

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A - Nº 083/CENIPA/2012

<u>OCORRÊNCIA:</u>	ACIDENTE
<u>AERONAVE:</u>	PT-YFV
<u>MODELO:</u>	R-22
<u>DATA:</u>	21AGO2009



ADVERTÊNCIA

Conforme 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 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 podem ter contribuído para desencadear esta ocorrência.

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

O objetivo exclusivo deste trabalho é recomendar o estudo e o estabelecimento de providências de caráter preventivo, cuja decisão quanto à pertinência a acatá-las será de responsabilidade exclusiva do Presidente, Diretor, Chefe ou o que corresponder ao nível mais alto na hierarquia da organização para a qual estão sendo dirigidas.

Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade civil ou criminal; estando em conformidade com o item 3.1 do Anexo 13 da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro através 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. A utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, macula o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal.

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

ÍNDICE

SINOPSE.....	4
GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS.....	5
1 INFORMAÇÕES FACTUAIS	6
1.1 Histórico da ocorrência.....	6
1.2 Danos pessoais	6
1.3 Danos à aeronave	6
1.4 Outros danos	6
1.5 Informações acerca do pessoal envolvido.....	6
1.5.1 Informações acerca dos tripulantes.....	6
1.6 Informações acerca da aeronave	7
1.7 Informações meteorológicas.....	7
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.....	9
1.13.1 Aspectos médicos.....	9
1.13.2 Informações ergonômicas	9
1.13.3 Aspectos psicológicos	9
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	10
1.18 Aspectos operacionais.....	10
1.19 Informações adicionais.....	10
1.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação	11
2 ANÁLISE	14
3 CONCLUSÃO.....	15
3.1 Fatos.....	15
3.2 Fatores contribuintes	16
3.2.1 Fator Humano.....	16
3.2.2 Fator Material	16
4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA DE VOO (RSV)	17
5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA	18
6 DIVULGAÇÃO.....	19
7 ANEXOS.....	19

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-YFV, modelo R-22, ocorrido em 21AGO2009, classificado como causado por fenômeno meteorológico em voo.

Durante a realização de um *flare*, após um exercício de autorrotação em um voo de instrução, a aeronave foi atingida por um vento forte e houve a secção do cone de cauda pelo rotor principal.

O instrutor e o aluno saíram ilesos.

A aeronave teve danos graves.

Não houve a designação de representante acreditado.

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ABRAPHE	Associação Brasileira de Pilotos de Helicóptero
AD	<i>Airworthiness Directive</i>
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ATS	<i>Air Traffic Services</i> – Serviços de tráfego aéreo
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CCF	Certificado de Capacidade Física
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FSF	<i>Flight Safety Foundation</i>
GEEV	Grupo Especial de Ensaios em Voo
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> – Regras de voo por instrumentos
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
INVH	Habilitação técnica de instrutor de voo – helicóptero
Lat	Latitude
Long	Longitude
NEP	Nacional Escola de Pilotagem
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PLH	Licença de Piloto de Linha Aérea - Helicóptero
PPH	Licença de Piloto Privado – Helicóptero
RPM	Rotação por minuto
RSV	Recomendação de Segurança de Voo
SAI	<i>Special Airworthiness Information</i>
SBJR	Designativo de localidade – Aeródromo de Jacarepaguá
SERIPA	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SFAR	<i>Special Federal Aviation Regulation</i>
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TWR-JR	Torre de Controle - Jacarepaguá
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i> – Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> – Regras de voo visual

AERONAVE	Modelo: R-22 Matrícula: PT-YFV Fabricante: <i>Robinson Helicopter</i>	Operador: Nacional Escola de Pilotagem (NEP)
OCORRÊNCIA	Data/hora: 21AGO2009 / 11:20 UTC Local: Aeródromo de Jacarepaguá (SBJR) Lat. 22°59'15"S – Long. 043°22'12"W Município – UF: Rio de Janeiro - RJ	Tipo: Causado por fenômeno meteorológico em voo

1 INFORMAÇÕES FACTUAIS

1.1 Histórico da ocorrência

A aeronave decolou do aeródromo de Jacarepaguá (SBJR) às 10h41min (UTC) para realizar um voo local de instrução, com um instrutor e um aluno a bordo.

Após a realização de alguns exercícios previstos, iniciou-se o treinamento de autorrotação. Na realização da segunda autorrotação, a torre de controle do aeródromo de Jacarepaguá (TWR-JR) informou aos pilotos que provavelmente suspenderia as operações, em razão das condições meteorológicas.

O instrutor decidiu pousar final, realizando mais uma autorrotação. Durante o *flare*, a aeronave recebeu uma rajada de vento e sofreu um giro repentino para direita, um movimento de rolagem para esquerda e um afundamento, em razão da secção do cone de cauda pelo impacto contra o rotor principal.

O instrutor assumiu o controle da aeronave e realizou o pouso.

1.2 Danos pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	02	-	-

1.3 Danos à aeronave

Danos graves no cone de cauda.

1.4 Outros danos

Não houve.

1.5 Informações acerca do pessoal envolvido

1.5.1 Informações acerca dos tripulantes

HORAS VOADAS		
DISCRIMINAÇÃO	INSTRUTOR	ALUNO
Totais	1.779:50	79:30
Totais nos últimos 30 dias	76:35	03:30
Totais nas últimas 24 horas	05:00	00:30
Neste tipo de aeronave	198:55	79:30
Neste tipo nos últimos 30 dias	76:35	03:30
Neste tipo nas últimas 24 horas	05:00	00:30

Obs.: Os dados relativos às horas voadas foram fornecidos pelo operador.

1.5.1.1 Formação

O instrutor foi formado pela Academia da Força Aérea, em 1977.

O aluno estava realizando o curso de Piloto Privado – Helicóptero (PPH).

1.5.1.2 Validade e categoria das licenças e certificados

O instrutor possuía as licenças de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA) e Helicóptero (PLH) e estava com a habilitação técnica de instrutor de voo – helicóptero (INVH) válida.

1.5.1.3 Qualificação e experiência de voo

O instrutor estava qualificado e possuía experiência suficiente para realizar o tipo de voo.

1.5.1.4 Validade da inspeção de saúde

Os pilotos estavam com os Certificados de Capacidade Física (CCF) válidos.

1.6 Informações acerca da aeronave

A aeronave, de número de série 2780, foi fabricada pela Indústria Aeronáutica *Robinson Helicopter*, em 1997.

O certificado de aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção do motor, do tipo “100 horas”, foi realizada em 10AGO2009 pela oficina NAT–Nacional Aero-Táxi Ltda., estando com 57 horas e 55 minutos voadas após a inspeção.

A última revisão da aeronave, do tipo “2.200 horas”, foi realizada em 21MAR2009 pela oficina Horus Aero-Táxi Ltda., estando com 740 horas e 50 minutos voadas após a revisão.

1.7 Informações meteorológicas

O aeródromo de Jacarepaguá (SBJR) possui uma Estação Meteorológica de Superfície Classe II (EMS-2), cuja coleta de dados é feita automaticamente através do *software Automated Weather Observation System*–versão 3.0.

De acordo com as informações registradas automaticamente por esta estação meteorológica de superfície, o aeródromo operava em condições visuais, porém o vento estava variando em direção, de 212° a 270°, com a intensidade de 09kt a 17kt.

No momento do acidente, o vento variou rapidamente de direção e velocidade: de 225° com intensidade de 11kt a 257° com intensidade de 21kt por apenas dois minutos seguidos, de 11h12min (UTC) à 11h13min (UTC).

Havia previsão de rajadas (Aviso de Vento) para o dia inteiro, podendo haver variação de 11kt a 25kt.

Em todas as aproximações anteriores, realizadas pela aeronave, o vento informado pela torre estava inferior a 10kt.

Arquivo	Editar	Formatar	Excluir	Ajudar	HHMM	WINDI	WINDO2	WIND10	GUST	VISIB	WEATHR	CLELO	CLMWD	CLDHI	CLDTYP	TEMP	DEWPT	RH2	QNH	QFE	IRA	24RA	RWTEMP
1053	23814	27012	26009		6/006	8/014				19.7	19.2	97	1014.4	1013.9	0.0								
1054	25411	27012	26010		6/006	8/014				19.6	19.0	97	1014.4	1014.0	0.0								
1055	25608	27010	27010		6/006	8/014				19.6	19.0	97	1014.4	1014.0	0.0								
1056	26008	27008	27010		6/006	6/012	8/017			19.6	19.0	97	1014.5	1014.0	0.0								
1057	25708	27010	27010		6/006	6/012	8/017			19.6	19.0	97	1014.5	1014.1	0.0								
1058	24609	27011	27010		6/006	6/012				19.6	19.0	97	1014.5	1014.1	0.0								
1059	25313	27011	27010		6/006	6/012				19.5	18.9	97	1014.5	1014.1	0.0								
1100	26012	27012	27011		6/006	8/012				19.6	19.0	97	1014.5	1014.1	0.0								
1101	24310	27011	27011		6/006	8/014				19.6	19.0	97	1014.5	1014.1	1.4								
1102	25117	27011	27011		4/006	8/011				19.6	19.0	96	1014.6	1014.1	1.4								
1103	24512	27012	27011		4/006	8/011				19.6	19.0	96	1014.6	1014.2	1.4								
1104	25511	27012	27011		1/004	6/008	8/014			19.6	19.0	96	1014.6	1014.2	1.4								
1105	24112	27012	27011		1/004	6/008	8/014			19.6	19.0	96	1014.6	1014.2	1.4								
1106	25316	27012	27012		1/004	6/008	8/014			19.5	18.9	96	1014.7	1014.3	1.4								
1107	22514	26013	27012		6/008	8/014				19.5	18.9	96	1014.8	1014.4	1.4								
1108	23615	26015	27012		6/008	8/014				19.4	18.8	96	1014.8	1014.4	1.4								
1109	24011	26015	27013		6/008	8/014				19.3	18.7	96	1014.9	1014.5	1.4								
1110	23708	26012	27012		6/006	6/010	8/016			19.3	18.7	96	1014.9	1014.5	1.4								
1111	22511	26010	26013		6/006	8/014				19.3	18.7	96	1014.9	1014.5	1.4								
1112	21411	25011	26012	25721	6/006	8/014				19.0	18.4	96	1015.0	1014.6	1.4								
1113	21211	24011	26012	25721	6/006	8/014				19.0	18.4	96	1015.0	1014.6	1.4								
1114	22009	24010	25012		6/006	8/014				19.0	18.4	96	1015.0	1014.6	1.4								
1115	22312	24010	25012		6/006	8/014				18.9	18.3	96	1015.1	1014.7	1.4								
1116	22211	25011	25012	25721	6/006	8/014				18.9	18.3	96	1015.1	1014.7	1.4								
1117	22013	24012	25012		6/006	6/010	8/016			18.9	18.3	96	1015.1	1014.7	1.4								
1118	21614	24014	25012		6/006	8/013				18.7	18.1	96	1015.2	1014.8	1.4								
1119	22216	24014	24011		6/009	8/016				18.7	18.1	96	1015.2	1014.8	1.4								
1120	22511	24013	24012		6/009	8/016				18.7	18.1	96	1015.2	1014.8	1.4								
1121	24108	24011	24012		6/009	8/016				18.8	18.2	96	1015.3	1014.9	1.4								
1122	21713	24011	24012		6/009	8/016				18.7	18.1	96	1015.3	1014.9	1.4								
1123	23009	25012	24012		6/009	8/016				18.7	18.1	96	1015.4	1015.0	1.4								
1124	22310	24011	24012		8/009					18.6	18.0	96	1015.5	1015.0	1.4								
1125	23216	25010	24012		8/009					18.7	18.1	96	1015.4	1015.0	1.4								
1126	21508	25010	24012		8/009					18.6	18.0	96	1015.4	1015.0	1.4								

Figura 01: Dados Meteorológicos da EMS-2 do aeródromo de SBJR

1.8 Auxílios à navegação

Nada a relatar.

1.9 Comunicações

Após a última aproximação e arremetida realizada pela aeronave, antes do acidente, a torre de controle avisou aos tripulantes que provavelmente iria suspender as operações, considerando que as condições meteorológicas estavam se deteriorando.

1.10 Informações acerca do aeródromo

O aeródromo era público, administrado pela INFRAERO e operava VFR (voo visual) em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 02/20, dimensões de 900m x 30m, com elevação de 10 pés.

1.11 Gravadores de voo

Não requeridos e não instalados.

1.12 Informações acerca do impacto e dos destroços



Figura 02 Situação da aeronave após o pouso

A aeronave teve o cone de cauda cortado pelo rotor principal e, em razão da perda do rotor de cauda (rotor antitorque), rodou seis vezes com os esquis sobre a pista.

1.13 Informações médicas, ergonômicas e psicológicas

1.13.1 Aspectos médicos

Não pesquisados.

1.13.2 Informações ergonômicas

Nada a relatar.

1.13.3 Aspectos psicológicos

Não pesquisados.

1.13.3.1 Informações individuais

Nada a relatar.

1.13.3.2 Informações psicossociais

Nada a relatar.

1.13.3.3 Informações organizacionais

Nada a relatar.

1.14 Informações acerca de fogo

Não houve fogo.

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

Nada a relatar.

1.16 Exames, testes e pesquisas

Em exames realizados durante a ação inicial, foi observado que havia um “nó” próximo da extremidade do elástico de compensação de esforço longitudinal.

Houve solicitação ao Grupo Especial de Ensaios em Voo (GEEV) para uma avaliação nos comandos de voo do PT-YFV, no sentido de se verificar a influência da irregularidade encontrada neste elástico.

O GEEV avaliou os comandos de voo do R-22 PT-YFV e emitiu um parecer técnico sobre o tema, descrito abaixo.

De acordo com o manual de manutenção, Seção 8.140 *Selecting Longitudinal Elastic Trim Cord*, verificou-se que o referido elástico tem por finalidade neutralizar os esforços longitudinais no comando cíclico durante o voo de cruzeiro.

Desse modo, se o cíclico possuir tendência de movimentar-se para a frente durante o voo é necessário substituir o elástico por outro com menor rigidez.

Por outro lado, se o comando tender a mover-se para trás, será necessário substituí-lo por outro de maior rigidez.

A remoção do elástico tensionador para a correção descrita no parágrafo anterior é realizada conforme a Seção 8.141, do referido manual.

Nele está estabelecido o procedimento de medição da força da corda, conforme a especificação da tarjeta de identificação, o diâmetro do elástico, e ainda o comprimento da

corda medido a partir das travas metálicas localizadas nas extremidades de fixação do elástico.

Dessa análise, verificou-se que o elástico, de *Part Number* A918-5, é projetado para produzir uma força de 14 lb e possuir um diâmetro de ¼ pol quando tensionado.

Assim sendo, o elástico com a irregularidade foi submetido a uma força de 14 lb, por meio de um dinamômetro, sendo obtido seu comprimento a partir das extremidades das travas metálicas.

O resultado encontrado foi uma distensão de 39.0 cm e um diâmetro de ¼ pol. Em seguida este mesmo elástico, instalado no manche cíclico do PT-YFV foi defletido em sua extensão máxima, ou seja, com o cíclico todo para trás. Dessa vez a distensão obtida foi de 39,5 cm e um diâmetro de ¼ pol.

A partir das medidas efetuadas conclui-se que o elástico, mesmo com a irregularidade (nó) encontrada, produz uma força de 14,2 lb, ou seja, 0,2 lb a mais do que o preconizado no manual.

Durante esta investigação não foi possível determinar como, quando, nem quem (pessoa ou organização) seria o responsável pela irregularidade.

1.17 Informações organizacionais e de gerenciamento

Nada a relatar.

1.18 Aspectos operacionais

O instrutor realizou os exercícios previstos para a missão, na seguinte sequência: quadrado de proa constante; giro de 360°; terreno inclinado; pane de baixa; e no circuito de tráfego, aproximação normal; pouso corrido; pouso direto; decolagem de máxima performance, e, finalmente, autorrotação.

Conforme declarações do instrutor, a visibilidade estava se deteriorando e a intensidade do vento aumentando, inclusive com rajadas variando de direção de 240° a 260°.

No procedimento de autorrotação, anterior ao do acidente, o vento reportado pela torre foi de 280° com 08kt.

Após o alerta da TWR-JR, o instrutor informou ao aluno que pousaria final, realizando mais um exercício de autorrotação.

Iniciaram, então, uma descida estabilizada em autorrotação para a pista principal, sem que houvesse qualquer discrepância.

Durante o *flare*, realizado pelo aluno, na altura e velocidade previstas para o exercício, a direção do vento variava de 212° a 260° com intensidade variando de 11kt a 15kt. Ao nivelar, o helicóptero sofreu um giro repentino para a direita e um movimento de rolagem para a esquerda. O instrutor assumiu os comandos e tentou pousar a aeronave, levando o cíclico à direita e à frente.

Segundo o instrutor, houve queda de RPM e um pequeno afundamento do helicóptero. A aeronave tocou o solo e girou por seis vezes, parando em seguida.

Foi observado que, de acordo com a transcrição da torre, o PT-YFV não recebeu a informação do vento durante a aproximação que resultou no acidente.

O aluno iniciou o curso de PPH na Nacional Escola de Pilotagem (NEP) em 13AGO2007.

Foi observado em 16 fichas de avaliação prática de voo local que ele apresentava dificuldade na realização do exercício de autorrotação em um total de 36 fichas emitidas pela NEP.

Deste total, o instrutor envolvido no acidente emitiu 09 fichas sobre o aluno, sendo que 02 fichas relatavam a deficiência em autorrotação.

Em uma das fichas (03ABR2009), o instrutor comentou que o aluno estava fazendo o *flare* de maneira agressiva e que demorava a nivelar.

Em outro voo ocorrido em 19AGO2009, o instrutor comentou: “treinar autorrotação; disparando velocidade; e RPM caindo”.

No dia 26JUN2009, o instrutor relatou na ficha que o aluno deixava a rotação disparar e que tinha dificuldade no tipo de exercício.

Em oito fichas o instrutor sugeriu que o aluno deveria treinar exercícios de autorrotação.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e do centro de gravidade (CG) especificados pelo fabricante.

1.19 Informações adicionais

1.19.1 Estudos sobre perda de controle em helicópteros leves

As informações a seguir foram obtidas em diversos estudos realizados pelo *National Transportation Safety Board (NTSB)*, *Federal Aviation Administration (FAA)* e *Flight Safety Foundation (FSF)*.

De 1981 a 1994, houve 31 acidentes fatais envolvendo a aeronave R-22 e 03 envolvendo a aeronave R-44, nos quais houve contato do rotor principal com o cone de cauda da aeronave, nos EUA.

Considerando as características comuns desses acidentes e as dificuldades em chegar aos seus fatores contribuintes, o NTSB resolveu analisá-los em conjunto, a fim de determinar esses fatores e, em especial, emitir recomendações de segurança de voo para prevenir a recorrência desses acidentes.

Desde a publicação deste trabalho, em 30MAIO1996, várias diretrizes de aeronavegabilidade foram emitidas pela FAA, visando reduzir a carga de trabalho de pilotos de R-22 e de R-44 e/ou para prevenir acidentes nos quais havia o contato do rotor principal com o cone de cauda.

Em 1997, a FSF publicou um artigo intitulado: *NTSB investigates loss-of-control accidents among lightweight helicopters*. Neste artigo foram emitidas as seguintes observações:

1. Quando o R-22 é operado com dois ocupantes estando com o tanque cheio de combustível, o helicóptero se aproxima de seu peso máximo (621 Kg), conseqüentemente opera próximo à curva de seu envelope;

2. Mudanças rápidas e/ou abruptas de comando podem ocasionar estol do rotor principal e queda rápida de RPM;

3. Pilotos de teste indicaram que os comandos de voo do R-22 são mais sensíveis que quaisquer outros helicópteros leves;

4. O R-22 responde com intensidade a pequenos comandos de arfagem e de rolamento nos controles de voo;

5. Ações amplas e abruptas de comando nos controles de voo, quando o R-22 encontra-se em uma condição estabilizada, associada a uma situação preexistente de balanço pode fazer com que o limite de balanço (12 graus) seja excedido, seguido de colisão da raiz da pá com os limitadores, provocando danos ao mastro e, subseqüentemente, a perda de controle do rotor principal;

6. Uma baixa inércia de uma pá do rotor principal pode divergir da rotação normal de modo a provocar a colisão com o cone de cauda do helicóptero em apenas poucas rotações. Esse efeito pode acontecer em intervalos inferiores a 0,5 segundo, quando as pás estão operando em uma rotação normal de 530 RPM;

7. Devido ao elevado nível de resposta do R-22 a comandos de cíclico, e à rapidez com que a pá do rotor principal pode sair de sua condição normal e colidir com a fuselagem, é possível que desvios de atenção do piloto, em tarefas como verificação de cartas de navegação, trocas de frequências de rádios ou simples giros de cabeça para verificação de algo, podem resultar em pequenos comandos nos controles de voo e uma subsequente mudança na atitude da aeronave que requeira uma ação corretiva na qual, mesmo um piloto experiente, pode responder inadvertidamente usando movimentos do controle de cíclico de forma ampla e abrupta;

8. Turbulência pode produzir o estol da pá do rotor principal ou levar pilotos a comandarem mais amplamente os controles de voo. Algumas manobras com carga "G" baixa, inicialmente resultam em atuações deliberadas nos controles de voo; entretanto, durante a recuperação de algumas dessas situações tais ações podem ser seguidas de comandos mais amplos que podem levar à perda de controle do rotor principal;

9. A alta sensibilidade do R-22, combinada com baixo nível de conhecimento, limitada proficiência, pouca experiência ou reduzido estado de alerta situacional, podem ser fatores contribuintes de acidentes envolvendo esse modelo de aeronave.

Em 10JAN1995, uma informação especial de aeronavegabilidade (*Special Airworthiness Information – SAI*) foi emitida pela FAA alertando pilotos de R-22 e R-44 a voarem dentro do envelope da aeronave e para evitarem voos em altas altitudes ou com ventos fortes.

Várias diretrizes de aeronavegabilidade (*Airworthiness Directive – AD*) também foram emitidas, à época, proibindo o voo com ventos acima de 25kt, em quaisquer situações; quando ventos de rajadas de superfície excederem 15kt; e também na presença de turbulência leve, moderada ou severa.

O R-22 é um helicóptero com características especiais de aerodinâmica que requer uma atenção especial, alerta situacional alto e pronta resposta de seus pilotos.

Em 31DEZ1997, a FAA emitiu o *Special Federal Aviation Regulation (SFAR) 73-1*, requerendo treinamento especial e experiência para pilotos que fossem operar o R-22 e o R-44.

De acordo com o SFAR 73-1, mesmo pilotos experientes podem não estar adequadamente preparados para operarem o R-22 ou o R-44 com segurança.

O SFAR 73-1 estabelece que:

The R-22 is the smallest helicopter in its class and incorporates a unique cyclic control and rotor system. Certain aerodynamic and design features of the aircraft cause

specific flight characteristics that require particular pilot awareness and responsiveness. These characteristics make the rotorcraft susceptible to mast bumping and fuselage rolling tendencies under low-G conditions.

Em tradução livre:

“O R-22 é o menor helicóptero de sua classe e incorpora um controle de cíclico e sistema rotor únicos. Certas características aerodinâmicas e de projeto da aeronave causam características de voo específicas que requerem um particular estado de alerta e resposta do piloto. Estas características tornam o helicóptero suscetível a tendências de colisão do mastro principal e rolamento de fuselagem sob condições de baixa carga G”.

Ainda de acordo com o mesmo documento:

Affected individuals will be required to receive additional model-specific training and experience for each model of Robinson helicopter before they can be certified to operate Robinson model helicopters. Anyone flying a Robinson model R-22 or R-44 must complete awareness-training on energy management, mast bumping, low-rotor RPM (blade stall), low-G hazards, and rotor RPM decay. This awareness training must be conducted by a certified flight instructor who has completed the same awareness training and who has at least 200 flight hours in helicopters and 50 flight hours in the R-22 or R-44. The instructor must also have received enhanced training on autorotation procedures, instruction on engine and rotor-RPM control without the use of the governor, low-rotor-RPM recognition and recovery training, and instruction on the effects of low-G maneuvers and proper recovery procedures in an R-22, R-44, or both.

Em tradução livre:

“Os indivíduos afetados serão requeridos a receber treinamento específico para o modelo e experiência adicionais para cada modelo de helicóptero Robinson antes de que sejam certificados a operar helicópteros de modelo Robinson. Qualquer um voando um modelo Robinson R-22 ou R-44 deve completar um treinamento de alerta em gerenciamento de energia, colisão de mastro principal, baixa RPM do rotor (estol da pá), perigos de baixa carga G e queda de RPM do rotor. Este treinamento de alerta deve ser conduzido por um instrutor de voo certificado que tenha completado o mesmo treinamento de alerta e que tenha pelo menos 200 horas de voo em helicópteros e 50 horas de voo no R-22 ou R-44. O instrutor também deve ter recebido treinamento reforçado em procedimentos de autorrotação, instrução em controle da RPM do motor e do rotor sem o uso do governador, treinamento em reconhecimento e recuperação de baixa RPM do rotor, e instrução sobre os efeitos de manobras de baixa carga G e os procedimentos adequados de recuperação em um R-22, R-44 ou ambos”.

Desde a implementação do SFAR 73-1 nos Estados Unidos, houve uma queda acentuada no número de acidentes envolvendo o R-22 e o R-44 relacionados a manobras com baixa carga G (*low-G maneuvers*), baixa RPM do rotor (*low-rotor-RPM*) resultando em contato do rotor principal com o cone de cauda.

1.19.2 Procedimentos recomendados aos instrutores pela NEP

A Nacional Escola de Pilotagem (NEP) possuía uma planilha com procedimentos recomendados aos instrutores, com o objetivo de padronizar a instrução, de maneira segura e adequada para cada fase do voo.

Dessa planilha, foram destacados os seguintes itens:

a) Antes de cada voo é interessante que cada instrutor realize um checklist pessoal de seus mínimos operacionais;

b) *Permita a si mesmo escolher mínimos mais altos dos especificados nas normas aeronáuticas, manuais das aeronaves e demais regulamentos. Sendo identificadas condições marginais em 2 ou mais itens, evite o voo;*

c) *Cada instrutor deverá verificar, antes de cada voo, a fase da instrução e a missão a ser executada pelo aluno;*

d) *Antes de cada voo deverão ser conferidos os documentos do aluno e da aeronave;*

e) *As manobras de emergência, tais como pane de baixa, pouso corrido e autorrotação deverão ser executadas, inicialmente, por meio de uma demonstração, acompanhada pelo aluno, mesmo que o aluno já a tenha realizado antes;*

Nas panes de baixa (autorrotação do voo pairado entre 03 e 05 pés) se torna importante alertar o aluno de nunca tocar o solo após a redução do manete com inclinação lateral do cíclico. Em caso de vento superior a 10kt, evite a manobra.

1.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação

Não houve.

2 ANÁLISE

De acordo com a transcrição da gravação das comunicações, o controlador da torre informou à aeronave que provavelmente iria suspender as operações após sua arremetida, em razão das condições meteorológicas.

É importante ressaltar que havia um alerta com previsão de ventos com rajadas para o dia do acidente.

Conforme declarações do instrutor, a visibilidade estava se deteriorando e a intensidade do vento aumentando, inclusive com rajadas variando de 240° a 260°.

Nesse contexto, o instrutor informou ao aluno que pousaria final.

Todos os rotores possuem como característica intrínseca uma estabilidade estática positiva frente ao aumento de velocidade, ou seja, o rotor movimenta-se no sentido de reduzir o incremento da velocidade, em outras palavras, tende a retornar à condição inicial.

Helicópteros com rotores tipo gangorra (*see-saw*), caso do R-22, possuem momento de controle reduzido em virtude da ausência de excentricidade de batimento.

Desse modo, qualquer ação no comando produz primeiramente um movimento no rotor e posteriormente na fuselagem.

Assim, quando o aluno comandou o nivelamento, primeiramente, o rotor movimentou-se e, na sequência, o cone de cauda deslocou-se de baixo para cima.

Nesse instante, a aeronave foi submetida a uma rajada lateral de 257° com 21kt, que, pelos efeitos expostos acima, deslocou o rotor para a esquerda e para trás (movimento a cabrar).

O instrutor assumiu os controles da aeronave e tentou conduzi-la ao pouso. Segundo declarações do instrutor, ele levou o cíclico à direita e à frente.

Ainda de acordo com o instrutor, houve um pequeno afundamento da aeronave. Ele ainda observou que houve queda de rotação (RPM) do rotor principal. Durante o procedimento de autorrotação, o movimento do coletivo acarreta normalmente uma queda de rotação do rotor principal.

Essa queda de rotação, associada à rajada de vento, provocou um incremento no movimento de batimento, fazendo com que a distância entre as pás do rotor principal e o cone de cauda diminuísse, propiciando o choque entre ambos.

O aluno já havia apresentado dificuldades na realização do exercício de autorrotação, relatadas em fichas anteriores de voo.

Apesar de o instrutor conhecer o aluno, por terem voado juntos anteriormente, não foi possível confirmar se ele tinha conhecimento ou não de todas as fichas anteriores do aluno, em especial aquelas que comentavam sobre a dificuldade de o aluno realizar o exercício de autorrotação.

Entretanto, de fato, o instrutor não atentou para as dificuldades que o aluno vinha apresentando, principalmente se considerarmos a previsão de ventos fortes e com rajadas para o dia.

Existia ainda um limite de vento estabelecido pela escola operadora para a realização do treinamento de autorrotação (10kt).

Apesar de o vento informado pela torre ser inferior a este limite, nas vezes em que fez aproximações, considerando as dificuldades do aluno para a realização dos exercícios previstos e a previsão de ventos fortes, o instrutor deveria ter aumentado o alerta situacional relacionado ao vento, solicitando com mais frequência à torre informações sobre variações significativas de intensidade e de direção.

Nos acidentes de R-22 / R-44, investigados pelo NTSB, levantou-se que algumas situações podem levar ao contato do rotor principal com o cone de cauda, dentre elas, a turbulência (com vento de rajada) e os movimentos grandes e abruptos dos controles de voo. Ambas as situações estiveram presentes neste acidente.

Vários acidentes envolvendo estes modelos levaram a FAA a emitir documentos objetivando a prevenção de novos acidentes em que houve o contato do rotor principal com o cone de cauda. O SFAR 73-1 introduziu requisitos de treinamento especial e experiência para a operação do R-22 e R-44.

Após a implementação do SFAR 73-1, houve uma queda acentuada no número de ocorrências de contato do rotor principal com o cone de cauda nos Estados Unidos da América.

Os modelos de helicóptero R-22 e R-44 são bastante utilizados para a instrução aérea e outras missões no Brasil, no entanto tais requisitos adicionais não foram implantados.

O “nó” encontrado durante a investigação, próximo à extremidade do elástico de compensação de esforço longitudinal foi submetido à análise do Grupo Especial de Ensaios em Voo.

A força calculada do elástico, conforme relatório do GEEV, que foi de 1,2% maior que o previsto, não representou alteração significativa que pudesse contribuir de alguma forma para o acidente.

Igualmente, foi verificado que o nó existente não restringe, de maneira alguma, a movimentação do comando cíclico e com isso, apesar de não estar previsto em qualquer documento de manutenção relativo à aeronave, não contribuiu para o acidente.

3 CONCLUSÃO

3.1 Fatos

- a) o instrutor e o aluno estavam com o CCF válido;
- b) o instrutor estava com o CHT válido;
- c) o aluno realizava o curso de PPH;

- d) o instrutor era qualificado e possuía experiência suficiente para realizar o voo;
- e) a aeronave estava com o CA válido;
- f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) havia previsão de rajadas (Aviso de Vento) para o dia inteiro, podendo haver variação de 11kt a 25kt;
- h) a aeronave decolou do aeródromo de Jacarepaguá (SBJR) às 10h41min (UTC) para realizar um voo local de instrução, com um instrutor e um aluno a bordo;
- i) após a realização de alguns exercícios previstos, iniciou-se o treinamento de autorrotação;
- j) na realização da segunda autorrotação, a TWR-JR informou aos pilotos que provavelmente suspenderia as operações, em razão das condições meteorológicas;
- k) o instrutor decidiu pousar final, realizando mais uma autorrotação;
- l) durante o *flare*, a aeronave recebeu uma rajada de vento e sofreu um giro repentino para direita, um movimento de rolagem para esquerda e um afundamento, em razão da secção do cone de cauda pelo impacto contra o rotor principal;
- m) o instrutor assumiu o controle da aeronave e realizou o pouso;
- n) a aeronave teve danos graves; e
- o) o instrutor e o aluno saíram ilesos.

3.2 Fatores contribuintes

3.2.1 Fator Humano

3.2.1.1 Aspecto Médico

Nada a relatar.

3.2.1.2 Aspecto Psicológico

3.2.1.2.1 Informações Individuais

Nada a relatar.

3.2.1.2.2 Informações Psicossociais

Nada a relatar.

3.2.1.2.3 Informações organizacionais

Nada a relatar.

3.2.1.3 Aspecto Operacional

3.2.1.3.1 Concernentes à operação da aeronave

a) Aplicação dos comandos – contribuiu

A aplicação brusca nos controles de voo ao tentar corrigir uma situação de perda de controle da aeronave, com forte afundamento (baixa carga "G") próximo ao solo, devido a uma rajada de vento de 21kt de intensidade contribuiu para que o limite de balanço da pá do rotor principal fosse excedido, vindo a seccionar o cone de cauda.

b) Condições meteorológicas adversas – contribuiu

A rajada de vento na direção de 257°, com 21kt de velocidade contribuiu para colocar o helicóptero em uma situação que impossibilitou a recuperação por parte do instrutor.

c) Instrução – contribuiu

O aluno já havia apresentado dificuldades na realização do exercício de autorrotação, relatadas em fichas anteriores de voo. Apesar de o instrutor conhecer o aluno, não foi possível confirmar se ele tinha conhecimento ou não de todas as fichas anteriores do aluno, em especial aquelas que comentavam sua dificuldade em realizar o exercício de autorrotação.

O instrutor não atentou para as dificuldades que o aluno vinha apresentando, principalmente se considerarmos a previsão de ventos fortes e com rajadas para o dia.

d) Julgamento de Pilotagem – contribuiu

Ao receber a informação da torre de controle, o piloto julgou que ainda havia condições de realizar mais um treinamento de autorrotação, em vez de assumir o comando da aeronave e realizar um pouso final normal.

e) Outro – indeterminado

É possível que a adoção dos requisitos adicionais para a operação do R-22 previstos no SFAR 73-1 pudesse ter evitado a ocorrência do acidente.

3.2.1.3.2 Concernentes aos órgãos ATS**a) Fraseologia do Órgão ATS – contribuiu**

A falta de informação para os pilotos, durante o voo, de que o vento apresentava alterações significativas de direção e intensidade, contribuiu para que fosse mantido um nível de alerta situacional reduzido em relação a esse aspecto pelos pilotos, os quais foram surpreendidos por uma rajada de vento durante a realização do *flare* na realização do exercício de autorrotação.

3.2.2 Fator Material**3.2.2.1 Concernentes à aeronave**

Não contribuiu.

3.2.2.2 Concernentes a equipamentos e sistemas de tecnologia para ATS

Não contribuiu.

4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA DE VOO (RSV)

É o estabelecimento de uma ação que a Autoridade Aeronáutica ou Elo-SIPAER emite para o seu âmbito de atuação, visando eliminar ou mitigar o risco de uma condição latente ou a consequência de uma falha ativa.

Sob a ótica do SIPAER, é essencial para a Segurança de Voo, referindo-se a um perigo específico e devendo ser cumprida num determinado prazo.

Recomendações de Segurança de Voo emitidas pelo SERIPA III:**À Nacional Escola de Pilotagem, recomenda-se:****RSV (A) 49 / 2010 – SERIPA III****Emitida em: 18/10/2010**

1) Aperfeiçoar o processo de acompanhamento das dificuldades enfrentadas por seus alunos durante o processo de instrução, adotando medidas que possam aumentar o alerta situacional dos instrutores em determinadas condições.

RSV (A) 50 / 2010 – SERIPA III**Emitida em: 18/10/2010**

2) No curso teórico de instrução técnica da aeronave R-22, enfatizar as características de sensibilidade de resposta aos comandos bruscos e amplos nos controles de voo, as condições para amplificação do efeito *mast bumping* e os riscos associados.

RSV (A) 50 / 2010 – SERIPA III**Emitida em: 18/10/2010**

3) Divulgar as informações do presente relatório aos seus instrutores e alunos.

Recomendações de Segurança de Voo emitidas pelo CENIPA:**À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:****RSV (A) 314 / 2012 – CENIPA****Emitida em: 08 / 08 / 2012**

1) Avaliar a viabilidade de criar requisitos adicionais de treinamento e experiência para a operação dos helicópteros modelo R-22 e R-44 no Brasil, nos moldes dos requisitos estabelecidos nos Estados Unidos da América por meio do SFAR 73-1, visando evitar a ocorrência de acidentes similares ao deste relatório.

RSV (A) 315 / 2012 – CENIPA**Emitida em: 08 / 08 / 2012**

2) Divulgar os ensinamentos do presente relatório para as escolas de aviação civil que operam a aeronave R-22 em instrução de voo.

À INFRAERO, recomenda-se:**RSV (A) 316 / 2012 – CENIPA****Emitida em: 08 / 08 / 2012**

1) Orientar os controladores da Torre de Controle do aeródromo de Jacarepaguá sobre a importância de atualizar os pilotos quanto a variações nas condições meteorológicas, em especial no caso de variações significativas de vento para os pilotos de helicóptero.

À Associação Brasileira de Pilotos de Helicóptero (ABRAPHE), recomenda-se:**RSV (A) 317 / 2012 – CENIPA****Emitida em: 08 / 08 / 2012**

1) Divulgar aos seus associados o conteúdo e ensinamentos contidos nesta investigação, em especial os cuidados relacionados à operação com rajadas de vento.

5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA

Não houve.

6 DIVULGAÇÃO

- Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)
- Associação Brasileira de Pilotos de Helicóptero (ABRAPHE)
- Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO)
- Nacional Escola de Pilotagem (NEP)
- SERIPA III

7 ANEXOS

Não há.

Em, 08 / 08 / 2012