

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-104/CENIPA/2016**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PT-YZK</b>
<b>MODELO:</b>	<b>407</b>
<b>DATA:</b>	<b>29JUL2016</b>



## ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

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

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-YZK, modelo 407, ocorrido em 29JUL2016, classificado como [LOC-I] Perda de controle em voo e [ARC] Contato anormal com a pista.

Durante a aproximação final, ocorreu o toque do rotor de cauda contra uma mureta ainda fora da área de pouso. Na sequência, a aeronave efetuou um pouso brusco e continuou em deslocamento à frente, até chocar-se contra outro muro, onde parou.

A aeronave teve danos substanciais.

Dois tripulantes sofreram lesões leves e um terceiro saiu ileso.

Houve a designação de Representante Acreditado do *Transportation Safety Board* (TSB) - Canadá, Estado de projeto/registo da aeronave.



## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave. ....	7
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.....	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.....	8
1.9. Comunicações.....	8
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	8
1.11. Gravadores de voo.....	8
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	8
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	8
1.13.1. Aspectos médicos.....	8
1.13.2. Informações ergonômicas.....	8
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	8
1.14. Informações acerca de fogo.....	9
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	9
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	9
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	11
1.18. Informações operacionais.....	11
1.19. Informações adicionais.....	12
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	14
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>14</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>16</b>
3.1. Fatos.....	16
3.2. Fatores contribuintes.....	17
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>18</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>18</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ADF	Categoria de Registro de Aeronave de Administração Direta Federal
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BKN	<i>Broken (5 and 7 oktas)</i> - Nublado (5 a 7 oitavos)
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CRM	<i>Crew Resource Management</i> - Gerenciamento de Recursos de Equipe (Tripulação)
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FEW	<i>Few (1 and 2 oktas)</i> - Pouco (1 a 2 oitavos)
HMNT	Habilitação de Classe Helicóptero Monomotor a Turbina
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MGSO	Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional
MOP	Manual de Operações
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
OEE	Operador de Equipamentos Especiais
OM	Organização de Manutenção
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PIC	<i>Pilot in Command</i> - Piloto em Comando
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
PRF	Polícia Rodoviária Federal
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RPM	Rotações Por Minuto
SBRJ	Designativo de localidade - Aeródromo Santos Dumont, Rio de Janeiro, RJ
SDPG	Designativo de localidade - Heliponto Palácio Guanabara, Rio de Janeiro, RJ
SERIPA III	Terceiro Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SGSO	Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional / <i>Safety Management System (SMS)</i>
SIC	<i>Second in Command</i> - Segundo em Comando
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
SOP	<i>Standart Operational Procedures</i> - Procedimentos Operacionais Padrão
UAP	Unidade Aérea Pública
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual
VRS	<i>Vortex Ring State</i> - condição de anéis de vórtice

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> 407 <b>Matrícula:</b> PT-YZK <b>Fabricante:</b> <i>Bell Helicopter</i>	<b>Operador:</b> Polícia Rodoviária Federal - PRF
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 29JUL2016 - 19:05 (UTC) <b>Local:</b> Heliporto Palácio Guanabara (SDPG) <b>Lat.</b> 22°56'23"S <b>Long.</b> 043°11'16"W <b>Município - UF:</b> Rio de Janeiro - RJ	<b>Tipo(s):</b> [LOC-I] Perda de controle em voo e [ARC] Contato anormal com a pista. <b>Subtipo(s):</b> NIL

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou das instalações da Polícia Rodoviária Federal (PRF), localizadas no Trevo das Margaridas, por volta das 19h05min (UTC), com destino ao Heliporto Palácio Guanabara (SDPG), ambos localizados no Rio de Janeiro, RJ, para efetuar voo de translado, com dois pilotos e um Operador de Equipamentos Especiais (OEE) a bordo.

Durante a aproximação final, o helicóptero apresentou forte vibração. O Piloto em Comando (PIC) decidiu prosseguir para o pouso. Já próximo ao solo, segundo o PIC, a vibração tornou-se incontrolável e ocorreu o toque do rotor de cauda contra uma mureta, ainda fora da área de pouso.

Na sequência, a aeronave efetuou um pouso brusco e continuou em deslocamento à frente, com vibração e sem controle, até se chocar contra um muro localizado após a área de pouso, onde veio a parar.



Figura 1 - Vista do PT-YZK no local do acidente.

A aeronave teve danos substanciais. Dois tripulantes sofreram ferimentos leves e um terceiro saiu ileso.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	2	-	-
Ilesos	1	-	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais em toda a sua extensão, incluindo rotor principal, cabine, fuselagem, cone de cauda, rotor de cauda e esquis.

### 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	SIC
Totais	3.000:00	800:00
Totais, nos últimos 30 dias	40:00	01:00
Totais, nas últimas 24 horas	01:00	01:00
Neste tipo de aeronave	1.500:00	200:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	40:00	01:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:00	01:00

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio de entrevista com os pilotos.

#### 1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH), na EDRA Aeronáutica Ltda., SP, em 2005.

O Segundo em Comando (SIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na EDRA Aeronáutica, SP, em 1990.

O Operador de Equipamentos Especiais (OEE) realizou curso de formação na própria Polícia Rodoviária Federal (PRF), em 2014.

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

Ambos os pilotos possuíam a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estavam com as habilitações de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válidas.

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

Os tripulantes estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo.

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

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

### 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, modelo 407, de Número de Série (SN) 53335, foi fabricada pela *Bell Helicopter*, em 1999, e estava inscrita na Categoria de Registro Administração Direta Federal (ADF).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As escriturações das cadernetas de célula e motor estavam atualizadas.

A última inspeção da aeronave, do tipo "300 horas/12 meses", foi realizada em 13JUL2016, pela Organização de Manutenção (OM) Helisul Táxi Aéreo Ltda., em Curitiba, PR, estando com 2 horas e 42 minutos voados após a inspeção.

### **1.7. Informações meteorológicas.**

Os *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) do Aeródromo Santos Dumont (SBRJ), distante 2,16 NM do local do acidente, traziam as seguintes informações:

SBRJ 291800Z 17008KT 9999 FEW020 BKN080 23/17 Q1022=

SBRJ 291900Z 17008KT 9999 FEW020 BKN080 22/16 Q1022=

Verificou-se, assim, que as condições no destino eram favoráveis ao voo visual, com visibilidade acima de 10 km e poucas nuvens a 2.000 ft, nublado a 8.000 ft. O vento tinha a direção de 170° com intensidade de 8 kt.

### **1.8. Auxílios à navegação.**

Nada a relatar.

### **1.9. Comunicações.**

Nada a relatar.

### **1.10. Informações acerca do aeródromo.**

O Heliponto Palácio Guanabara (SDPG) era privado, administrado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e operava sob Regras de Voo Visual (VFR), em período diurno e noturno.

A superfície era de concreto, dimensões de 21 x 21 m, rampas 02/20, com elevação de 341 ft.

O local de pouso estava operando conforme a legislação vigente à época e possuía as demarcações e limites estabelecidos para o tipo de operação pretendida.

### **1.11. Gravadores de voo.**

Não requeridos e não instalados.

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

O primeiro impacto da aeronave contra a mureta ocorreu em um perfil descendente de aproximação para pouso no heliponto. O toque do rotor de cauda ocorreu ainda fora da área de toque, a cerca de 2 metros antes do início da área de pouso.

Na sequência, a aeronave efetuou um pouso brusco e continuou em deslocamento à frente, sem controle e no sentido da aproximação, até se chocar contra um muro à frente, onde parou.

Os destroços ficaram concentrados, com o cone de cauda separado da estrutura central do helicóptero.

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

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

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

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

Nada a relatar.

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

De acordo com a coleta de dados, os pilotos e o OEE eram considerados experientes para a realização do tipo de voo.

Os dois pilotos estavam habilitados para exercerem a função de comando da aeronave, porém, conforme a ordem de missão, o piloto menos experiente foi designado para a função de PIC.

Os tripulantes estavam no Rio de Janeiro para participarem das missões em apoio às Olimpíadas. O PIC e o OEE serviam em Campo Grande e o SIC servia em Natal.

Conforme informações levantadas, o PIC demonstrava dificuldade de aderência aos procedimentos previstos para a operação.

Também se levantou que o SIC, durante o voo, manteve-se a maior parte do tempo com sua atenção voltada para um *tablet*.

Todos os tripulantes informaram que a aeronave apresentou vibração excessiva antes da colisão contra o solo. Segundo os relatos, ao observar a vibração excessiva, o SIC orientou o PIC a arremeter. Contudo, o procedimento não foi adotado. O PIC afirmou não ter ouvido essa orientação.

#### 1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

Havia, no local, uma equipe de contra incêndio disponível, contudo, não houve necessidade de ser acionada.

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

Após a parada total da aeronave, os tripulantes saíram pelas portas principais por meios próprios.

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

Os destroços do PT-YZK foram analisados com a finalidade de investigar a vibração anormal reportada pelos tripulantes.

O sistema de amortecimento existente na estrela do rotor principal não apresentou falhas ou fraturas dos componentes. As molas apresentavam condições normais de uso (Figura 2).



Figura 2 - Vista do sistema de amortecimento de vibração na estrela do rotor principal, sem falhas nas molas.

As falhas e fraturas no conjunto das pás e no sistema de *links* de comando do rotor principal eram condizentes com o impacto do helicóptero contra o solo (Figura 3).



Figura 3 - Links das pás do rotor principal. Fraturas e deformações ocorridas por sobrecarga.

Os danos observados no rotor de cauda ocorreram, também, em consequência da colisão, não sendo observados aspectos no componente que possam ter causado vibração anormal.

Foram efetuados ensaios e análises nos *Corner Mounts* em função da possível contribuição desse elemento para a vibração observada pela tripulação (Figura 4).



Figura 4 - Ensaio dinâmico nos *Corner Mounts*.

Os resultados obtidos indicaram que os *Corner Mounts* estavam dentro dos parâmetros aceitáveis para o serviço, mesmo após o acidente.

Alguns danos foram causados durante o impacto com o solo, outros causados por impacto com outras estruturas da aeronave e outros apenas pelo esforço superior ao resistido pela estrutura. Os danos encontrados estavam condizentes com o impacto com o solo e outros objetos. Não foram observados indícios de fadiga.

Os *Corner Mounts* apresentaram comportamento e parâmetros dentro do aceitável para uso. As análises dos *Corner Mounts* revelaram que os mesmos se encontravam em condições aceitáveis para uso e operação mesmo após o acidente, sendo descartada a falha ou funcionamento incorreto.

Os exames realizados nas partes do grupo motopropulsor evidenciaram que o motor apresentava funcionamento normal para a fase do voo e produzia potência no momento do impacto, não sendo evidenciada, nos testes realizados em bancada, qualquer alteração nos componentes que pudessem ter produzido o efeito de vibração descrito pelos tripulantes durante a aproximação para pouso.

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

A organização não dispunha de manuais e outros documentos que formalizassem os procedimentos a serem empregados pelos tripulantes nas operações aéreas executadas. Coexistiam, no operador, procedimentos diversos e informais adotados pelos tripulantes.

Ainda, à época do acidente, a organização não possuía um Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) devidamente aceito pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Os treinamentos previstos pela organização não contemplavam treinamento em *Crew Resource Management* (CRM - gerenciamento de recursos de tripulação), portanto não havia exigência de realização desse curso para tripular a aeronave.

No quadro de tripulantes, à época do acidente, havia profissionais que nunca tinham realizado treinamento em CRM. Os profissionais que já haviam realizado tal treinamento o fizeram, aproximadamente, 4 anos antes do ocorrido.

O desenvolvimento de diferentes perfis de operação era considerado aceitável e comum. Além disso, não havia uma cultura de reportes que auxiliasse a organização na identificação e gerenciamento dos riscos presentes no contexto das operações.

Na data da ocorrência, as operações aéreas de Segurança Pública atendiam os requisitos estabelecidos na Subparte K do Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 91, sendo que, a respeito dos treinamentos, a seção 91.959 estabelecia que:

[...]

(d) É responsabilidade do Órgão estabelecer os padrões mínimos de treinamento das tripulações no que diz respeito às operações de segurança pública e/ou de defesa civil especificadas no parágrafo 91.953(b) deste regulamento.

[...]

Da mesma forma, a seção 91.961, Condições Especiais de Operação, definia que a organização deveria estabelecer programas de treinamento e procedimentos de operação padrão e de segurança de voo com a finalidade de orientar a conduta das tripulações em tais condições especiais.]

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

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante no momento da ocorrência.

Tratava-se de um voo de traslado entre as instalações da Polícia Rodoviária Federal no Trevo das Margaridas e o Heliponto do Palácio Guanabara (SDPG).

Durante a aproximação final, o helicóptero apresentou forte vibração. O PIC decidiu prosseguir para o pouso. Já próximo ao solo, segundo o PIC, a vibração tornou-se incontrolável e ocorreu o toque do rotor de cauda contra uma mureta, ainda fora da área de pouso (Figura 5).



Figura 5 - Ponto de impacto do rotor de cauda contra mureta.

Após esse impacto, os esquis colidiram bruscamente contra a superfície da borda externa da área de pouso, tendo o PT-YZK continuado seu deslocamento à frente, sem controle, no sentido da aproximação, até ultrapassar o limite posterior do heliponto e colidir contra um muro localizado a cerca de 2 metros da área destinada para o pouso e decolagem (Figura 6).



Figura 6 - Trajetória percorrida pela aeronave sobre o heliponto.

### 1.19. Informações adicionais.

Um estol de vórtice ocorria quando o helicóptero estava em velocidade inferior à de sustentação translacional, com razão de descida igual a aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da velocidade do *downwash* e comando de passo coletivo parcialmente aplicado.

Os efeitos do vórtice atingiam seu pico quando a razão de descida alcançava valores aproximadamente iguais a  $\frac{3}{4}$  da velocidade induzida, provocando fortes vibrações e oscilações não comandadas de *pitch* e *roll*, podendo levar à perda de controle da aeronave.

Sobre o assunto, a *Federal Aviation Administration* (FAA) publicou, em 2000, o *Rotorcraft Flying Handbook*, no qual foi descrito que *Vortex Ring State* (VRS - condição de anéis de vórtice) ou *Settling With Power* é uma condição aerodinâmica, no qual um helicóptero apresenta uma descida vertical, mesmo com potência máxima aplicada, restando pouco ou nenhum comando de cíclico.

O termo *Settling With Power* vem do fato de o helicóptero continuar afundando mesmo com a aplicação da potência do motor.

Um VRS totalmente desenvolvido se caracteriza por uma condição instável, em que o helicóptero experimenta oscilações de *pitch* (arfagem) e *roll* (rolamento) não comandadas, tendo pouca ou nenhuma autoridade do comando cíclico, chegando a atingir uma razão de descida de até 6.000 ft/min, se não forem adotadas as respectivas manobras de recuperação.

Nessa condição, a eficiência do rotor é perdida mesmo que a potência ainda esteja sendo fornecida pelo motor.

O helicóptero atinge um ponto em que a maior parte da potência desenvolvida pelo motor é desperdiçada, acelerando o ar em um padrão de "rosca". Com efeito, o helicóptero está voando em sua própria corrente de ar perturbada (Figura 7).

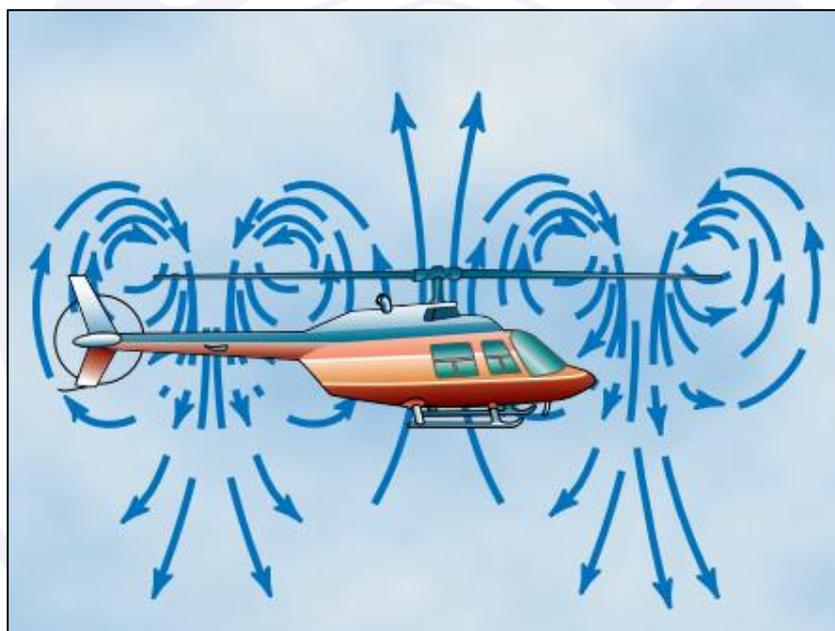


Figura 7 - *Vortex Ring State*. Fonte: *Rotorcraft Flying Handbook* (FAA).

Segundo o manual do FAA, o VRS vem acompanhado por níveis elevados de vibração e pode ocorrer durante qualquer manobra que coloque o rotor principal em uma condição de elevado fluxo de ar ascendente e baixa velocidade à frente.

A combinação das seguintes condições pode contribuir para o desenvolvimento do VRS:

- razão de descida vertical ou quase vertical de pelo menos 300 ft/min. (A taxa crítica real depende no peso bruto, RPM, altitude densidade e outros fatores pertinentes);

- o sistema do rotor principal deve estar empregando parte da potência disponível do motor (de 20 a 100%); e
- velocidade de deslocamento horizontal inferior à de sustentação translacional.

Algumas das situações a seguir também podem conduzir ao *Settling With Power*:

- tentativa de pairar fora do efeito solo em altura superior ao teto de pairado do helicóptero;
- tentativa de pairar fora do efeito solo sem manter o controle preciso da altura; ou com vento de cauda; e
- aproximações de grande ângulo com potência, nas quais a velocidade do ar cai para próximo de zero.

Quando o helicóptero começa a vibrar, uma aplicação adicional do coletivo aumenta tanto o nível de vibração quanto a razão de afundamento. Nesse sentido, a recuperação deve ser iniciada ao primeiro sinal do VRS, aplicando-se o cíclico à frente, para aumentar a velocidade, e, simultaneamente, reduzindo o coletivo.

A recuperação somente estará completa quando a aeronave passar pela velocidade de sustentação translacional e alcançar uma razão de subida estabilizada.

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

Não houve.

## **2. ANÁLISE.**

Tratava-se de um voo de traslado entre as instalações da Polícia Rodoviária Federal, localizada no Trevo das Margaridas e o Heliponto do Palácio Guanabara (SDPG), com dois pilotos e um terceiro tripulante a bordo.

Os tripulantes estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo.

A aeronave encontrava-se com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido e estava dentro dos limites de peso e balanceamento estabelecidos pelo fabricante, bem como as cadernetas de célula e motor estavam atualizadas, não sendo encontradas discrepâncias que pudessem ter associação com a ocorrência.

Apesar de o helicóptero ter apresentado forte vibração, durante a aproximação final, o PIC decidiu prosseguir para o pouso. Quando próximo ao solo, segundo o PIC, a vibração tornou-se incontrolável e ocorreu o toque do rotor de cauda contra uma mureta, ainda fora da área de pouso. Na sequência, a aeronave efetuou um pouso brusco e continuou em deslocamento à frente, com vibração e sem controle, até se chocar contra o muro localizado após a área de pouso, onde veio a parar.

Os exames realizados nas partes do grupo motopropulsor durante o processo de investigação evidenciaram que o motor apresentava um funcionamento normal para a fase do voo e produzia potência no momento do impacto, não sendo evidenciada, nos testes realizados em bancada, qualquer alteração nos componentes que pudessem ter produzido o efeito de vibração descrito pelos tripulantes durante a aproximação para pouso.

As falhas e fraturas no conjunto das pás e no sistema de *links* de comando do rotor principal eram condizentes com o impacto do helicóptero contra o solo.

Os danos observados no rotor de cauda ocorreram também em consequência da colisão, não sendo observados aspectos no componente que possam ter causado vibração anormal.

Os *Corner Mounts* estavam dentro dos parâmetros aceitáveis para o serviço, mesmo após o acidente, sendo descartada a falha ou funcionamento incorreto desses componentes como causa da reportada vibração anormal.

A análise dos destroços evidenciou que alguns danos foram causados pelo impacto com o solo, outros causados por impacto com outras estruturas da aeronave e outros apenas pelo esforço superior ao resistido pela estrutura. Além disso, não foram observados indícios de fadiga no material analisado.

O sistema de amortecimento de vibração na estrela do rotor principal apresentava suas molas intactas, sem qualquer indício de falha ou mau funcionamento, o que excluiu a possibilidade de esse sistema ter contribuído para a forte vibração relatada pelos tripulantes.

Dessa forma, considerando os exames e pesquisas realizados, não foi possível apontar qualquer tipo de falha mecânica que justificasse a forte vibração relatada, não havendo evidências de que uma falha dos sistemas do helicóptero tenha contribuído para o acidente.

Com relação à dinâmica do evento, a investigação identificou que o primeiro impacto ocorreu em um perfil descendente de aproximação para pouso no heliponto.

Os destroços ficaram concentrados, com o cone de cauda separado da estrutura central do helicóptero.

O local de pouso estava operando conforme a legislação vigente à época e possuía as demarcações e limites estabelecidos para o tipo de operação pretendida, não havendo indícios de irregularidades que pudessem comprometer a operação naquele heliponto.

As condições meteorológicas no momento da ocorrência não comprometiam a operação visual para o tipo de missão realizada e a direção do vento na região favorecia a aproximação e o pouso no sentido adotado.

Assim, considerando os aspectos supracitados e o fato de que foi reportada uma vibração, a qual se tornou incontrolável na aproximação final para o pouso, levantou-se a hipótese de que pode ter havido uma condição aerodinâmica conhecida como *Vortex Ring State* ou *Settling With Power*.

Nesse fenômeno, o helicóptero apresenta uma descida vertical, mesmo com potência máxima aplicada. Com isso, ocorre um afundamento, sem controle e com oscilações não comandadas de *pitch* e *roll*.

Nesse caso, a eficiência do rotor principal é perdida mesmo que a potência ainda esteja sendo fornecida pelo motor, uma vez que a maior parte dessa potência é desperdiçada, fazendo com que o helicóptero voe em sua própria corrente de ar perturbada, em um contexto de elevado fluxo de ar ascendente e baixa velocidade à frente.

Para ratificar a validade dessa hipótese, observou-se que o helicóptero se encaixava em um perfil de voo que poderia favorecer o desenvolvimento do VRS a saber: em velocidade inferior à de sustentação translacional, com razão de descida igual a aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da velocidade do *downwash* e comando de passo coletivo parcialmente aplicado.

Além disso, o tipo de aproximação executada, com potência e rampa acentuada, na qual poderia ocorrer uma possível redução da velocidade horizontal para perto de zero, também poderia concorrer para o afundamento com potência conforme observado nesta ocorrência.

Isso posto, é importante destacar que, segundo informações coletadas, o SIC orientou o PIC a arremeter, quando percebeu a vibração excessiva. Contudo, tal procedimento não

foi adotado. O PIC afirmou não ter ouvido essa orientação. Tal fato revela falhas no processo de comunicação entre os pilotos.

Nesse aspecto, os treinamentos previstos pela organização não contemplavam a realização do CRM, o qual seria fundamental para o desenvolvimento de competências sociais e cognitivas exigidas no exercício da atividade aérea, entre elas a de comunicação. Não havia uma regularidade na oferta desse treinamento ou exigência de realização desse curso para tripular a aeronave.

Além disso, não havia uma cultura de reportes que auxiliasse a organização na identificação e gerenciamento dos riscos presentes no contexto das operações.

Sobre isso, na época do acidente, as operações aéreas de Segurança Pública atendiam os requisitos estabelecidos na Subparte K do RBHA nº 91, que definia ser de responsabilidade da organização estabelecer programas de treinamento e procedimentos de operação padrão e de segurança de voo com a finalidade de orientar a conduta das tripulações em tais condições especiais.

Apesar disso, a organização não dispunha de manuais e outros documentos que formalizassem os procedimentos a serem empregados pelos tripulantes nas operações aéreas, coexistindo, no âmbito do operador, procedimentos informais que favoreciam a despadrãoização.

Foi reportado que o SIC manteve-se a maior parte do voo com a sua atenção voltada para o *tablet*, de forma que não estava monitorando, adequadamente, o voo para melhor auxiliar o PIC na tomada de decisão.

No entanto, o fato de o PIC ter prosseguido para pouso, em um perfil de aproximação não estabilizada, caracterizada pela vibração excessiva e pelo afundamento não comandado, revelou prejuízos na sua capacidade de reconhecer e projetar os riscos provenientes de uma operação, condição essa que o levou à redução da consciência situacional.

Esses fatores, prejudicaram a capacidade de julgamento do PIC ao considerar que conseguiria pousar em segurança, em que pese vivenciar uma vibração excessiva.

A sucessão dessa cadeia de eventos concorreu para a perda de controle do helicóptero e a decorrente colisão do rotor de cauda contra a mureta, o que propiciou as indesejáveis consequências deste acidente.

### **3. CONCLUSÕES.**

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

- a) os tripulantes estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) os tripulantes estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo;
- c) os pilotos estavam com as habilitações de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válidas;
- 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 de manutenção estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) o heliponto estava operando conforme a legislação vigente à época e possuía as demarcações e limites estabelecidos para o tipo de operação pretendida;

- i) o helicóptero apresentou vibração excessiva, na aproximação final, antes da colisão contra o solo;
- j) o PIC decidiu prosseguir para o pouso;
- k) após o impacto do rotor de cauda, a aeronave efetuou um pouso brusco e continuou em deslocamento à frente, com vibração e sem controle, até se chocar contra um muro localizado após a área de pouso, onde veio a parar;
- l) os exames realizados nos sistemas do helicóptero não revelaram problemas que pudessem ter causado a vibração anormal;
- m) os exames evidenciaram que o motor apresentava um funcionamento normal para a fase do voo e produzia potência no momento do impacto;
- n) a aeronave teve danos substanciais em toda a sua estrutura;
- o) o PIC saiu ileso; e
- p) o SIC e o OEE sofreram lesões leves.

### 3.2. Fatores contribuintes.

#### - **Capacitação e treinamento - contribuiu.**

A falta de programas de treinamento e procedimentos de operação padrão e de segurança de voo, com a finalidade de orientar a conduta das tripulações em condições especiais, concorreu para a não adoção, por parte dos tripulantes, de ações e decisões mais assertivas e seguras frente à situação anormal vivenciada em voo.

#### - **Comunicação - contribuiu.**

No momento da condição anormal em voo, embora o SIC tenha demonstrado uma iniciativa de auxiliar o PIC na decisão de arremeter, houve falha no processo de passar essa orientação, pois a mensagem não foi recebida adequadamente pelo receptor, que afirmou não ter escutado.

#### - **Coordenação de cabine - contribuiu.**

O SIC orientou o PIC a arremeter, quando percebeu a vibração excessiva. Contudo, tal procedimento não foi adotado. O PIC afirmou não ter ouvido essa orientação, o que revelou ineficiência no aproveitamento dos recursos humanos disponíveis para a operação da aeronave, em virtude de falha na comunicação entre os pilotos.

#### - **Dinâmica de equipe - indeterminado.**

O envolvimento do SIC com o equipamento eletrônico ao longo do voo, a possibilidade de ocorrência do toque da aeronave contra obstáculo antes do pouso e os prejuízos na comunicação estabelecida durante a situação crítica em voo indicaram possível comprometimento na dinâmica de equipe. A baixa interação dos tripulantes pode ter contribuído para o rebaixamento do nível de consciência situacional durante a operação.

#### - **Julgamento de pilotagem - contribuiu.**

O fato de o PIC não ter arremetido, mesmo em um perfil de aproximação não estabilizada, caracterizada pela vibração excessiva e pelo afundamento não comandado, revelou inadequada avaliação de parâmetros relacionados à operação da aeronave.

#### - **Percepção - contribuiu.**

A não identificação das condições que afetavam a realização da operação de forma mais segura demonstrou um rebaixamento da consciência situacional, que culminou na decisão de efetuar o pouso sob condições não favoráveis.

- **Processo Decisório - contribuiu.**

A decisão de prosseguir para o pouso, em um perfil de aproximação não estabilizada, caracterizada pela vibração excessiva e pelo afundamento não comandado, revelou uma dificuldade para perceber, analisar e escolher a alternativa adequada, que seria a de arremeter para outro procedimento de pouso.

- **Sistemas de apoio - contribuiu.**

O operador não dispunha de manuais e outros documentos que formalizassem e padronizassem os procedimentos a serem empregados pelos tripulantes nas operações aéreas.

#### **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-104/CENIPA/2016 - 01**

**Emitida em: 22/09/2023**

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação ao Departamento de Polícia Rodoviária Federal, a fim de que aquela organização intensifique as ações de gerenciamento do risco e utilize as informações obtidas nos eventos de promoção da segurança operacional, objetivando adotar uma cultura organizacional capaz de elevar a percepção coletiva acerca dos riscos inerentes à operação.

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

A partir de 12ABR2019, com a publicação do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 90, intitulado “Requisitos para operações especiais de aviação pública”, foi estabelecida, na Subparte I, a exigência de o operador possuir um Manual de Operações (MOP), dispoendo sobre a política, procedimentos, instruções, orientação e doutrina para o desenvolvimento das operações aéreas da Unidade Aérea Pública (UAP), contendo os seguintes requisitos gerais:

(a) O MOP deverá:

(1) ser um mecanismo de padronização para o alcance do desempenho da segurança operacional da UAP;

(2) ser aprovado pelo gestor da UAP;

(3) prover instruções detalhadas das atividades da UAP, com orientações relativas à segurança operacional;

(4) ser aplicado com consistência e uniformidade dentro da UAP;

(5) incentivar o reporte de discrepâncias, melhorias, atualizações, melhores práticas para a implantação e revisão desta publicação;

(6) ser integrado ao SGSO do órgão ou ente público; e

(7) ser utilizado durante os treinamentos.

(b) Ações ou operações previstas em outras publicações da UAP poderão integrar um MOP.

(c) O conteúdo do MOP deverá observar as especificidades operacionais, atribuições do órgão ou ente público, o tipo de pessoal envolvido e a característica da frota da UAP.

(d) O MOP deverá ser revisado pela UAP sempre que necessário, mesmo após sua implantação, para preservação do desempenho da segurança operacional da referida UAP.

Da mesma forma, a Subparte J - Procedimentos Operacionais Padronizados (SOP) registrava seus respectivos requisitos gerais, a seguir:

(a) Os SOP deverão:

[...]

**(6) basear-se em conceitos centrais de CRM que visam uma coordenação de cabine eficaz, associada ao desempenho da tripulação e das outras pessoas com função a bordo para as atividades relativas a cada função.** (grifo nosso)

[...]

Em, 22 de setembro de 2023.

