Riviera da Barra Lat. 20°25'38"S Long. 040°20'08"W Município - UF: Vila Velha - ES	Tipo(s): [SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor [LOC-I] Perda de controle em voo

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo de Guarapari (SNGA), ES, com destino ao Aeródromo de João Monteiro (SIVU), Vila Velha, ES, por volta das 13h15min (UTC), a fim de realizar um voo particular, com um piloto e um passageiro a bordo.

Durante a aproximação final para pouso, a aeronave apresentou uma atitude anormal de descida, ocasionando a perda do seu controle em voo e a colisão contra o solo em uma área de mata nas proximidades da cabeceira 05 de SIVU.



Figura 1 - Vista do PR-WVV no local do acidente.

A aeronave teve danos substanciais. O piloto e o passageiro sofreram lesões fatais.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais em toda a sua estrutura, incluindo os rotores e o cone de cauda o qual foi seccionado.

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	462:00
Totais, nos últimos 30 dias	03:50
Totais, nas últimas 24 horas	00:15
Neste tipo de aeronave	452:15
Neste tipo, nos últimos 30 dias	03:50
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:15

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

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) no Aeroclube de Vila Velha, ES, em 2010.

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

O PIC possuía a licença de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) e estava com a habilitação de Helicóptero Classe Monomotor Convencional (HMNC) em vigor. Ele também possuía a licença de Mecânico de Manutenção Aeronáutica (MMA) e estava com as habilitações em Grupo Motopropulsor (GMP) e Célula (CEL) vigentes.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os registros da CIV eletrônica indicaram que o PIC operava a aeronave R44 II, de matrícula PR-WVW, desde maio de 2012 e que tinha o Aeródromo de SIVU como um destino frequente. Esses registros estavam desatualizados, com o último cadastro realizado em maio de 2019.

Conforme levantado pela Comissão de Investigação, a maior parte do histórico operacional do PIC se resumia à realização de voos particulares a partir de SIVU, entre maio de 2012 e janeiro de 2021.

Os registros do seu último exame de habilitação de classe HMNC mostravam que o PIC atingiu grau satisfatório nas manobras de autorrotação direta, 90° e 180°.

O PIC estava qualificado e possuía experiência naquele tipo de voo segundo os requisitos estabelecidos pela ANAC.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

O PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) em vigor.

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 12942, foi fabricada pela *Robinson Helicopter*, em 2010, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo "100 horas", foi realizada em 23SET2020 pela Organização de Manutenção (OM) do Aeroclube do Espírito Santo (COM N° 8612-03 ANAC), em Vila Velha, ES, estando com 31 horas e 5 minutos voados após a inspeção.

A última inspeção do tipo “Inspeção Anual de Manutenção (IAM)”, foi realizada em 23SET2020 pela OM do Aeroclube do Espírito Santo, em Vila Velha, ES, estando com 31 horas e 5 minutos voados após a inspeção.

A aeronave era equipada com um motor fabricado pela *Lycoming*, modelo IO-540-AE-1A5, *Serial Number* (S/N - número de série) L-33867-48E de seis cilindros que utilizava combustível do tipo Gasolina de Aviação (AVGAS). O *Time Since New* (TSN - tempo desde novo) do motor era de 685 horas e 24 minutos.

De acordo com a caderneta do motor, a última inspeção nos magnetos, para cumprimento do *Service Bulletin* (SB - boletim de serviço) TCM 643B, foi realizada durante uma inspeção do tipo “100 horas”, em 30MAIO2019, pela OM do Aeroclube do Espírito Santo, em Vila Velha, ES, quando o motor possuía 650 horas e 6 minutos totais.

Durante essa mesma intervenção de manutenção, o magneto do tipo S6LSC-204T, *Part Number* (P/N - número de peça) 10-600646-201, S/N E09CA053, foi submetido a uma revisão geral, tendo sido aprovado para retornar ao serviço. Na oportunidade, o item possuía um total de 650 horas e 6 minutos.

O sistema de ignição da aeronave era equipado com dois magnetos na parte traseira do motor, um do lado direito e outro do lado esquerdo, ambos fabricados pela *Continental Aerospace Technologies* e, respectivamente, dos tipos S6LSC-204T e S6LSC-200.

Os magnetos eram projetados para fornecer ignição para os motores de aeronaves de quatro e seis cilindros.

Esses magnetos tinham por função gerar e distribuir alta tensão para a ignição do motor de aeronaves.

Internamente, o magneto direito do motor possuía dois componentes denominados platinados (*contact points*). Um deles era responsável por controlar a ativação da centelha nas velas e o outro pelo fornecimento de sinal de Rotação Por Minuto (RPM) do motor ao tacômetro do painel de instrumentos e ao governador do motor.

Esse sistema também era composto por velas de ignição que tinham a função de converter a tensão de saída do magneto, por meio do chicote de ignição, e produzir uma faísca de alta tensão para inflamar a mistura comprimida de ar-combustível dentro de cada cilindro do motor.

1.7. Informações meteorológicas.

As informações meteorológicas foram obtidas por meio do *website* da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET).

As referidas informações estavam disponíveis para o PIC antes do voo em que ocorreu o acidente. No entanto, não foi possível confirmar se foram consultadas antes do voo.

Os *Meteorological Aerodrome Reports* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) do Aeródromo de SBVT, distante 10 NM do local do acidente, traziam as seguintes informações:

METAR SBVT 061200Z 36010KT CAVOK 29/21 Q1014=

METAR SBVT 061300Z 02011KT 9999 FEW020 30/21 Q1014=

METAR SBVT 061400Z 02012KT 9999 FEW020 31/22 Q1013=

As condições meteorológicas estavam acima das mínimas para a realização da operação sob as regras do tipo de voo proposto.

Além disso, a Comissão de Investigação conseguiu confirmar as condições meteorológicas, por meio de vídeo contendo as gravações do momento da ocorrência.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

De acordo com a gravação das comunicações entre o PIC e o órgão de controle, verificou-se que não houve qualquer anormalidade técnica de equipamentos de comunicação durante o voo.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo era privado e operava sob *Visual Flight Rules* (VFR - regras de voo visual), em período diurno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 05/23, dimensões de 776 x 18 m, com elevação de 13 ft.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

Os destroços foram localizados a cerca de 210 m da cabeceira 05 de SIVU.

De acordo com as gravações de vídeo, registradas por câmeras instaladas nos hangares do aeródromo, a aeronave voava no rumo 050° quando perdeu o controle em voo e colidiu contra o terreno nas imediações da pista de pouso.

O local compreendia os limites de uma área de mata pertencente ao Exército Brasileiro (EB) e residências particulares localizadas no bairro Riviera da Barra, em Vila Velha, ES. O relevo do local era predominantemente regular, situado ao nível do mar.

Na copa das árvores, que se encontravam a cerca de 10 m de altura do solo, foi identificado o primeiro ponto de impacto por membros da Comissão de Investigação. Os sinais de choque da aeronave contra a vegetação e o solo estavam concentrados com uma dispersão horizontal de cerca de 5 m (Figura 2).



Figura 2 - Vista dos danos causados à vegetação, a partir do sentido oposto ao deslocamento da aeronave.

Pela disposição dos destroços, marcas do impacto na vegetação e ponto de parada da aeronave, foi possível concluir que a colisão contra o terreno ocorreu com elevada razão de afundamento.

Ainda, por meio das gravações das câmeras de segurança, foi possível observar uma atuação nos comandos no sentido de cabrar a aeronave momentos antes do impacto contra o solo. Além disso, membros da Comissão de Investigação identificaram indícios de que houve a separação do cone de cauda (*tail boom*) da aeronave.

Durante a avaliação dos destroços, foi observado que a ponta de uma das pás do rotor principal estava danificada e havia marcas coincidentes no local onde o cone de cauda foi seccionado, sugerindo a ocorrência do toque de uma das pás no cone de cauda (Figuras 3 e 4).



Figura 3 - Vista das pontas das pás do rotor principal com uma delas danificada pelo impacto contra o cone de cauda.

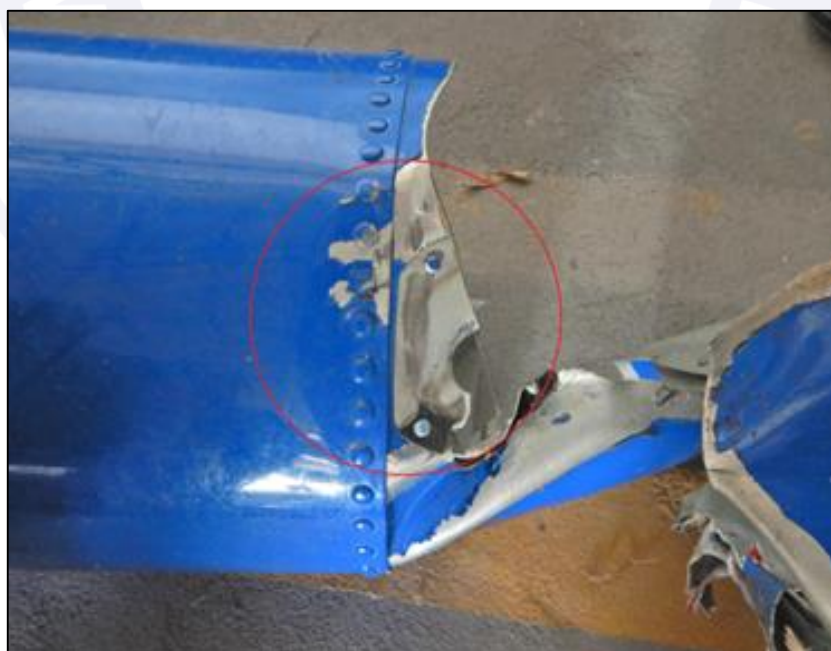


Figura 4 - Detalhe da marca no cone de cauda em virtude do toque de uma das pás.

Diante disso, partes do cone de cauda da aeronave e da árvore de transmissão traseira foram enviadas para análise em laboratório especializado, a fim de verificar a natureza das falhas desses componentes.

Foram realizados exames visuais e análise por estereoscopia, sendo possível identificar que o material apresentava características típicas de falha a partir de sobrecarga, como pode ser observado nas Figuras 5, 6 e 7, abaixo.



Figura 5 - Cone de cauda e árvore de comando traseira da aeronave PR-WVV.



Figura 6 - Detalhe da superfície com fratura característica de falha a partir de sobrecarga.

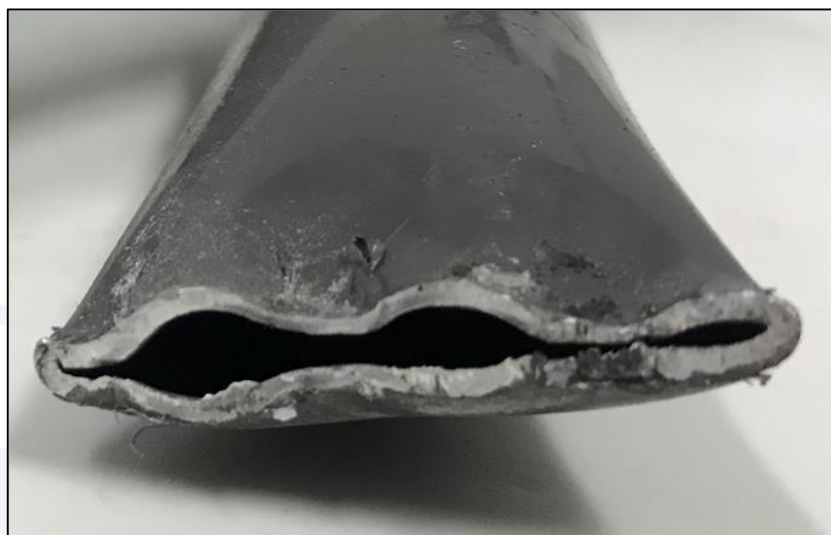


Figura 7 - Árvore de comando com fratura tipo “boca de peixe”, característica típica de falha a partir de sobrecarga.

O material analisado apresentou fraturas compatíveis com sobrecarga decorrente do impacto da aeronave contra o solo. Além disso, não foram identificados indícios de corrosão ou fadiga no material analisado.

Não foi possível identificar com precisão a posição dos comandos, interruptores e disjuntores em virtude das ações de resgate às vítimas do acidente.

A fim de minimizar o risco de explosão, a alimentação de combustível foi cortada pela equipe de resgate.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

O exame pericial concluiu que a *causa mortis* do PIC e do passageiro foi politraumatismo.

Foi realizado exame toxicológico do PIC, com resultado negativo para anfetaminas, antidepressivos tricíclicos, barbitúricos, benzodiazepínicos, canabíoides, cocaína, álcool etílico e outras substâncias que pudessem afetar o seu desempenho.

O CMA do PIC estava válido e havia a observação para o uso de lentes corretivas. Não foi possível confirmar se, no dia do acidente em tela, o mesmo fazia uso das lentes corretivas.

Segundo relato de pessoas próximas, o PIC possuía dificuldades auditivas que atrapalhavam a comunicação com ele no dia a dia. No entanto, não houve evidências que pudessem comprovar essa informação.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O PIC era visto por seus familiares como uma pessoa apaixonada pela aviação. Segundo relatos, ao iniciar a sua trajetória como piloto ele tinha por objetivo adquirir uma aeronave modelo R44, a qual adquiriu no ano de 2009, nos Estados Unidos. Na ocasião da compra, ele realizou o translado de retorno para o Brasil pilotando.

O treinamento inicial na aeronave foi realizado diretamente com a fabricante, *Robinson Helicopter*, quando a aeronave foi adquirida. O treinamento disponibilizado pela fabricante previa seis horas de treinamento de solo e dez horas de treinamento em voo.

O PIC era descrito por pessoas próximas como uma pessoa audaciosa, destemida e competente. Interessava-se por todos os assuntos referentes ao funcionamento da aeronave. Tinha o hábito de levar pessoas conhecidas para voar com ele na aeronave PR-WVV e fazia questão de explicar todos os procedimentos.

Segundo dados coletados, o PIC era formado em Engenharia Mecânica e possuía o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) de Mecânico de Manutenção Aeronáutica emitido pela ANAC. A sua formação inicial como Piloto Privado foi feita no Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC) do Aeroclube de Vila Velha, ES.

De acordo com as informações prestadas à Comissão de Investigação, o PIC havia realizado um voo de exame de proficiência na própria aeronave e havia sido reprovado. Segundo relatos, o baixo desempenho que motivou a reprovação estava relacionado à manobra de autorrotação.

Conforme o relato de operadores locais do CIAC, era comum a realização da manobra de autorrotação, para fins de treinamento, por parte de pilotos daquele tipo de aeronave quando estavam em aproximação para pouso em SIVU.

O PIC atuava no CIAC do Aeroclube de Vila Velha, ES, sem vínculo empregatício e a sua aeronave havia sido incluída nas especificações operativas do CIAC, autorizado pela ANAC. Ele utilizava a hangaragem do CIAC em troca de seus serviços na oficina e atuava como responsável técnico, inspetor-chefe, gestor de qualidade, engenheiro mecânico e manutenção.

De acordo com os dados levantados em entrevistas, por ser habilitado como MMA, o próprio PIC realizava as intervenções na parte mecânica e na manutenção de sua aeronave. Foi observado que nem sempre tais registros eram feitos de acordo com as regulamentações em vigor. Essas intervenções eram realizadas na OM do Aeroclube e nem sempre eram comunicadas à secretaria.

Segundo o relato de pessoas próximas, o PIC focava na redução de custos e, no curso da investigação, foram observados indícios da utilização de produtos não certificados, além de adaptar os reparos a fim de manter a aeronave disponível para o voo. Ele mesmo fazia esses reparos em função de seu conhecimento técnico.

Em complemento ao perfil pessoal do PIC, foram coletados relatos no sentido de que ele já havia se envolvido em outros incidentes, os quais não foram reportados aos órgãos competentes.

Durante as entrevistas, foi relatado para os membros da Comissão de Investigação que o PIC costumava realizar prestação de serviços como *freelancer*, em caráter informal, nos períodos de campanhas eleitorais, realizando lançamento de paraquedistas, transporte de pessoas para eventos natalinos, entre outros serviços.

O PIC mantinha um bom relacionamento com os demais pilotos da comunidade, inclusive costumava emprestar a sua aeronave para que outros realizassem os voos de exame de proficiência.

Conforme informações coletadas com colegas, apresentava um perfil de não aceitar opiniões e críticas, por acreditar ter muito conhecimento técnico. Por esse motivo, com frequência entrava em atrito com quem discordava de seu ponto de vista.

De acordo com observadores que estavam presentes no dia do acidente em tela, o PIC teria ido realizar um voo particular com um passageiro a bordo e, no seu retorno para SIVU, iniciou uma manobra de autorrotação antes de colidir contra o solo.

Nos dias anteriores ao acidente, não foi levantada qualquer informação acerca do PIC ter apresentado comportamento que fugisse da normalidade e que, por ventura, pudesse ter comprometido a sua pilotagem.

1.14. Informações acerca de fogo.

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

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

De acordo com as informações coletadas com um militar da polícia local, por meio do Centro de Operações, foi solicitado via rádio apoio de bombeiros e equipes de resgate após o acidente com o PR-WVW. Nesse contato, foi comunicado que ambos os ocupantes estavam gravemente feridos.

Com a ajuda de civis, os policiais retiraram o para-brisa do helicóptero e cortaram o cinto de segurança do passageiro para extraí-lo. Posteriormente, realizaram a mesma operação para liberar o PIC da aeronave.

A fim de mitigar o risco de explosão, um dos militares, orientado por um funcionário do Aeroclube, desativou o fluxo de combustível. As vítimas foram posicionadas adequadamente para evitar a aspiração de líquidos, dada a gravidade de seus ferimentos.

Por fim, unidades de suporte avançado do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e várias viaturas do Corpo de Bombeiros chegaram ao local. Foram iniciados procedimentos de reanimação, que duraram cerca de 50 minutos. Apesar dos esforços, as duas vítimas foram declaradas mortas no local do acidente.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Em virtude das condições da aeronave após o acidente, não foi possível coletar amostras de óleo lubrificante do motor e AVGAS, a fim de verificar se os referidos materiais estavam de acordo com suas especificações técnicas ou se apresentavam indícios de contaminação.

O motor *Lycoming*, modelo IO-540-AE-1A5, S/N L-33867-48E, que equipava a aeronave foi analisado pela Comissão de Investigação, sendo, inicialmente, inspecionado e desmontado nas dependências do Aeroclube do Espírito Santo, Vila Velha, ES. Em complemento aos trabalhos de análise do motor, os magnetos foram removidos e, posteriormente, testados em bancada.

Durante as observações iniciais, foi constatado que o motor estava com todos os componentes e acessórios íntegros. No entanto, em virtude dos danos decorrentes do impacto contra o solo, o motor teve o cárter seco danificado, o que impediu a realização do teste funcional em outra aeronave ou em bancada de teste (Figura 8).

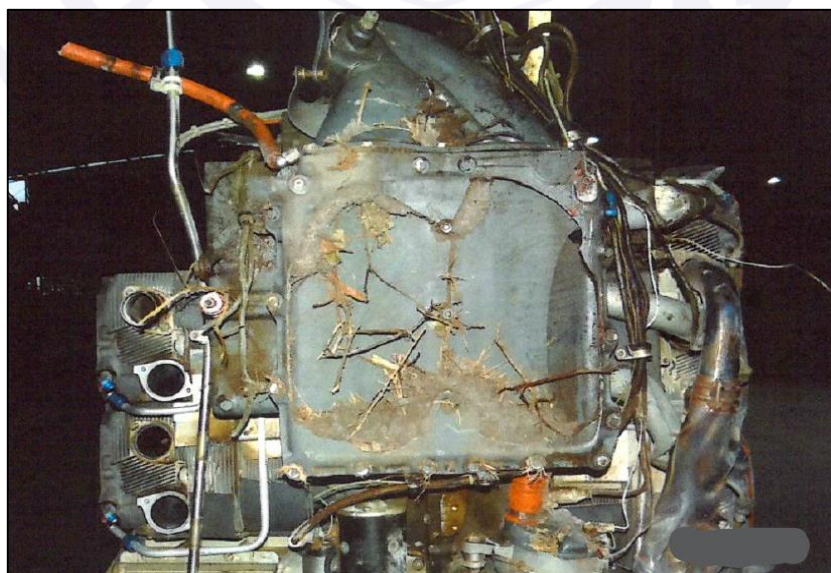


Figura 8 - Vista do cárter seco do motor danificado.

Assim, o passo inicial foi verificar se os cilindros do motor tinham compressão. Para tanto, foi removida uma vela de cada um deles para facilitar o giro do motor. O resultado da verificação foi que havia compressão em todos os cilindros. Essa etapa do trabalho mostrou que o motor não estava emperrado.

Em seguida, no sistema de alimentação de combustível, foram verificados os bicos injetores do motor e constatado que todos eles estavam desobstruídos. O distribuidor de combustível foi desmontado para verificação do diafragma. Ele estava normal e não foi encontrada discrepância ou anormalidade que pudesse comprometer o fornecimento de combustível para o motor (Figura 9).

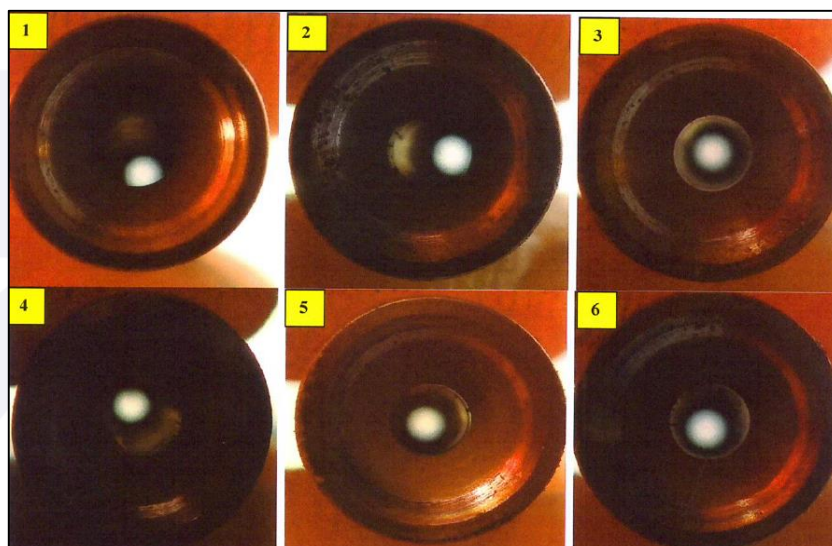


Figura 9 - Vista dos bicos injetores do motor.

Ainda no sistema de alimentação de combustível do motor, foi verificada a servoinjetora e seus componentes internos. O resultado constatou que todos estavam com aspecto normal de funcionamento.

A bomba de combustível não foi testada em bancada e tampouco acionada pela haste de modo manual porque a sua câmara inferior estava perfurada, o que impossibilitava a transferência de combustível para a câmara superior e impedia a realização do teste. Ela foi desmontada e observou-se que as válvulas unidirecionais estavam normais e funcionando de modo correto. Não foi encontrada contaminação no interior das câmaras de combustível.



Figura 10 - Vistas interna e externa da bomba de combustível do motor.

Em seguida, foi verificado o sistema de lubrificação do motor. O filtro de óleo primário estava isento de qualquer tipo de contaminação. Além disso, não foi encontrada contaminação oriunda de desgaste anormal dos componentes internos do motor no elemento filtrante do filtro de óleo principal. Por fim, no interior do cárter não foi localizada anormalidade ou limalha que pudesse indicar um mau funcionamento do motor.

As velas de ignição foram verificadas e observou-se a presença de oxidação, no entanto, ao inspecionar os eletrodos centrais, pôde ser visto que estavam com aspecto de coloração normal de funcionamento (Figura 11).



Figura 11 - Vista geral das velas de ignição do motor.

A seguir, foi verificado o avanço de ignição inicial (calagem). O motor foi colocado na marcação de 20° do Ponto Morto Superior (PMS). Naquele momento, as duas luzes do *time light*, correspondentes aos magnetos, se acenderam. Isso significou que eles estavam montados e sincronizados da maneira correta.

Os magnetos foram removidos e testados individualmente em bancada. Durante o teste do magneto esquerdo do motor, foi percebido que ele não apresentava um funcionamento normal, pois as centelhas produzidas eram intermitentes e aleatórias em todos os cilindros mesmo variando a rotação do motor. Na desmontagem, foi observado que os contatos do platinado (almofadas) estavam carbonizados (Figura 12).



Figura 12 - Carbonização observada nos contatos do platinado do magneto esquerdo do motor.

O magneto direito do motor, de modo similar ao esquerdo, também apresentou anormalidade em seu funcionamento. Foi observada a falta da mola de contato na saída do magneto para os cabos de ignição dos cilindros 02 e 06. As molas estavam soltas no interior e, quando o magneto foi manuseado, saíram do seu alojamento. Nesse mesmo teste, foi observada também a presença de zinabre na saída para o cabo do cilindro 02, indicando o mau funcionamento da vela correspondente àquele cabo.

Em continuidade aos testes, a parte superior do magneto foi desmontada, sendo observado que havia uma discrepância no platinado que gerava o sinal para o tacômetro e o controlador do governador. Esse platinado trabalhava totalmente isolado da carcaça do magneto. Para tanto, eram utilizados isoladores de celeron. No entanto, foi observada a presença de uma arruela não prevista que estava encostada no parafuso de fixação dos terminais elétricos (Figura 13).



Figura 13 - Comparação entre a montagem do parafuso de fixação dos terminais elétricos do magneto direito do motor (arruela não prevista) e outro magneto similar (arruela correta).

A arruela não prevista que foi utilizada na montagem rompeu o isolamento do platinado em questão e ele pode ter gerado sinal degradado para o controlador do governador. Outra discrepância observada foi nos contatos do platinado (almofadas) que estavam carbonizados. Isso também pode ter contribuído para a degradação do sinal elétrico para o controlador do governador e ter indicado baixa RPM do rotor principal (*low RPM*).

A somatória das discrepâncias observadas no magneto direito do motor e a intermitência no centelhamento observada no magneto esquerdo do motor podem ter contribuído para uma falha com consequente perda de potência do motor.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Nada a relatar.

1.18. Informações operacionais.

A aeronave PR-WVV decolou do Aeródromo de Guarapari (SNGA), por volta das 13h15min (UTC), realizou contato com o Controle de Aproximação de Vitória (APP-Vitória), declarando que mantinha 1.000 ft, estava com 2 pessoas a bordo e tinha 2 horas e 30 minutos de autonomia.

De acordo com as evidências observadas, a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento e tinha um peso estimado de 910 kg no momento do acidente.

No contato rádio realizado, o PIC informou ao APP-Vitória que estava voando na direção da posição Ponta da Fruta (20°31'S/040°22'W) e que, após, seguiria para o Aeródromo de João Monteiro (SIVU) para pouso final.

Durante esse contato, o APP-Vitória questionou se a aeronave PR-WVW manteria 1.000 ft. O PIC informou ter a intenção de descer para 500 ft. Tal procedimento foi autorizado pelo órgão de controle solicitando que o PIC reportasse passando a posição Ponta da Fruta mantendo 500 ft, instrução que foi cotejada por ele.

Aproximadamente cinco minutos após o primeiro contato com a aeronave PR-WVW, o APP-Vitória informou que as condições de vento no Aeródromo de SBVT eram de 060° com 8 kt e autorizou a mudança de frequência para a de coordenação livre (123,45 Mhz). O PIC cotejou a mensagem e reportou estar passando pela posição Ponta da Fruta. Esse foi o último contato conhecido realizado pela aeronave PR-WVW.

De acordo com o relato de observadores, confirmado por imagens de câmeras de segurança, a aeronave ingressava no circuito de tráfego a fim de realizar uma aproximação para pouso no sentido da pista 05 de SIVU. Na ocasião, a aeronave estava mantendo uma altura estimada de 500 ft quando iniciou uma descida com elevada razão de afundamento.

Segundo o *Pilot's Operating Handbook* (POH - manual de operação do piloto) - *Section 3 - Emergency Procedures*, uma falha de motor poderia ser indicada por uma mudança no nível de ruído, uma guinada para a esquerda, pelo acendimento da luz de pressão do óleo e/ou uma redução na RPM do motor. O manual orientava, ainda, para o caso de falha do motor, baixar o coletivo imediatamente para entrar em autorrotação (Figura 14).

POWER FAILURE BETWEEN 8 FEET AND 500 FEET AGL

1. Lower collective immediately to maintain rotor RPM.
2. Adjust collective to keep RPM between 97 and 108% or apply full down collective if light weight prevents attaining above 97%.
3. Maintain airspeed until ground is approached, then begin cyclic flare to reduce rate of descent and forward speed.
4. At about 8 feet AGL, apply forward cyclic to level ship and raise collective just before touchdown to cushion landing. Touch down in level attitude and nose straight ahead.

Figura 14 - R44 POH - Section 3 - Emergency - Power Failure Between 8 ft and 500 ft AGL.

Considerando os momentos finais antes do impacto contra o solo, segundo os registros das câmeras de segurança e o relato de observadores, foi possível constatar que houve um desvio para a esquerda na trajetória da aeronave PR-WVW aliado a uma tentativa de realizar o procedimento de autorrotação.

Conforme o documento FAA-H-8083-21 *Handbook Helicopters*, a manobra de autorrotação em helicópteros é uma manobra de descida controlada na qual o motor está desengatado do sistema de rotor principal, e as pás do rotor são impulsionadas apenas pelo fluxo ascendente de ar através do rotor.

Durante a fase final da autorrotação, cerca de 40 ft a 100 ft acima do solo, inicia-se o *flare* (aumento do ângulo de ataque) com o controle do cíclico para trás, reduzindo a

velocidade horizontal e a razão de descida. O *timing* e a intensidade do *flare* são cruciais para assegurar uma aterrissagem suave e controlada.

De acordo com as imagens extraídas da câmera de segurança, às 10h27min48s (local), a aeronave iniciou sua descida. Após cerca de seis segundos, às 10h27min54s (local), a aeronave iniciou um movimento semelhante ao *flare*, em oposição à elevada razão de afundamento naquele momento (Figura 15).



Figura 15 - Aeronave PR-WVV momentos antes do impacto contra o solo.

1.19. Informações adicionais.

O documento "Safety Notice SN-24" da *Robinson Helicopter Company*, emitido em setembro de 1986 e revisado em junho de 1994, tratava de um alerta de segurança sobre o estol do rotor de helicópteros devido à RPM baixas, uma causa significativa de acidentes com helicópteros, tanto fatais quanto não fatais. O estol do rotor ocorre quando o rotor deixa de produzir sustentação suficiente para manter o helicóptero no ar, resultando na queda da aeronave.

O alerta explicava que o estol do rotor é semelhante ao estol de uma asa de avião em baixas velocidades, onde é necessário um ângulo de ataque maior para produzir sustentação. No helicóptero, o estol ocorre devido à baixa RPM do rotor, e não à baixa velocidade. À medida que a RPM do rotor diminui, é necessário um ângulo de ataque maior das pás do rotor para gerar a sustentação necessária.

Além disso, o aviso detalhava que, quando ocorre o estol do rotor, ele não acontece de maneira simétrica devido à velocidade frontal do helicóptero, fazendo com que o estol da pá em retrocesso ocorra primeiro. Isso pode levar a um fenômeno conhecido como "*blow-back*" do rotor, onde o disco do rotor inclina-se rapidamente para trás.

À medida que o helicóptero começa a cair, o fluxo de ar ascendente sob as superfícies da cauda tende a inclinar a aeronave para baixo. Esses efeitos, combinados com o comando do cíclico para trás por parte do piloto, tentando impedir que o nariz caia, frequentemente ocasiona o toque entre a pá do rotor principal e o cone de cauda.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

A aeronave partiu de SNGA com destino a SIVU, a fim de realizar um voo particular.

As condições meteorológicas eram favoráveis, com céu claro e visibilidade acima de 10 km, não sendo um fator contribuinte para o acidente.

O PIC detinha a licença de PPH e possuía qualificações para operar a aeronave. Além disso, ele tinha licenças de Mecânico de Manutenção Aeronáutica, com habilitações para trabalhar em grupos motopropulsores e células, o que sugeria um entendimento técnico aprofundado da aeronave.

Ele também era o proprietário da aeronave, o que introduz uma dinâmica não usual quanto à manutenção e operação do helicóptero. Sua experiência, qualificações e até mesmo as escolhas de manutenção podem ter desempenhado um papel diferenciado na sua conduta na gestão do equipamento.

Conforme o exame toxicológico, não foram encontradas substâncias que poderiam comprometer a sua habilidade de pilotar, confirmando que o PIC não estava sob influência de elementos que poderiam afetar o seu julgamento ou desempenho.

O PIC era descrito como uma pessoa apaixonada pela aviação, com uma tendência a ser audacioso e destemido. Essas características podem ter influências positivas e negativas. Por um lado, demonstram confiança e entusiasmo pela aviação; por outro, podem levar a tomadas de decisão arriscadas ou ao desprezo por protocolos de segurança.

Segundo relatos, o próprio PIC realizava a manutenção da aeronave, o que indicava um alto nível de envolvimento e compreensão técnica. No entanto, isso também sugere uma possível relutância em buscar assistência externa ou aderir a procedimentos padronizados, o que poderia aumentar o risco de erros ou omissões críticas.

O histórico do PIC sugeria uma conduta marcada pela autoconfiança e talvez uma tendência a confiar excessivamente em suas habilidades individuais. Isso pode ter influenciado na maneira como ele respondeu à emergência, potencialmente favorecendo ações rápidas e decisivas, mas também podendo levar a um julgamento apressado ou à falta de busca por alternativas.

Os relatos coletados a respeito do PIC apontaram para a possibilidade de que sua abordagem em relação à pilotagem e manutenção possa não ter sido sempre prudente ou conforme as melhores práticas, potencialmente contribuindo para a sequência de eventos que levou ao acidente.

Com relação à aeronave, constatou-se que ela estava certificada e registrada na categoria de Serviços Aéreos Privados, indicando sua conformidade com os regulamentos de aeronavegabilidade aplicáveis. As inspeções de manutenção, incluindo a inspeção "100 horas" e a Inspeção Anual de Manutenção, foram realizadas em 23SET2020 segundo os registros encontrados por membros da Comissão de Investigação.

Os componentes do sistema de combustível do motor da aeronave, como bicos injetores e a servoinjetora, foram verificados e não apresentaram obstruções ou discrepâncias significativas que pudessem comprometer a alimentação de combustível ao motor. Similarmente, a análise do sistema de lubrificação não revelou contaminação ou sinais de desgaste anormal, sugerindo que o sistema estava funcionando dentro dos padrões esperados.

Durante os testes dos magnetos, foram encontradas discrepâncias, como a presença de uma arruela não prevista e carbonização nos platinados, indicando possíveis falhas no sistema de ignição, que poderiam levar a uma operação irregular ou perda de potência do motor. Ademais, há indicações de que o PIC assumiu responsabilidades de manutenção e tomou decisões que podem ter comprometido a integridade da aeronave, como a utilização de peças não certificadas e adaptações em reparos. Essas ações, na tentativa de

economizar custos, podem ter introduzido riscos não calculados na operacionalidade da aeronave.

Na fase de aproximação final para o pouso, a aeronave entrou em uma “atitude anormal de descida”, indicando uma variação significativa do procedimento de pouso padrão. Tal fato aponta para uma perda de controle em uma fase crítica do voo, na qual a margem para correção e recuperação era mínima.

Em virtude de o acidente ter ocorrido nas proximidades da pista, a condição relacionada à falha pode ter surgido de forma súbita, limitando as opções do PIC para uma resposta eficaz.

A análise dos destroços indicou que a aeronave teve danos substanciais em sua estrutura no impacto, incluindo os rotores e o cone de cauda. Esses danos eram consistentes com um impacto de alta energia. Cabe ressaltar, a presença de evidências de um toque de uma das pás do rotor no cone de cauda, o que sugere uma anomalia na operação.

A colisão contra o solo ocorreu em uma área de mata próxima à cabeceira da pista, indicando que o PIC estava tentando alcançar o aeródromo, mas enfrentou dificuldades que impediram a conclusão segura da aproximação e do pouso. A localização do impacto, à esquerda da cabeceira 05 de SIVU, possibilitou entender a trajetória final e as tentativas de recuperação feitas pelo PIC.

Baseado nas observações e na trajetória final do voo, há indicações de que o PIC tentou uma manobra de autorrotação.

Essa manobra é crítica e realizada em resposta a uma falha de motor, sugerindo que o PIC percebeu uma emergência que exigia uma resposta imediata diante de uma possível guinada à esquerda decorrente da falha do motor, conforme versava a *Section 3 - Emergency Procedures* do POH da aeronave.

As informações contidas no *Safety Alert* SN-24 destacavam a possibilidade de estol do rotor devido à baixa RPM, que é uma condição perigosa em que o rotor não gera sustentação suficiente. Esse cenário está alinhado com a suspeita de falha do motor ou problemas no sistema de ignição, que poderiam levar a uma redução na RPM do rotor principal.

Integrando essas informações, a principal hipótese foi a de que o PIC estava operando a aeronave dentro dos parâmetros normais até enfrentar uma situação adversa, possivelmente relacionada ao desempenho do motor.

A decisão de executar uma autorrotação sugere um reconhecimento da emergência, possivelmente devido a uma perda de potência ou a indicações de baixa RPM do rotor.

A possibilidade de estol do rotor, indicada pelas informações do *Safety Alert* SN-24 e alinhada com as descobertas dos exames dos magnetos, oferece uma explicação plausível para a perda de controle da aeronave.

Enquanto a manobra de autorrotação é a resposta correta para uma falha de motor, a eficácia da manobra depende de vários fatores, incluindo a altura, a velocidade e a habilidade do piloto em executá-la sob pressão.

Embora o registro do último exame de habilitação de classe tenha apresentado um desempenho satisfatório para a manobra de autorrotação, foi levantado por membros da Comissão de Investigação um histórico de baixo desempenho relacionado a essa manobra.

Considerando o desfecho da ocorrência, é possível que o PIC não tivesse conhecimentos e demais condições técnicas para o desempenho naquele procedimento.

De acordo com as imagens extraídas da câmera de segurança, a aeronave iniciou sua descida e, após cerca de seis segundos, iniciou um movimento semelhante ao *flare*, em oposição à elevada razão de afundamento naquele momento.

Nesse contexto, o *timing* e a intensidade do *flare* são cruciais, sendo possível que o PIC não tenha julgado adequadamente a altura de realização do *flare* para assegurar uma aterrissagem suave e controlada.

Dessa forma, a análise sugere que uma cadeia de eventos, iniciando com potenciais problemas no sistema de ignição, pode ter levado a uma redução na potência do motor, necessitando de uma manobra de autorrotação em um cenário crítico que não foi bem-sucedida.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) o PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) em vigor;
- b) o PIC estava com a habilitação HMNC em vigor;
- c) O PIC possuía licença de Mecânico de Manutenção Aeronáutica (MMA) e estava com as habilitações em Grupo Motopropulsor (GMP) e Célula (CEL) vigentes;
- d) o PIC estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- e) a aeronave estava com o CVA válido;
- f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) as escriturações das cadernetas de célula e motor não estavam atualizadas;
- h) as condições meteorológicas estavam acima das mínimas para a realização do voo;
- i) a colisão da aeronave contra o terreno deu-se com elevada razão de afundamento;
- j) o exame toxicológico realizado não identificou substâncias que pudessem ter afetado o desempenho do PIC;
- k) foi observada a presença de uma arruela não prevista que estava encostada no parafuso de fixação dos terminais elétricos do magneto direito do motor;
- l) o laudo emitido registrou discrepâncias no magneto direito do motor e a intermitência no centelhamento no magneto esquerdo do motor;
- m) na aproximação final, houve um desvio para esquerda na trajetória da aeronave PR-WVV com elevada razão de descida;
- n) a aeronave teve danos substanciais; e
- o) o PIC e o passageiro sofreram lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - indeterminado.**

A elevada razão de afundamento com que a aeronave se chocou contra o solo e o desvio para a esquerda na trajetória final indicaram que houve uma utilização dos comandos de voo de forma inadequada, durante uma possível tentativa de realizar o procedimento de autorrotação.

- **Atitude - indeterminado.**

Havia indicações de que o PIC assumiu responsabilidades de manutenção e tomou decisões que podem ter comprometido a integridade da aeronave, como a utilização de

peças não certificadas e adaptações em reparos. Essas ações, na tentativa de economizar custos, podem ter introduzido riscos não calculados na operacionalidade da aeronave.

- Julgamento de pilotagem - indeterminado.

De acordo com as imagens extraídas da câmera de segurança, a aeronave iniciou sua descida e, após cerca de seis segundos, iniciou um movimento semelhante ao *flare*, em oposição à elevada razão de afundamento naquele momento.

Nesse contexto, o *timing* e a intensidade do *flare* são cruciais, sendo possível que o PIC não tenha julgado adequadamente a altura de realização do *flare* para assegurar uma aterrissagem suave e controlada.

- Manutenção da aeronave - indeterminado.

Durante o curso da investigação, foi observada a utilização de uma arruela não prevista, que estava encostada no parafuso de fixação dos terminais elétricos do magneto direito do motor. Esse fato indicou a inadequação de serviço de manutenção realizado na aeronave que pode ter contribuído para um possível mau funcionamento do motor.

- Supervisão gerencial - contribuiu.

Foi possível observar uma inadequada supervisão por parte da Organização de Manutenção onde a aeronave PR-WVW realizava suas inspeções, uma vez que o próprio PIC era o responsável técnico, inspetor-chefe, gestor de qualidade e engenheiro de manutenção dos serviços que eram realizados na aeronave.

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”.

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

A-005/CENIPA/2021 - 01

Emitida em: 25/04/2025

Atuar junto à Organização de Manutenção (OM) do Aeroclube do Espírito Santo, a fim de assegurar que a execução e a supervisão dos trabalhos de manutenção por ela realizados sejam adequadas e suficientes para o atendimento dos requisitos de aeronavegabilidade das aeronaves sob sua responsabilidade.

A-005/CENIPA/2021 - 02

Emitida em: 25/04/2025

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, com a finalidade de alertar os operadores de aeronaves modelo R44 quanto aos riscos associados à correta aplicação técnica da manobra de autorrotação, em especial, no que diz respeito ao conteúdo do *Service Alert* SN-24.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Nada a relatar.

Em 25 de abril de 2025.