

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-117/CENIPA/2019

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PR-EAM
MODELO:	AS 350 B3
DATA:	07AGO2019



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-EAM, modelo AS 350 B3, ocorrido em 07AGO2019, classificado como “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante a decolagem, logo após sair do solo, a aeronave iniciou giro à esquerda. Os tripulantes não conseguiram controlar o helicóptero e houve aceleração do giro e ganho de altura. A aeronave pousou bruscamente cerca de 10 m à frente do ponto de decolagem.

A aeronave teve danos substanciais.

Todos os ocupantes saíram ilesos.

Houve a designação de Representante Acreditado do *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile* (BEA) - França, Estado de projeto da aeronave.



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	7
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave.	7
1.4. Outros danos.....	8
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	8
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	8
1.5.2. Formação.....	8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	9
1.6. Informações acerca da aeronave.....	9
1.7. Informações meteorológicas.....	9
1.8. Auxílios à navegação.....	9
1.9. Comunicações.....	9
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.....	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.....	12
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	12
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	12
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	14
1.18. Informações operacionais.....	16
1.19. Informações adicionais.....	19
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	19
2. ANÁLISE.....	19
3. CONCLUSÕES.....	21
3.1. Fatos.....	21
3.2. Fatores contribuintes.....	21
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	22
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	23

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ADE	Categoria de Registro de Aeronave de Administração Direta Estadual
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BEA	<i>Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile</i>
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAVOK	<i>Ceiling and Visibility OK</i> - Condições de base das nuvens acima de 5.000ft e de visibilidade horizontal acima de 10 km
CBMAM	Corpo de Bombeiros Militares do Estado do Amazonas
CBSAR	Comando de Bombeiros de Salvamento Aéreo e Resgate
CCTV	<i>Closed-Circuit Television</i> - Circuito Fechado de Televisão
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIAC	Centros de Instrução de Aviação Civil
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CNPAA	Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CNT	Comissão Nacional de Treinamento
CRM	<i>Crew Resource Management</i> - Gerenciamento de Recursos de Equipe (Tripulação)
CTOP	Curso de Tripulante Operacional
DDN	Posição do Pedal Esquerdo
DIOA	Departamento Integrado de Operações Aéreas
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAP	Ficha de Avaliação de Piloto
FLIR	<i>Forward Looking Infrared</i> - visão à frente em infravermelho
GOA	Grupamento de Operações Aéreas
GRAER	Grupamento de Radiopatrulhamento Aéreo
GSO	Gestor de Segurança Operacional
HMNC	Habilitação de Classe Helicóptero Monomotor Convencional
HMNT	Habilitação de Classe Helicóptero Monomotor a Turbina
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IIC	<i>Investigator In Charge</i> - Investigador-Encarregado
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - Reporte Meteorológico de Aeródromo
MGSO	Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional
MIV	Manual do Instrutor de Voo
MOP	Manual de Operações
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>

PCAM	Polícia Civil do Estado do Amazonas
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PF	<i>Pilot Flying</i> - Piloto que opera
PIC	<i>Pilot in Command</i> - Piloto em Comando
PM	<i>Pilot monitoring</i> - piloto que monitora
PMAM	Polícia Militar do Amazonas
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
PTO	Programa de Treinamento Operacional
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
SAFO	<i>Safety Alert for Operators</i> - alerta de segurança para operadores
SBEG	Designativo de localidade - Aeródromo Internacional Eduardo Gomes, Manaus, AM
SERIPA VII	Sétimo Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SGSO	Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional
SIC	<i>Second in Command</i> - Segundo em Comando
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SOP	<i>Standard Operational Procedures</i> - Procedimentos Operacionais Padrão
SSP-AM	Secretaria de Segurança Pública do Estado do Amazonas
SWFN	Designativo de localidade - Aeródromo de Flores, Manaus, AM
UAP	Unidade Aérea Pública
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: AS 350 B3 Matrícula: PR-EAM Fabricante: HELIBRAS	Operador: Secretaria de Estado da Segurança Pública do Amazonas
Ocorrência	Data/hora: 07AGO2019 - 14:10 (UTC) Local: Aeródromo de Flores (SWFN) Lat. 03°04'22"S Long. 060°01'16"W Município - UF: Manaus-AM	Tipo(s): [LOC-I] Perda de controle em voo Subtipo(s): NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo de Flores (SWFN), Manaus, AM, de um local de pouso e estacionamento de helicópteros (*spot*), localizado em frente ao hangar da Unidade Aérea Pública (UAP), por volta das 14h10min (UTC), a fim de realizar missão policial, com sobrevoos da cidade de Manaus, com dois pilotos, dois operadores aerotáticos e dois passageiros a bordo.

Logo após sair do solo, a aeronave iniciou giro à esquerda. Os tripulantes não conseguiram controlar e houve aceleração do giro e ganho de altura.

A aeronave pousou bruscamente, cerca de 10 m à frente do ponto de decolagem.

Não houve o toque das superfícies rotativas com o solo, porém o helicóptero apresentou danos na sua estrutura.

A aeronave teve danos substanciais.

Todos os ocupantes saíram ilesos.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	4	2	-

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais no cone de cauda e no estabilizador horizontal, bem como danos leves nos esquis e no rotor de cauda (Figura 1).



Figura 1 - Danos ao cone de cauda da aeronave (visto pelo lado direito).

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Discriminação	Horas Voadas	
	PIC	SIC
Totais	550:00	418:10
Totais, nos últimos 30 dias	06:40	06:25
Totais, nas últimas 24 horas	00:30	00:20
Neste tipo de aeronave	44:20	113:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	06:40	06:25
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:30	00:20

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio da informação prestada pelos pilotos.

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na EDRA Aeronáutica, Ipeúna, SP, em 2010.

O Segundo em Comando (SIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na EDRA Aeronáutica em Ipeúna, SP, em 2012.

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

O PIC possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válida.

O SIC possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válida.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os pilotos estavam qualificados e possuíam a experiência requerida para o tipo de voo.

O PIC tinha 48 anos de idade, ingressou na Unidade Aérea Pública (UAP) após concluir a formação de PPH e PCH na Escola EDRA Aeronáutica. Na unidade, voava o helicóptero S300 (*Schweizer* 300) e AS350 (Esquilo).

Em meados de 2019, ele iniciou o treinamento para exercer a função de comandante da aeronave AS350, concluindo a formação na semana anterior ao acidente.

Das Fichas de Avaliação de Piloto (FAP), não foram observados reportes acerca de dificuldades que pudessem ter contribuído para a ocorrência.

O SIC tinha 44 anos de idade, ingressou na UAP após concluir a formação de PPH e PCH na escola EDRA Aeronáutica. Na unidade, voava o helicóptero S300 (*Schweizer* 300), possuindo cerca de 132 horas de voo nesse modelo e na aeronave AS350, que ele havia voado pela última vez na manhã do dia da ocorrência, mas sem efetivamente atuar nos comandos da aeronave. Ele tinha 113 horas e se encontrava na fase de instrução para comandante.

Da mesma forma que o PIC, na análise realizada nas FAP não foram observados reportes de dificuldades que pudessem ter contribuído para o acidente.

Observou-se que os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo. Contudo, eles possuíam pouca experiência no modelo de aeronave.

Com relação ao voo da ocorrência, essa era a segunda vez que o PIC assumia a função de Piloto em Comando. A primeira havia sido no voo realizado pela mesma tripulação, naquele mesmo dia, no início da manhã.

No segundo voo do dia, o PIC, que ocupava a cadeira da direita, realizava a função de *Pilot Monitoring* (PM - piloto que monitora), isto é, ele não estava atuando nos comandos de voo, de maneira que, o SIC, que ocupava a cadeira da esquerda, realizava a função de *Pilot Flying* (PF - Piloto que opera), isto é, ele é quem estava efetivamente pilotando o helicóptero.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 4771, foi fabricada pela HELIBRAS, em 2009, e estava inscrita na Categoria de Registro de Administração Direta Estadual (ADE).

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 "7D, 30H", foi realizada em 26JUL2019 pela organização de manutenção J.V.C. AEROTAXI, em Manaus, AM, estando com 6 horas e 25 minutos voados após a inspeção.

As últimas inspeções da aeronave, do tipo "IAM, 600H", foram realizadas em 30OUT2018 pela organização de manutenção J.V.C. AEROTAXI, em Manaus, AM, estando com 125 horas e 20 minutos voados após a revisão.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante. Contudo, conforme constatado, a tabela de peso utilizada para realização dos cálculos de peso e balanceamento pertencia a outra aeronave do operador.

A última pesagem utilizada na carta de peso e balanceamento apresentada datava de 02NOV2009, porém, em 2014, foi instalado um equipamento para operação policial, denominado *Forward Looking Infrared* (FLIR - visão à frente em infravermelho).

Após a instalação do referido equipamento não foi realizada nova pesagem, nem tampouco, cálculo do novo momento, visto que o FLIR alterava os parâmetros de peso e centro de gravidade da aeronave, contudo sem que fossem extrapolados, naquela ocasião, os limites previstos em manual.

1.7. Informações meteorológicas.

As condições eram favoráveis ao voo visual.

O *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - Reporte Meteorológico de Aeródromo) do Aeródromo Eduardo Gomes (SBEG), distante cerca de 3 NM do local do acidente, trazia as seguintes informações:

METAR SBEG 071400Z 32004KT CAVOK 27/22 Q1018=

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo era público, administrado pelo Aero Clube do Amazonas e operava sob Regras de Voo Visual (VFR), em período diurno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 11/29, dimensões de 799 x 30 m, com elevação de 203 ft.

Não foram observados fatores afetos à infraestrutura aeroportuária que pudessem ter contribuído para o acidente.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

De acordo com as imagens de uma câmera de segurança (CCTV), foi possível constatar que a decolagem ocorreu às 14h13min20s (UTC). Nesse momento, antes de a aeronave sair do solo, houve giro para a esquerda, ocorrendo o arrastamento dos esquis no solo (Figura 2).



Figura 2 - Momento em que a aeronave inicia a decolagem.

Após sair do solo, a aeronave continuou o movimento de giro para a esquerda ao mesmo tempo em que começou a ganhar altura e acelerar o giro. Às 14h13min25s (UTC), ao atingir cerca de 90° de giro e cerca de 3 m de altura, ocorreu aceleração brusca do giro e a aeronave inclinou lateralmente (Figura 3).



Figura 3 - Primeiros 90° de giro à esquerda e perda de controle.

Dois segundos após, às 14h13min27s (UTC), a aeronave completou os primeiros 360° de giro à esquerda, em relação à posição de decolagem (Figura 4).



Figura 4 - Primeiro giro completo à esquerda (360°).

Em seguida, a aeronave continuou o giro à esquerda e perdeu altura rapidamente, quando às 14h13min28s (UTC) ocorreu o impacto contra o solo em atitude cabrada de, aproximadamente, 10°. Nesse momento, houve o choque da cauda da aeronave e da porção traseira dos esquis (Figura 5).



Figura 5 - Toque com o solo em atitude cabrada.

A aeronave continuou o giro, contudo em desaceleração, baixou o nariz até cerca de 10° picados, continuou o giro apoiada na parte frontal dos esquis, porém sem sair do solo e completou mais 270° de giro. A parada ocorreu às 14h13min32s (UTC), com o helicóptero deslocado cerca de 10 m da posição inicial (Figura 6).



Figura 6 - Posição final da aeronave, na qual o nº 1 refere-se à posição inicial (decolagem) e o nº 5 refere-se à posição final.

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.

O PIC e o SIC tinham uma relação de amizade além do ambiente de trabalho, mas nunca haviam voado juntos na aeronave AS350 Esquilo até o dia do acidente. Já haviam operado juntos apenas na aeronave R44 Robinson, que era operada exclusivamente pela Polícia Civil, antes da criação do Departamento Integrado de Operações Aéreas (DIOA).

O PIC afirmou ter um perfil de operação cauteloso, nada arrojado e que, ultimamente, ficava “mais tranquilo” quando não tinha voo. O último treinamento de *Crew Resource Management* (CRM - Gerenciamento de Recursos de Tripulação) havia sido realizado cerca de três anos antes do acidente.

Uma semana antes da ocorrência, o PIC foi promovido a comandante na aeronave AS350 após ter cumprido o cronograma estabelecido pelo Programa de Treinamento Operacional (PTO). Aquele era o seu segundo voo na função de Piloto em Comando.

O SIC afirmou ser extremamente metódico e que optou por não renovar a Habilitação de Classe Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC), necessária para operar a aeronave R44 Robinson devido às diferenças de procedimentos em relação à aeronave Esquilo.

O tripulante aerotático da direita exercia a função desde 2009, mas só realizou o Curso de Tripulante Operacional (CTOP) em 2012, quando passou a ser exigido dos tripulantes a conclusão desse curso. Além de exercer a função de patrulheiro, o tripulante aerotático orientava o piloto nas operações em área restrita e realizava o *briefing* de segurança aos eventuais passageiros. A escala de serviço desse tripulante era de 24h, sendo que não era necessário dormir na base.

Os tripulantes aerotáticos eram policiais militares ou bombeiros que realizaram a formação em instituições de segurança pública de outros estados.

Segundo relatos, o treinamento que estava incluído na rotina diária da organização, previa exercícios no voo, no solo e na água, contudo, não foram disponibilizadas as fichas de desempenho.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

O tripulante aerotático da direita estava sentado no piso da cabine, também conhecido como “barca”, e utilizava apenas o cabo de segurança, conhecido como “rabo de macaco”, sem fazer uso do cinto abdominal.

O tripulante aerotático da esquerda tinha por hábito voar em pé na porta, com os pés apoiados no esquí. Com a velocidade do giro, foi jogado para fora da aeronave, ficando pendurado ao lado da porta do PIC pelo “rabo de macaco”, até a parada total.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

A aeronave foi submetida a uma série de verificações relacionadas ao correto funcionamento do sistema hidráulico e comandos de voo. Os exames se deram nas

dependências do hangar do operador, contando com a presença de especialistas do fabricante da aeronave, representantes do operador e da empresa responsável pela manutenção.

A verificação da caixa de engrenagens de cauda, cabeça do rotor de cauda e das pás do rotor de cauda confirmaram que esses conjuntos estavam em boas condições e operavam corretamente no momento do acidente.

O conjunto completo de controle do rotor de cauda, os pedais e as pás do rotor de cauda foram verificados e foi possível confirmar que esses sistemas estavam operando de acordo com o previsto nos manuais do fabricante.

Analisando a árvore de comando do rotor de cauda, não foram observados quaisquer danos que pudessem ter ocorrido antes do acidente e que pudessem ter comprometido seu funcionamento adequado, demonstrando estar operacional, mesmo com os danos observados na estrutura do cone de cauda.

Durante o exame do rotor de cauda, foram observadas marcas de contato entre os contrapesos das pás do rotor de cauda (Figura 7) e o final do prato de controle rotativo (Figura 8).



Figura 7 - Visão aproximada da marca deixada no contrapeso, em função do contato com o prato de controle rotativo.



Figura 8 - Marca observada no prato de controle rotativo, ocasionada pelo contato do contrapeso da pá do rotor de cauda.

Para que fosse possível o contato entre o contrapeso e os pratos rotativos, o pedal esquerdo deveria ser aplicado até o final do seu curso (batente), uma vez que, nessa condição, o prato rotativo ficava na posição mais próxima dos contrapesos (Figura 9).

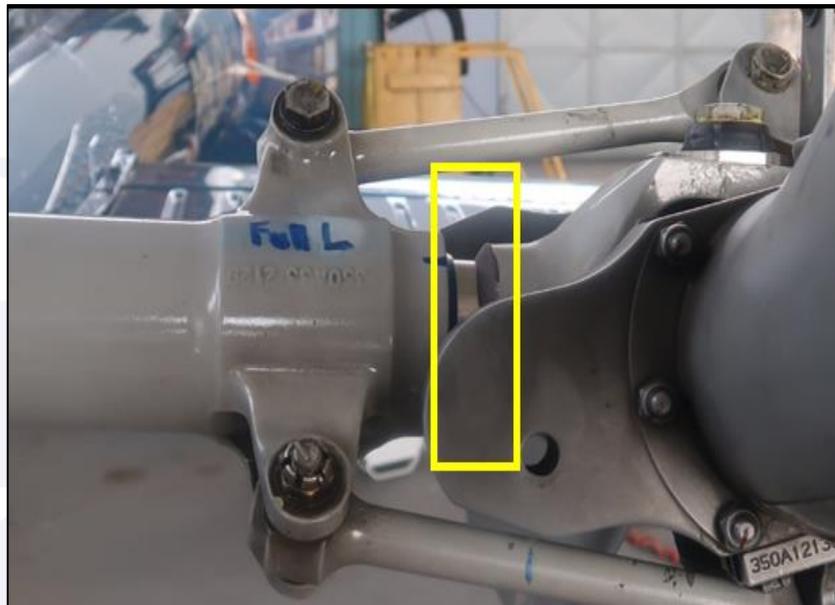


Figura 9 - Distância entre o contrapeso da pá do rotor de cauda e do prato rotativo com o pedal esquerdo na posição de fim de curso.

Com o pedal aplicado até o seu batente esquerdo, houve o aumento excessivo da velocidade de giro e, por consequência, o efeito de batimento, o que possibilitou o contato dos contrapesos com o prato rotativo.

Ressalta-se que, quando o pedal direito está aplicado até o seu batente, a distância entre o contrapeso da pá do rotor de cauda e o prato de controle rotativo não possibilita o contato entre essas partes (Figura 10).

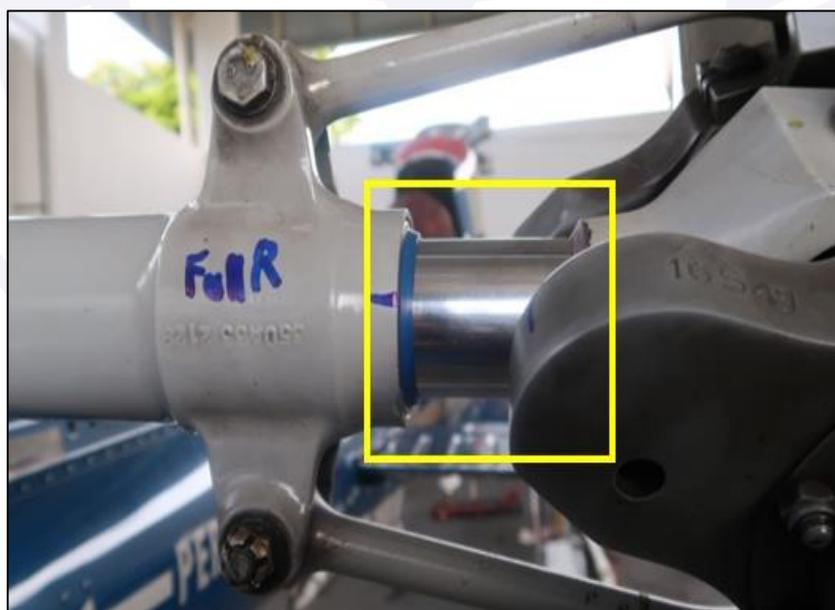


Figura 10 - Distância entre o contrapeso da pá do rotor de cauda e do prato rotativo com o pedal direito na posição fim de curso.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

O Departamento Integrado de Operações Aéreas (DIOA) foi criado em 13JUL2018, por meio da Lei nº 4624, tendo como finalidades o planejamento, a coordenação, a

execução e o controle de todas as atividades aéreas de Segurança Pública e Defesa Civil geridas pela Secretaria do Estado da Segurança Pública do Amazonas (SSP-AM).

Com isso, os antigos grupamentos aéreos - Grupamento de Operações Aéreas (GOA) da Polícia Civil do Amazonas (PCAM), Comando de Bombeiros de Salvamento Aéreo e Resgate (CBSAR) do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM) e Grupamento de Radiopatrulhamento Aéreo (GRAER) da Polícia Militar do Amazonas (PMAM) - encerraram suas atividades aéreas, mantendo apenas funções administrativas dentro de suas instituições de origem.

A UAP possuía em seu quadro de integrantes, membros das Forças de Segurança Pública do Amazonas, sendo elas: Polícia Militar do Amazonas, Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas e Polícia Civil do Estado do Amazonas. À época do acidente, contava com 29 integrantes, sendo 16 pilotos, 9 tripulantes aerotáticos e 4 mecânicos. Muitos desses integrantes também exerciam funções administrativas na organização, mas, no dia em que estavam escalados como tripulantes, ficavam exclusivamente à disposição das operações aéreas.

À época do acidente, a UAP estava em funcionamento havia um ano e, diferentemente do GRAER, quem estava lotado no Departamento Integrado só exercia atividades aéreas. Nas entrevistas realizadas, ficou perceptível que alguns membros consideraram positiva a integração das operações aéreas das Polícias Militar, Civil e do Corpo de Bombeiros e relataram melhorias no que se referia à segurança de voo.

Com relação aos meios aéreos, a unidade estava dotada de dois helicópteros AS350 Esquilo, um helicóptero *Schweizer* S300 e uma aeronave anfíbia experimental modelo Super Petrel.

A manutenção das aeronaves era realizada em uma empresa de manutenção localizada em frente ao hangar da UAP, que tinha autonomia com relação à execução desses serviços.

À época, não estava formalmente implantado um programa de formação inicial, sendo que os pilotos e os mecânicos egressos das antigas unidades isoladas da PMAM, CBMAM e PCAM haviam realizado a sua formação básica em Centros de Instrução de Aviação Civil (CIAC) por conta própria.

De acordo com os pilotos e operadores aerotáticos, a UAP não possuía Programa de Treinamento, Manual de Operações (MOP) ou *Standard Operational Procedures* (SOP - Procedimentos Operacionais Padrão) formalmente implantados. Constatação que também havia sido observada na última Vistoria de Segurança Operacional, realizada após a criação do DIOA pelo Gestor de Segurança Operacional (GSO) da UAP.

Segundo informações coletadas nas entrevistas, a reciclagem dos tripulantes aerotáticos costumava ser realizada pelo tripulante com mais experiência.

As operações aéreas policiais costumavam ocorrer dentro da “curva do homem morto”, isto é, em uma área do gráfico de desempenho do helicóptero que, em caso de falha do motor, a aeronave não teria altura/velocidade suficientes para realizar um pouso de emergência em segurança.

Das documentações utilizadas para o treinamento, constatou-se que existiam requisitos e documentos desatualizados como, por exemplo, o Regimento Interno da Organização, o qual estabelecia os critérios para a elevação operacional.

Tais critérios tinham como base os requisitos da Subparte K do Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 91 - Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civas, em vigor na data da ocorrência, que foi substituído pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 90 - Requisitos para Operações Especiais de Aviação

Pública, aprovado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) por meio da Resolução nº 512, de 12ABR2019.

Essa Resolução, além de aprovar o RBAC 90, definia prazos para adequação das UAP aos novos requisitos, tais como: implantação de um MOP, implantação de SOP, adequação dos PTO, dentre outras providências.

À época da ocorrência, a UAP estava operando de acordo com a Subparte K do RBHA 91, contudo, em transição para os requisitos previstos no RBAC 90.

1.18. Informações operacionais.

O objetivo do voo era realizar um sobrevoo de observação policial. Estavam a bordo dois tripulantes aerotáticos e dois passageiros.

Os pilotos relataram ter realizado o pré-voo juntamente com o mecânico e, após todos embarcarem, foi realizada a verificação dos sistemas da aeronave, o *checklist* de decolagem e contato com o Controle de Tráfego Aéreo.

O PIC informou que, durante a decolagem, foi surpreendido com um giro rápido da aeronave para a esquerda. Em seguida, houve a perda de sustentação e o impacto no chão. Em entrevista, foi possível constatar que os dois atuaram ao mesmo tempo nos comandos, inicialmente na tentativa de cessar o giro e, posteriormente, de evitar o pouso brusco, sem que houvesse qualquer comunicação verbal entre eles.

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

O helicóptero AS350 era dotado de um rotor principal e um rotor de cauda (dispositivo antitorque). O rotor principal possuía giro no sentido horário, gerando um efeito de torque no sentido oposto.

Por esse motivo, durante a decolagem no AS350, o piloto necessitava aplicar o pedal direito, buscando anular o efeito do torque ocasionado pelo aumento da potência no rotor principal. Conforme informado nas entrevistas, era normal iniciar a decolagem com o pedal direito ligeiramente calçado.

O helicóptero S300, que era fabricado pela *Schweizer Aircraft*, possuía um rotor principal e um rotor de cauda na mesma configuração do AS350. Contudo, o rotor principal do S300 possuía giro no sentido anti-horário, gerando um efeito de torque para a direita.

Dessa forma, durante a decolagem no S300, o piloto deveria iniciar o procedimento com o pedal esquerdo ligeiramente aplicado, procedimento inverso ao que era esperado para o AS350.

No dia do acidente, a tripulação já havia realizado um voo pela manhã no AS350, que foi conduzido pelo PIC e transcorreu sem qualquer intercorrência.

Para o segundo voo do dia, o SIC estava nos comandos e iniciou uma decolagem vertical, procedimento que consistia em ganhar cerca de 1,5 m de altura, sem realizar deslocamento, isto é, mantendo a posição para, então, continuar a subida até livrar os obstáculos presentes e prosseguir o deslocamento.

Conforme disponibilizado pelo operador, era utilizado, para fins de treinamento, um documento denominado "Manual de Treinamento", fornecido pelo fabricante da aeronave e que trazia em seu item 4.4.2 "Verificação e procedimento de decolagem", a seguinte informação:

Aumentar gradualmente o passo coletivo para pairar a 5 ft. Verificar os instrumentos de controles mecânicos e do motor, com as luzes no painel de alarmes apagadas.

Tal procedimento estava disponível a bordo da aeronave no manual de voo, que trazia em sua seção 4.4 - *Takeoff*, a seguinte informação (Figura 11):

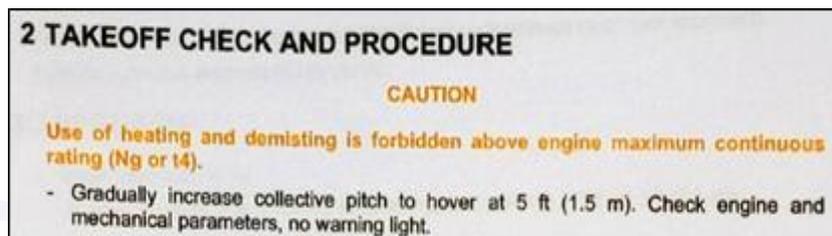


Figura 11 - Extrato do manual de voo - Seção 4.4 - *Takeoff*.

Ainda, o manual de operação utilizado pelo operador, denominado “Manual do Piloto”, que era utilizado para fins de padronização e descrição das manobras, em seu item 3.5 “Decolagem vertical”, descrevia a seguinte informação:

- (1) Aplique o coletivo suave e continuamente, com o objetivo de colocar o helicóptero leve nos esquis.
- (2) Aplique o comando de pedal para corrigir as variações de proa, ainda leve nos esquis.
- (3) Utilize o comando cíclico para corrigir as variações do plano horizontal, ainda leve nos esquis.
- (4) Marque uma referência visual à frente do helicóptero e aplique o coletivo continuamente.
- (5) Para manter o helicóptero na vertical do ponto, durante a decolagem, sentiremos que o mesmo estará ligeiramente inclinado para a direita.
- (6) Assim que o helicóptero deixar o solo, serão necessárias pequenas e suaves correções de:
 - Cíclico - para evitar deslocamentos.
 - Pedal - para manter a proa.
 - Coletivo - para manter a altura de 5 ft (1,5 metros).

Verificou-se nas imagens que, logo após a aeronave ser retirada do solo, não houve o cheque do pairado conforme definia os manuais de operação e que a aeronave continuou o giro para a esquerda e ganhou altura, até cerca de três metros, quando ocorreu a perda de controle.

O PIC relatou que, assim que percebeu a guinada brusca, tentou recuperar o controle e pousar a aeronave, contudo, sentiu os comandos “duros”. O PIC, que não estava manobrando a aeronave, ao tentar recuperar o controle, não informou ao SIC dessa ação.

O Manual do Instrutor de Voo (MIV), elaborado pelo Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CNPAA), por meio da sua Comissão Nacional de Treinamento (CNT) em 2016, em sua página 54, abordava a passagem positiva de comandos da seguinte forma:

Ainda sobre a passagem positiva dos comandos, nunca se deve ter dúvidas sobre quem está controlando a aeronave. Caso haja, o instrutor deverá assumir os comandos e informar o que está fazendo, até que a dúvida seja totalmente sanada (“TÁ COMIGO” versus “TÁ CONTIGO”).

O instrutor deverá estar sempre preparado para assumir o comando da aeronave a qualquer momento. Logo, é importante destacar aos alunos no *briefing* que a atuação conjunta nos comandos, com o fito de ensino, pode acontecer naturalmente. Contudo, “TÁ COMIGO” significa desimpedir a atuação nos comandos em toda a amplitude.

Mediante solicitação ao fabricante, foi realizada uma simulação em computador, tomando-se por base as informações coletadas no momento da ocorrência e a dinâmica do voo, capturada pelo sistema de CCTV do operador, para verificar se seria possível estimar, por meio de cálculos, a posição do pedal do comando do rotor de cauda, necessária para reproduzir a mesma velocidade de giro observada no dia da ocorrência.

Para essa simulação, foram utilizados os mesmos parâmetros do dia do acidente, quais sejam: peso de decolagem de 2.171 kg, altitude de 30 ft, temperatura externa de 30°C e sem vento.

Baseando-se nesses dados e utilizando-se como referência a porção do vídeo onde a aeronave realizou um giro de 360° em cerca de 4,5 segundos, foi possível estimar a posição necessária do comando do rotor de cauda (pedal) para que ocorresse o giro observado.

Inicialmente, para se manter um voo pairado, dadas as condições de peso da aeronave e meteorológicas daquele momento, seria necessária a aplicação de aproximadamente 66% de pedal direito.

Com o pedal direito aplicado em 66%, foram então realizadas simulações de aplicação do pedal esquerdo a cada meio segundo, sendo que cada simulação variava na intensidade desse comando, de 10% a 50% do pedal esquerdo.

Essa metodologia foi necessária para que fosse possível entender o efeito do novo *input* de comando na proa do helicóptero e velocidade do giro, em função da velocidade em que o novo comando era aplicado, sendo gerado o gráfico da Figura 12, abaixo:

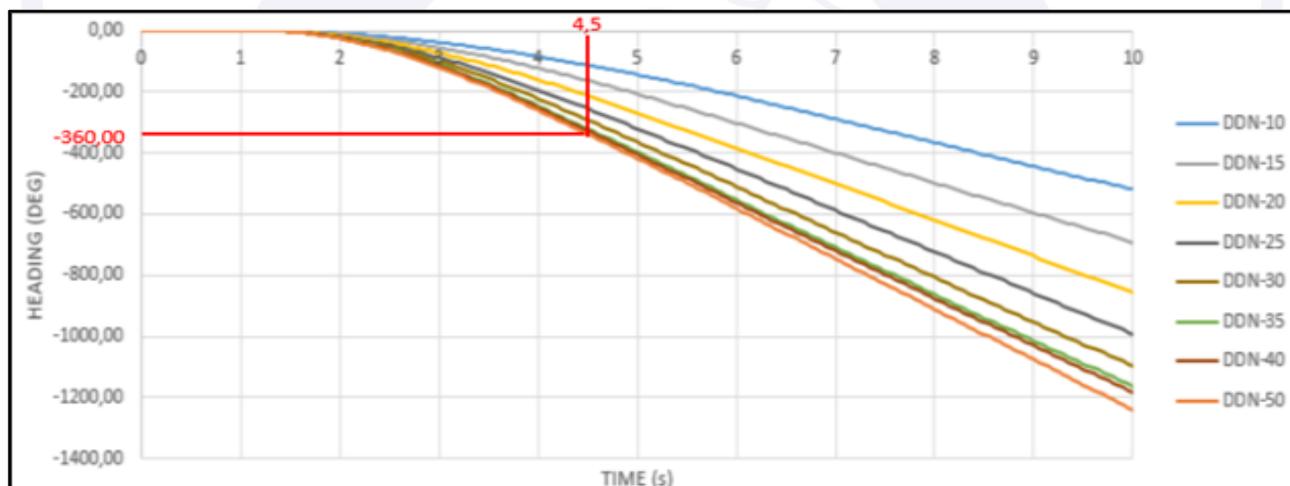


Figura 12 - Efeito da velocidade de aplicação do pedal esquerdo na variação de proa da aeronave em função do tempo. Nota-se que a Curva DDN-50 atinge 360° de curva em 4,5 segundos.

Considerando a curva "DDN-50" (aplicação em incrementos de 50% do pedal esquerdo a cada meio segundo) observa-se que em, aproximadamente, 4,5 segundos a proa da aeronave (*heading* DEG) está próxima à 360°.

Nesse contexto, o Manual de Instrução apresentado pelo operador, trazia a seguinte limitação:

Em voo pairado, evitar giros rápidos e superiores a uma volta completa em menos de 6 segundos.

Ainda, das imagens de CCTV, foi possível constatar que a aeronave realizou uma volta completa em 4,5 segundos, contados a partir do momento da perda de controle, que se iniciou quando a aeronave já se encontrava defasada 90° para a esquerda da proa de decolagem.

1.19. Informações adicionais.

A decolagem sem a realização do cheque do pairado foi fator decisivo em ocorrências, como, por exemplo, o acidente ocorrido em 03JUL2015 na cidade de Frisco, Colorado, Estados Unidos da América, com uma aeronave similar ao PR-EAM.

Naquela ocasião, conforme constava no Relatório Final NTSB/AAR-17/01, emitido pelo *National Transportation Safety Board* (NTSB), o tripulante possivelmente esqueceu de acionar o sistema hidráulico e realizou uma decolagem direta, sem efetuar o cheque do pairado, conforme explícito no manual de operação.

Logo após decolar, a aeronave iniciou giro à esquerda e ganhou altura até que houve a perda de controle, com posterior choque violento contra o solo e incêndio pós-impacto. Dois tripulantes sofreram ferimentos graves e o piloto faleceu.

Em função desse acidente, a *Airbus Helicopter*, fabricante da aeronave, emitiu o boletim de segurança *Safety Information Notice* N° 2992-S-00, datado de 21JAN2016, para relembrar aos pilotos as melhores práticas no sentido de garantir uma decolagem segura. Essas práticas incluíam o seguinte, conforme tradução livre da Comissão de Investigação:

Certifique-se que cargas normais estão sendo sentidas nos comandos de voo (cíclico, coletivo e pedais);

Verifique que as posições dos interruptores e configuração da cabine (luzes de aviso e cuidado apagadas) estão corretas para a fase do voo; e

Realize um voo pairado a aproximadamente 5 ft e confirme o comportamento normal da aeronave.

Ainda, a *Federal Aviation Administration* (FAA) emitiu, em 15NOV2016, o *Safety Alert for Operators* (SAFO - alerta de segurança para operadores) SAFO 16016 - *Helicopter stabilized hover checks before departure*.

Nesse boletim, a FAA informava que, em diversas investigações de acidentes ocorridos com helicópteros, foi observada a recorrência da decolagem sem a realização do cheque do pairado pelos pilotos. O alerta recomendava que os pilotos sempre realizassem o cheque do pairado antes da decolagem, exceto nos casos em que as condições operacionais não permitissem.

Era recomendado, ainda, que a decolagem fosse abortada se, “durante a aplicação inicial de potência com o coletivo, a aeronave não estivesse estabilizada”.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

A utilização da simulação de mecânica de voo, realizada pelo fabricante, serviu para fundamentar as informações obtidas por meio da filmagem de CCTV, fornecendo uma fundamentação teórica acerca da reação aerodinâmica da aeronave no caso de uma aplicação brusca do pedal esquerdo até o fim de curso (batente).

Essa análise serviu para corroborar as marcas observadas nos contrapesos das pás do rotor de cauda e do prato rotativo, que foram causadas pelo fenômeno conhecido como batimento (*flapping*) do rotor de cauda.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo policial. O SIC, na função de *Pilot Flying*, estava nos comandos e iniciou uma decolagem vertical. O PIC, na função de *Pilot Monitoring*, acompanhava a operação naquele momento.

Assim que a aeronave ficou “leve nos esquis”, houve um movimento de guinada para a esquerda, ocorrendo a derrapagem ainda em solo. O movimento continuou à medida que o helicóptero subia.

Após girar 90° para a esquerda, com três metros de altura, o giro aumentou de velocidade. Nesse momento, o PIC passou a atuar nos controles de voo. Contudo, não houve comunicação desse procedimento com o SIC.

Assim, concluiu-se que ambos passaram a atuar simultaneamente, pois não houve uma transferência positiva de comandos, o que prejudicou a capacidade da tripulação para reagir adequadamente àquela emergência, ocasionando a perda de controle em voo.

Conforme constava no MIV, não deveria haver dúvida sobre quem estava nos comandos da aeronave, bem como não deveria ocorrer a atuação simultânea.

As marcas de contato entre o prato de controle rotativo e os contrapesos das pás do rotor de cauda indicaram que ocorreu o fenômeno aerodinâmico conhecido como batimento, ocasionado pela aplicação do comando do pedal esquerdo até próximo ao fim do seu curso, o que resultou em um giro de cauda com razão maior que 60° por segundo. Essas constatações foram corroboradas pelas imagens de CCTV obtidas e por meio das simulações aerodinâmicas realizadas pelo fabricante, que levaram em consideração as condições do momento da ocorrência.

O sistema hidráulico e de comandos de voo da aeronave foi testado e considerado funcional, mesmo com os danos observados após a ocorrência, sendo descartada pela Comissão de Investigação a falha desses componentes.

Dessa forma, a Comissão de Investigação levantou a hipótese de que o SIC teria aplicado, equivocadamente, o pedal esquerdo durante a decolagem e, à medida que o giro aumentava, na tentativa de cessar o movimento, aplicou mais pedal esquerdo até o fim de curso, ocorrendo perda de controle e contato dos contrapesos das pás do rotor de cauda com o prato de controle rotativo.

Essa aplicação equivocada do pedal, possivelmente, ocorreu por confusão do piloto, em função do modelo mental que ele possuía por operar o helicóptero S300, que requeria a aplicação do pedal esquerdo para se anular o efeito do torque do rotor principal, que girava em sentido oposto ao do AS350.

A aplicação incorreta do pedal poderia ter sido percebida pelos tripulantes, caso o procedimento do cheque do pairado fosse realizado, o que poderia ter possibilitado a redução dos danos observados. Essa inobservância de procedimentos denotou uma inadequada supervisão pela organização, baixa adesão às normas e procedimentos, bem como uma cultura informal compartilhada.

A falha na execução do cheque do pairado já havia sido detectada anteriormente, inclusive tendo sido fator contribuinte em outras ocorrências, como no acidente ocorrido em 03JUL2015 na cidade de Frisco, Colorado, Estados Unidos da América.

Não havia uma previsão formal de treinamento e a UAP também não possuía, à época, um SOP implantado. Esse fato refletiu a informalidade da cultura organizacional da instituição que ainda estava carente de uma doutrina de operação.

Ressalta-se que ambos os tripulantes possuíam pouca experiência no modelo de aeronave.

Ainda em relação a pouca experiência do PIC, é possível que a sua capacidade operacional para gerenciar a condição anormal apresentada estivesse aquém do requerido naquele momento.

A interferência do PIC na pilotagem, sem que houvesse uma passagem positiva de comandos, denotou uma ineficiência no aproveitamento dos recursos humanos disponíveis para operação da aeronave, em virtude de gerenciamento inadequado das tarefas afetas a cada tripulante.

Nesse sentido, a ausência da participação em um programa formal e periódico de treinamento e a falta de acompanhamento da proficiência operacional dos pilotos favoreceram ações inadequadas tanto para a aplicação incorreta do pedal, quanto na atuação simultânea nos comandos e supressão de procedimentos previstos em manual.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) os pilotos estavam com as habilitações de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válidas;
- c) os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo, contudo, possuíam pouca experiência no modelo de aeronave;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) apesar de a ficha de peso e balanceamento apresentada referir-se à outra aeronave do operador, 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 eram propícias à realização do voo;
- h) não foi seguido o procedimento *takeoff check*;
- i) não foi realizado o cheque do pairado;
- j) houve contato entre o prato rotativo e os contrapesos das pás do rotor de cauda;
- k) a aeronave realizou um giro completo em 4,5 segundos;
- l) o helicóptero pousou bruscamente;
- m) a aeronave teve danos substanciais; e
- n) todos os ocupantes saíram ilesos.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

A aplicação do pedal esquerdo até o fim de curso (batente), fez com que a aeronave realizasse um giro descontrolado para a esquerda, completando 360° em 4,5 segundos. Como não houve uma passagem positiva de comandos, ocorreu operação simultânea e descoordenada dos comandos de voo, o que ocasionou a perda de controle em voo e o consequentemente pouso brusco.

- **Capacitação e treinamento - contribuiu.**

Não havia uma previsão formal da participação dos pilotos em programas de capacitação e treinamento continuado, o que inviabilizou a manutenção dos conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias ao desempenho eficaz em voo.

- **Coordenação de cabine - contribuiu.**

A tentativa do PIC de assumir os comandos de voo sem comunicar ao PF, demonstrou uma coordenação de cabine deficiente e inviabilizou a retomada do controle da aeronave.

- **Cultura organizacional - contribuiu.**

A cultura organizacional se mostrou frágil, uma vez que não havia valorização do treinamento, por parte dos gestores e integrantes da UAP, possibilitando um ambiente de baixa aderência ao que previa os manuais de operação.

- **Memória - indeterminado.**

É possível que o PF, por motivos alheios à sua vontade, tenha confundido a aplicação dos comandos de voo, em função da experiência pregressa na aeronave S300 (*Schweizer*), o que pode ter contribuído para a aplicação incorreta do pedal esquerdo.

- **Pouca experiência do piloto - contribuiu.**

Apesar de os tripulantes possuírem a experiência requerida para o voo, eles possuíam pouca experiência no modelo de aeronave.

As falhas procedimentais observadas demonstraram que a experiência total de ambos permitiu que a operação transcorresse à margem do que previa os manuais de operação, bem como contribuiu para as falhas observadas na coordenação de cabine.

- **Processos organizacionais - indeterminado.**

A falta de processos formais estabelecidos no que se referia à supervisão organizacional quanto a adesão às normas e procedimentos pelas tripulações, pode ter contribuído para a realização do voo fora do que previa os manuais de operação.

- **Supervisão gerencial - contribuiu.**

Conforme observado nas documentações apresentadas, não havia adequada supervisão gerencial acerca das operações, que ocorriam sem a devida supervisão da organização, permitindo que procedimentos previstos no manual de voo não fossem cumpridos.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Recomendação 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-117/CENIPA/2019 - 01

Emitida em: 27/05/2022

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação ao Departamento Integrado de Operações Aéreas da Secretaria de Estado da Segurança Pública do Amazonas, a fim de incentivar aquele operador na implementação de uma mudança cultural na organização, tendo, como foco, a elevação da percepção coletiva quanto à necessidade do fiel cumprimento das padronizações e dos procedimentos definidos nos manuais da unidade, bem como o efetivo gerenciamento do risco inerente às operações da aviação de segurança pública.

A-117/CENIPA/2019 - 02

Emitida em: 27/05/2022

Atuar junto ao Departamento Integrado de Operações Aéreas da Secretaria de Estado da Segurança Pública do Amazonas, a fim de certificar-se que o operador aprovou, implementou e mantém continuamente adequado à sua realidade, um Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO), um Manual de Operações (MOP), assim como o Programa de Treinamento e Procedimentos Operacionais Padronizados (SOP), de acordo com o que prevê a regulamentação em vigor.

A-117/CENIPA/2019 - 03**Emitida em: 27/05/2022**

Analisar o Programa de Treinamento aprovado do Departamento Integrado de Operações Aéreas da Secretaria de Estado da Segurança Pública do Amazonas, com o objetivo de certificar-se que aquele operador abordou em seus programas de treinamento, inicial e periódico, nos currículos de voo e de solo, as principais diferenças entre os modelos de aeronaves operadas, especialmente no que se refere à diferença na aplicação do comando antitorque (pedal), entre os modelos S300 e AS350.

A-117/CENIPA/2019 - 04**Emitida em: 27/05/2022**

Atuar junto às demais Unidades Aéreas Públicas (UAP) operadoras do modelo AS350, com a finalidade de certificar-se de que os procedimentos operacionais previstos no *Safety Information Notice* Nº 2992-S-00, notadamente o cheque do pairado, conste dos Procedimentos Operacionais Padronizados (SOP) e esteja efetivamente sendo realizado por suas tripulações.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Nada a relatar.

Em, 27 de maio de 2022.