



CÓPIA N°

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
GABINETE DE PREVENÇÃO E INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES COM AERONAVES

RELATÓRIO FINAL DE ACIDENTE

INAER - HELISUL

BELL 206 B3

CS-HFB

SERRA DA ESTRELA

13 DE JUNHO DE 2009



RELATÓRIO FINAL DE ACIDENTE N° 18/ACCID/2009

NOTA

Este relatório foi preparado, somente, para efeitos de prevenção de acidentes

A investigação técnica é um processo conduzido com o propósito da prevenção de acidentes o qual inclui a recolha e análise da informação, a determinação das causas e, quando apropriado, a formulação de recomendações de segurança,

Em conformidade com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com a Directiva da C.E. nº 94/56/CE, de 21/11/94, e com o nº 3 do art.º 11º do Decreto Lei Nº 318/99, de 11 de Agosto, a investigação técnica não tem por objectivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades.

ÍNDICE

TÍTULO	PÁGINA
Sinopse	04
1. INFORMAÇÃO FACTUAL	
1.1 História do Voo	05
1.2 Lesões	06
1.3 Danos na Aeronave	06
1.4 Outros Danos	07
1.5 Pessoas Envolvidas	
1.5.1 Piloto	07
1.5.2 Operador de Câmara	08
1.5.3 Realizador	08
1.6 Aeronave	
1.6.1 Generalidades	09
1.6.2 Massa & Centragem	09
1.7 Meteorologia	10
1.8 Ajudas à Navegação	10
1.9 Comunicações	10
1.10 Local do Acidente	10
1.11 Registadores de Voo	12
1.12 Destroços e Impactos	12
1.13 Médica ou Patológica	
1.13.1 Piloto	12
1.13.2 Operador de Câmara	12
1.13.3 Realizador	12
1.14 Fogo	13
1.15 Sobrevivência	13
1.16 Ensaios e Pesquisas	13
1.17 Organização e Gestão	14
1.18 Informação Adicional	14
1.19 Técnicas de Investigação Utilizadas	14
2. ANÁLISE	
2.1 Planeamento e Desenrolar do Voo	15
2.2 Rotação Inesperada ou Perda de Efectividade do Rotor de Cauda	
2.2.1 Acção do Rotor de Cauda	16
2.2.2 Rotação Inesperada para a Direita	16
2.2.3 Condições que levam a uma Rotação Inesperada para a Direita	17
2.2.4 Recuperação de uma Rotação Inesperada para a Direita	19
2.2.5 Perda de Efectividade do Rotor de Cauda do CS-HFB	19
3. CONCLUSÕES	
3.1 Factos Estabelecidos	21
3.2 Causas do Acidente	
3.2.1 Causa Primária	21
3.2.2 Factores Contributivos	21
4. RECOMENDAÇÕES	22

SINOPSE

No dia 13 de Junho de 2009, pelas 15:35 UTC¹, quando procedia a um voo de fotografia aérea para efeitos publicitários, na área da Serra da Estrela, junto da Lagoa Comprida, o helicóptero Bell 206 B3, matrícula CS-HFB, sofreu um acidente que lhe provocou danos substanciais, juntamente com ferimentos graves para os seus ocupantes.

Ao abandonar a perseguição a uma viatura automóvel, que servia de modelo para as filmagens, o piloto perdeu o controlo da aeronave, esta rodopiou sobre si mesma e precipitou-se no solo, num terreno inclinado, ficando suspensa sobre uma rocha, a meio da encosta.

O GPIAA foi avisado de imediato e foram tomadas as medidas necessárias para prover assistência às vítimas e preservar o local, tendo uma equipa seguido no dia seguinte para o local, dando início à investigação.

***Este relatório foi redigido em duas línguas, Português e Inglês.
Em caso de conflito a versão Portuguesa terá preferência.***

¹ - Todas as horas referidas neste relatório, salvo indicação em contrário, são horas UTC (Tempo Universal Coordenado). Naquela época do ano, em Portugal continental, a hora local era igual à hora UTC + 1.

1. INFORMAÇÃO FACTUAL

1.1 História do Voo

O helicóptero havia sido fretado para que uma equipa de filmagem Alemã procedesse à realização de um anúncio publicitário de uma marca de automóveis. Tinha sido escolhido um cenário de montanha e a equipa dirigiu-se para a Serra da Estrela, tendo o helicóptero sido baseado nas instalações do Centro de Limpeza da Neve. Foram efectuadas algumas filmagens durante a manhã e continuaram pela tarde, ao longo de uma estrada que liga Loriga a Seia, passando próximo da Lagoa Comprida (*figura nº 1*).



Figura Nº 1

O realizador ocupava o lugar esquerdo da frente, enquanto o operador de câmara se colocava atrás do piloto, do lado direito, e este procurava voar cortando o trajecto das viaturas para obter as melhores imagens.

Tratava-se da terceira e última sessão e o helicóptero seguia o primeiro de dois carros ao longo da estrada sinuosa que subia a montanha, voando 150' acima do solo, a uma altitude de cerca de 5000' acima do nível do mar (AMSL) e uma velocidade de 35kts.

Pelas 15:35 foram dadas por terminadas as filmagens com o primeiro carro e o piloto informado para se aproximar do segundo carro, que vinha atrás do nº 1.

Nessa altura, o piloto iniciou uma volta pela direita, actuando no "cíclico" e coordenando com a aplicação de pedal direito.

O helicóptero começou imediatamente a rodopiar para a direita, sem que fosse possível contrariá-lo com a actuação do pedal esquerdo a fundo.

Sem que o piloto tivesse possibilidade de recuperar o controlo, o helicóptero efectuou quatro voltas de 360° sobre si mesmo e acabou por colidir violentamente com o terreno, alguns metros mais abaixo.

Após o impacto, o piloto não conseguiu desligar o motor pelo processo normal (manete), sendo necessário utilizar o interruptor da válvula de corte de combustível.

Depois de ter executado os procedimentos adequados, o piloto contactou com a empresa, para informar da situação e posição, e com os serviços de emergência, para solicitar socorro e assistência médica.

Compareceram os serviços de socorros que prestaram assistência às vítimas no local, sendo depois encaminhados para os hospitais da Covilhã (piloto), Viseu (realizador) e Coimbra (operador de câmara). Posteriormente, devido à gravidade das lesões, o realizador foi transferido para o Hospital da Universidade de Coimbra.

1.2 Lesões

A estrutura da cabina resistiu bem ao impacto mas os ocupantes sofreram lesões graves ao nível da coluna vertebral, do tórax e dos membros inferiores, o que obrigou à sua hospitalização e diversas intervenções cirúrgicas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Outros
Mortais:	0	0	0
Graves:	1	2	0
Ligeiras/Nenhumas:	0	0	0
Total:	1	2	0

1.3 Danos na Aeronave

O declive do terreno era muito acentuado e o helicóptero foi rodopiando e descendo na vertical até colidir com uma rocha que se destacava na encosta do terreno.

O impacto da cabina com o solo foi muito violento, tendo a parte inferior da cabina ficado muito amachucada. O cone de cauda fracturou junto da raiz com a fuselagem e o conjunto do estabilizador e rotor de cauda colidiram com o solo tendo sofrido danos substanciais, com deformação do estabilizador vertical e fractura das pás do rotor de cauda e do veio de transmissão. Os patins ficaram destruídos e os pára-brisas foram partidos. Houve fractura do apoio nº 5 da Caixa de Transmissão Principal e o mastro do rotor principal ficou inclinado para a frente (*figura nº 2*).



Figura Nº 2

1.4 Outros Danos

Não se registaram danos a terceiros.

1.5 Pessoas Envolvidas

1.5.1 Piloto

O piloto, de nacionalidade Espanhola, 37 anos, do sexo masculino, era um dos pilotos instrutores da empresa mais experientes neste género de trabalhos e havia sido escolhido propositadamente para esta missão.

Dos seus documentos pessoais foram recolhidas as seguintes referências:

Licença de Voo: Tipo: Validade: Qualificações: Último Exame Médico: Restrições / Limitações:	ATPL(H) 12-11-2008 AS-350; Bell-206/212/412; KA-32 03-04-2009 Nil	
Experiência de Voo:	Total	No Tipo
Total:	3047:55	500:00
Nos últimos 90 dias:	55:40	14:00
Nos últimos 30 dias:	23:25	04:25
Na última semana:	04:25	04:25
Nas últimas 24 horas:	04:25	04:25

1.5.2 Operador de Câmara

Do sexo masculino, 43 anos de idade e nacionalidade Alemã, o operador de câmara ia sentado atrás do piloto, tendo as pernas para fora da cabina, instalado num “kit” especialmente dedicado para estas operações de fotografia (*Tyler middle mount*), pelo que o assento respectivo e a porta posterior do lado direito haviam sido retirados. Na sua frente encontrava-se a estrutura de apoio e fixação da câmara de filmar.



Figura Nº 3

1.5.3 Realizador



Figura Nº 4

O realizador, de nacionalidade Alemã, 42 anos de idade, sexo masculino, ia sentado no lugar da frente do lado esquerdo, ao lado do piloto.

Por motivos de segurança e dando cumprimento aos requisitos legais, os comandos de voo do lado esquerdo haviam sido retirados, com excepção dos pedais. Estes tinham sido desconectados do sistema actuador e serviam apenas como suporte para os pés, não tendo qualquer movimento (*figura nº 4*).

1.6 Aeronave

1.6.1 Generalidades

A aeronave era um helicóptero monomotor, de patins, com rotor principal de duas pás, rodando no sentido contrário aos ponteiros do relógio e rotor de cauda bipá, situado do lado esquerdo do cone de cauda (*figura nº 5*), com capacidade para 5 pessoas e uma Massa Máxima à Descolagem (MTOM) de 1519kg (3350lb),



Figura Nº 5

A aeronave com a matrícula CS-HFB tinha todas as Licenças e Certificados válidos e tinham sido cumpridas as acções de manutenção, conforme programa aprovado pela Autoridade Aeronáutica, não havendo registo de anomalias ou restrições à operação da aeronave e seus sistemas e apresentava as seguintes referências:

REFERÊNCIA	CÉLULA	MOTOR	ROTOR
Fabricante:	Bell Helicopter Textron	Allison	Bell Helicopter Textron
Modelo:	Bell 206B	250-C20J	206-010-100-137
Nº de Série:	3640	CAE-270059	AAB-05473
Ano de fabrico:	1983	N/D	N/D
Horas de Voo: TSN:	5387:15	5298:00	5387:15
TSO:	13:45	23:10	13:45
Aterragens / Ciclos:	12975	7642	N/A
Última Inspeção:	19-05-2009	17-03-2009	19-05-2009

1.6.2 Massa e Centragem

HELISUL FOLHA DE MASSA E CENTRAGEM					
Modelo:		BELL-206 B3	Nº Serie:		3640
Matrícula:		CS-HFB	Data:		13-Jun-09
Configuração:		Tyler Middle Mount	EET:		01:00
Piloto:		[REDACTED]			
	Longitudinal			Lateral	
	Massa	Mom.	Braco	Mom.	Braco
Helicóptero	859,3 Kg	220190,9	116,3 Pol	267,05	0,1 Pol
Piloto	90,0 Kg	12893,4	65,0 Pol	2777	14,0 Pol
Fwd Pax	85,0 Kg	12177,1	65,0 Pol	-2060,7	-11,0 Pol
Camera Man	85,0 Kg	19483,36	104,0 Pol	3184,8	17,0 Pol
Tyler Middle Mount	67,6 Kg	14750,05	99,0 Pol	0	0,0 Pol
Camera & Film Magazine	15,0 Kg	3438,24	104,0 Pol	562,02	17,0 Pol
Bagageira	5,0 Kg	1630,96	148,0 Pol	0	0,0 Pol
Combustível Take Off Gal.	35 Gal	26394,20	110,9 Pol	0	0,0 Pol
Combustível Landing Gal.	10 Gal	7527,60	110,7 Pol	0	0,0 Pol
Take Off Mass	2898,1 Lb	Longitudinal Take Off C.G.		107,3 Pol	
		Lateral Take Off C.G.		1,6 Pol	
Landing Mass	2728,1 Lb	Longitudinal Landing C.G.		107,1 Pol	
		Lateral Landing C.G.		1,7 Pol	

Figura Nº 6

A aeronave tinha sido equipada para a missão a desempenhar e levava a bordo um piloto e dois passageiros, ocupando os lugares assinalados. Tinha sido abastecida com 35USG de combustível, perfazendo uma massa total à descolagem de cerca de 1315kg (2900lb) (*figura nº 6*).

No momento do acidente tinha a bordo 10USG de combustível e uma massa aproximada de 1238kg (2730lb).

Aplicando os momentos e braços respectivos foi traçada uma carta de centragem com o Centro de Gravidade (CG) longitudinal de 107.3in para a descolagem e 107.1in no momento do acidente e um valor lateral de 1.6in e 1.7in, respectivamente, pelo que se encontrava dentro do envelope permitido (*figura nº 7*).

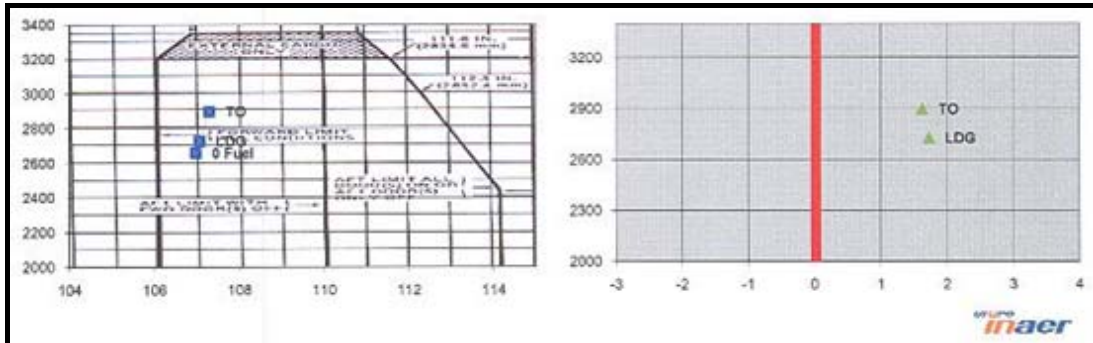


Figura Nº 7

1.7 Meteorologia

O tempo, na área do acidente e naquela hora, apresentava-se muito nublado, com cúmulos e altocúmulos com base entre os 1000m e os 3000m de altitude, mas com visibilidade horizontal superior a 20km. O vento soprava do quadrante oeste, fraco a moderado (10/18km/h). A temperatura rondava os 24°C e a pressão atmosférica era ligeiramente inferior à pressão standard (850hPs a 5000').

A circulação de oeste criava umas correntes ascendentes fracas ao longo das encostas expostas a ocidente e provocava alguma turbulência nos vales interiores.

1.8 Ajudas à Navegação

Não aplicável.

1.9 Comunicações

Durante a execução dos trabalhos, a aeronave não manteve comunicações com nenhuma estação rádio (FIS ou Controlo de Tráfego Aéreo).

1.10 Local do Acidente

O acidente ocorreu em plena zona montanhosa da Serra da Estrela, a coordenadas 40° 21' 29" N / 007° 39' 57" W, altitude 5060ft, numa encosta íngreme ligando as cotas 4900ft e 5100ft (*figura nº 8*).



Figura Nº 8

Na altura do acidente já tinham terminado os trabalhos de construção da nova estrada, apresentando-se o local com o aspecto da figura nº 9, vendo-se o helicóptero, a partir de cima, na posição em que se imobilizou, enquanto que na foto imposta se tem uma visão a partir da estrada que passa ao fundo no vale.



Figura Nº 9

1.11 Registadores de Voo

A aeronave não estava equipada com registadores de voo, por não ser obrigatório para este tipo de aeronave.

1.12 Destroços e Impactos

Por força da queda vertical da aeronave, sobre o terreno, as partes destacadas (pára-brisas) permaneceram dentro da cabina. Todas as outras partes fracturadas permaneceram presas à estrutura da aeronave, ou próximo desta, conforme se verifica na figura 2, confirmando a ausência de velocidade de translação.

1.13 Médica ou Patológica

1.13.3 Piloto

Foi socorrido no Hospital da Covilhã e mais tarde assistido no Hospital Ortopédico de Cascais. Dada a violência do impacto, na vertical, o piloto sofreu uma forte compressão da coluna vertebral, com fractura de uma vértebra, na região lombar, o que o obrigou a uma paragem na sua actividade profissional.

1.13.4 Operador de Câmara

O Operador de Câmara, que seguia no lugar atrás do piloto e voltado para o exterior, com as pernas para fora da cabina, sofreu uma fractura da tíbia direita, fractura da clavícula e omoplata direitas, fractura de três costelas e achatamento com fractura do corpo da vértebra L1.

Foi transportado para o Hospital da Universidade de Coimbra onde foi submetido a intervenção cirúrgica e mais tarde transferido para o seu país de residência (16-06-2009).

1.13.5 Realizador

O Realizador sentava-se ao lado esquerdo do piloto e sofreu os efeitos do embate vertical da aeronave que lhe provocou fracturas diversas nas vértebras L4 e L5, que lhe limitavam a capacidade de movimento das pernas. Ao tentar abandonar a aeronave, caiu num buraco por entre as rochas, escondido pela vegetação, o que agravou o seu estado.

Recuperado pelo pessoal de socorro, foi transportado para o Hospital de Viseu, de onde foi transferido (no dia 14) para o Hospital da Universidade de Coimbra, onde foi submetido a intervenção cirúrgica. Em 16-06-2009 foi transferido para a Alemanha.

1.14 Fogo

Não houve fogo.

1.15 Sobrevivência

Todos os ocupantes usavam os cintos de segurança apertados. A resistência estrutural da cabina contribuiu para a minimização das lesões sofridas. O embate no solo foi muito violento por ter acontecido sobre uma rocha granítica, no entanto, a presença desta contribuiu para que o helicóptero tivesse ficado apoiado e não tivesse rolado pela encosta, o que iria comprometer as possibilidades de sobrevivência dos ocupantes.

A pronta comunicação do piloto, através do telefone móvel, alertou as autoridades e os Serviços de Socorro, que compareceram prontamente no local e foram essenciais na prestação de assistência às vítimas.

1.16 Ensaios e Pesquisas

Não se tendo verificado qualquer falha de material ou mau funcionamento de qualquer sistema, não se considerou necessário proceder a ensaios mecânicos de qualquer componente.

As pesquisas foram dirigidas para as áreas do comportamento e desempenho aerodinâmico da aeronave, na situação particular de voo em montanha, em altitude, a baixa velocidade de translação e com utilização de potências elevadas do motor.

Do gráfico de “performance” constante do Manual de Voo da aeronave (AFM), relativo à capacidade de voo estacionário fora do efeito de solo, determinou-se que, para a altitude de 6000’ e temperatura de 24°C era possível manter o voo estacionário, fora do efeito de solo, com uma massa total de 1360kg /3000lb (figura nº 10).

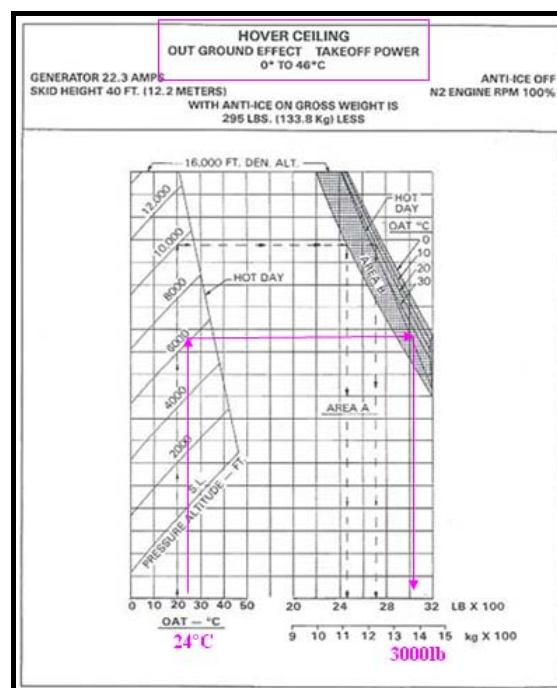


Figura Nº 10

Considerando que a massa total, no momento do acidente, era de 1238kg/2730lb, o helicóptero encontrava-se dentro do seu envelope normal de operação.

1.17 Organização e Gestão

O operador encontrava-se devidamente autorizado e certificado pelo INAC para operar no ramo de trabalho aéreo com helicópteros.

Todas as suas operações eram reguladas pelas normas especificadas no respectivo Manual de Operações de Voo (MOV), nos manuais das aeronaves e outra legislação emitida pelas autoridades aeronáuticas, de acordo com o Certificado de Operador de Trabalho Aéreo (COTA) emitido pelo INAC.

Os trabalhos de manutenção das aeronaves eram executados pelos técnicos da empresa, devidamente qualificados, e por empresas certificadas e contratadas para o efeito, conforme Exposição de Gestão da Manutenção, aprovada pelo INAC.

1.18 Informação Adicional

Não existem informações complementares a referir.

1.19 Técnicas de Investigação Utilizadas

Não foram utilizadas quaisquer técnicas especiais de investigação, sendo todos os estudos baseados nos manuais da aeronave e outros documentos emitidos pelo fabricante.

2. ANÁLISE

2.1 Planeamento e Desenrolar do Voo

A empresa “READYTOSHOOT” dedicava-se à produção de filmes e spots publicitários e tinha sido incumbida de realizar um filme de promoção de um novo modelo de automóvel.

Tendo escolhido o cenário da Serra da Estrela, contactou com o operador para que um helicóptero fosse posto à sua disposição para efectuar as filmagens, tendo sugerido o nome do piloto que gostariam de ter ao seu dispor, pois já tinham trabalhado com ele e gostavam da sua prestação.

Na data fixada (13-JUN-2009) deslocaram-se para a Serra da Estrela e fizeram base no Centro de Limpeza da Neve, de onde partiam para as diversas sessões de filmagens.

Na terceira saída do dia, pelas 16:00, a equipa dirigiu-se para a zona da Lagoa Comprida, onde tencionava registar algumas imagens dos carros subindo a estrada que liga Loriga à estrada N-339.

Foram instalados todos os equipamentos necessários para o cumprimento da missão, nomeadamente o conjunto “Tyler Middle Mount”, para registo de imagens, retirando o assento normal e a porta direita do lugar de trás.

Para garantir uma margem mais confortável de potência disponível, a quantidade de combustível abastecida (35USG) era apenas a necessária para o voo programado e o piloto estava consciente das dificuldades da missão e dos fenómenos relacionados com a meteorologia e a aerodinâmica que poderia encontrar e que afectariam as condições de voo.

As duas primeiras missões decorreram sem problemas e a terceira estava a desenrolar-se de acordo com as expectativas. A aeronave perseguia o automóvel, serpenteando entre as montanhas, por vezes cortando o seu percurso, procurando sempre oferecer a melhor posição para o operador de câmara. Dado que o perfil do terreno era a subir, o helicóptero ia acompanhando a subida e, como tal, utilizava um regime de potência muito elevado. Para acompanhar a viatura tinha que manter uma velocidade de translação relativamente baixa, o que requeria mais potência.

Quando o realizador deu por terminadas as filmagens com o primeiro carro e pediu para ir ao encontro do segundo, a aeronave voava a baixa velocidade ($\pm 35kt$) e com muita potência introduzida. Ao iniciar a volta rápida para a direita, o piloto aliviou automaticamente a pressão no pedal esquerdo o que permitiu a entrada do helicóptero numa situação de rotação inesperada para a direita.

A aplicação de pedal esquerdo a fundo não foi suficiente para contrariar o momento da rotação e, por estar muito próximo do solo, a baixa velocidade e com muita potência, o piloto não teve oportunidade de recuperar o controlo do helicóptero.

2.2 Rotação Inesperada ou Perda de Efectividade do Rotor de Cauda

2.2.1 Acção do Rotor de Cauda

O rotor de cauda tem por finalidade contrariar o efeito de torque criado pela rotação do rotor principal e proporcionar um voo mais coordenado (*figura nº 11*).

É accionado através do veio de transmissão de cauda e actuado pelos pedais, fazendo aumentar ou diminuir o passo das pás de modo a manter o equilíbrio de forças.

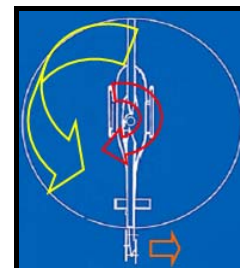


Figura Nº 11

É efectivo a todas as velocidades, desde o voo estacionário até à Velocidade Máxima (VNE) e dentro de toda a gama de potência disponível do motor e aplicável na Caixa de Transmissão Principal (CTP), desde que não haja distorção do fluxo aerodinâmico a que se encontra sujeito.

2.2.2 Rotação Inesperada para a Direita

Trata-se da ocorrência de uma rotação inesperada do helicóptero, a qual não é atenuada por si só e que, se não for corrigida, pode resultar na perda de controlo da aeronave. É uma característica aerodinâmica do voo a baixas velocidades (< 30KT), própria dos monorotores com rotor de cauda, agravada para situações de massa elevada e alto regime de potência. Este fenómeno não está relacionado com uma falha do equipamento nem se trata de uma perda do rotor de cauda.

Algumas vezes este fenómeno é impropriamente chamado de “*perda de efectividade do rotor de cauda*”. Na realidade, ensaios levados a cabo em túnel de vento provaram que o rotor de cauda não perde a sua capacidade de desenvolver potência operando em toda a gama de regimes de voo aprovada.

Ao falar de rotação inesperada para a direita não se exclui a existência de semelhante ocorrência para o lado esquerdo. Esta rotação desenvolve-se para o lado contrário da rotação do rotor principal e torna-se crítica em voos fora do efeito de solo e velocidade horizontal inferior a 30kts, quando se efectua uma volta a baixa velocidade para esse lado.

Uma vez que estamos perante uma ocorrência com um helicóptero Bell 206, com rotação do rotor principal no sentido contrário aos ponteiros do relógio, a volta crítica é para o lado direito, daí o referir-se o fenómeno como “*Rotação Inesperada para a Direita*”. Tratando-se de helicópteros de rotação contrária haverá que fazer as respectivas adaptações.

O fabricante “Bell Helicopter - Textron” tem publicado diverso material relacionado com este fenómeno, não só através de “Information Letters (206-84-41 e 206L-84-27)” e da sua revista de divulgação (*Rotorbreeze*), como através de seminários e outros documentos de treino e instrução. A exposição que se segue é baseada nestes documentos.

2.2.3 Condições que levam a uma Rotação Inesperada para a Direita

Há quatro condições principais que levam a uma rotação inesperada para a direita:

- Efeito de catavento;
- Interferência dos vórtices do rotor principal;
- Situação do anel dos vórtices do rotor de cauda;
- Perda da sustentação de translação.

A apresentação sumária de cada um destes factores, que se segue, é adaptada ao helicóptero Bell 206.

A direcção dos ventos apresentada nas figuras não é uma direcção geográfica mas sim o ângulo formado com a linha longitudinal do helicóptero, considerando 000°/360° no nariz da aeronave e rodando no sentido dos ponteiros do relógio.

2.2.3.1 Efeito de Catavento

O efeito de catavento baseia-se na tendência do helicóptero, por força da sua configuração da cauda e estabilizador vertical, aproar o nariz ao vento relativo, rodando para a esquerda ou direita, conforme adequado.

Se for iniciada uma rotação, em qualquer das direcções, essa rotação sofrerá uma aceleração, na mesma direcção, quando o vento relativo se encontrar entre os 120° e os 240° (*zona sombreada na figura nº 12*), a não ser que, atempadamente, seja aplicado pedal contrário.

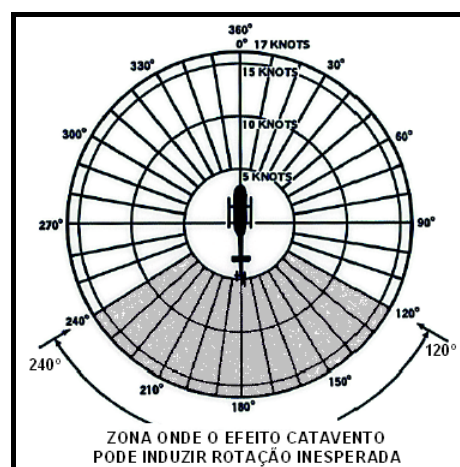


Figura Nº 12

2.2.3.2 Interferência dos Vórtices do Rotor Principal

Quando o vento relativo se encontra entre os 285° e os 315°, os vórtices criados pelas pás do rotor principal podem ser dirigidos para o rotor de cauda, provocando uma mudança do ângulo de ataque das pás deste (figura nº 13). Quando, numa volta para a direita, o rotor de cauda entra nesta zona, há um aumento inicial do ângulo de ataque, o que faz com que o piloto aplique pé direito, para manter a mesma razão de volta.

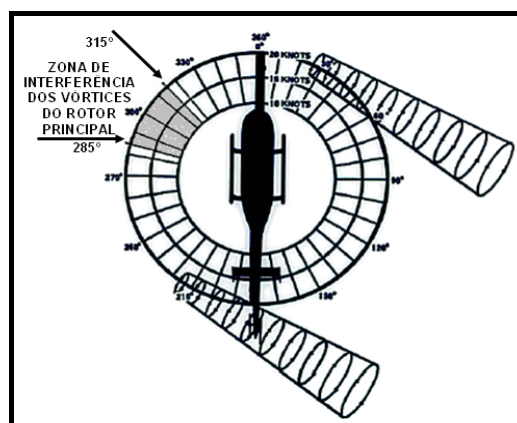


Figura Nº 13

Depois do rotor de cauda passar a zona do vórtice, dá-se uma diminuição do ângulo de ataque e começa uma aceleração na rotação para a direita. Esta súbita aceleração surpreende o piloto, que tinha aplicado pedal direito para manter a razão de volta.

Embora o rotor de cauda não entre em perda, acontece que o helicóptero desenvolve uma súbita rotação para a direita, não comandada, que, se não for contrariada, provoca um grande aumento na razão de volta para a direita, podendo levar a uma perda de controlo.

2.2.3.3 Situação do Anel dos Vórtices do Rotor de Cauda

Se o vento relativo variar entre os 210° e os 330°, existe a possibilidade de formação de vórtices na zona do rotor de cauda, o que provoca variações na potência desenvolvida pelo rotor de cauda e, conseqüentemente, variações de razão de rotação.

Considerando que estas variações não têm uma frequência certa, o piloto tem que efectuar correcções no momento em que essas variações se manifestam, o que aumenta a carga de trabalho.

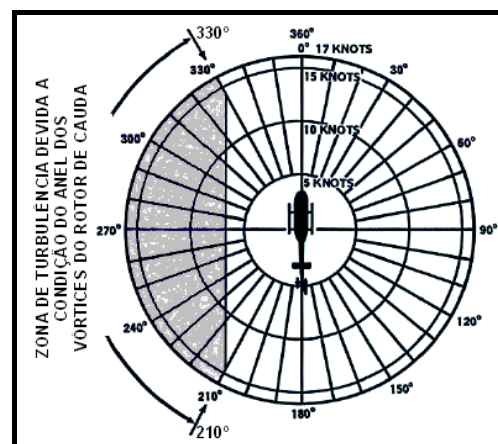


Figura Nº 14

Esta situação não apresenta problemas de maior, pois é rotineira na operação de helicópteros, desde que as acções correctivas sejam atempadas. Se se permitir o desenvolvimento de uma rotação para a direita, a aeronave pode aproar para a zona de proveniência do vento e entrar no efeito de catavento, acelerando a razão de volta para a direita.

2.2.3.4 Perda da Sustentação de Translação

A perda da sustentação de translação exige a aplicação de mais potência e, consequentemente, mais aplicação de pedal esquerdo. Se esta perda acontece durante uma volta para a direita, a razão de volta vai aumentar quando se aumenta a potência, a não ser que se aplique a correcção necessária atempadamente. Quando se opera próximo da potência máxima, esta necessidade de mais potência pode provocar uma quebra de RPM do rotor.

Se o piloto se distrai com o súbito aumento da razão de volta para a direita, pode não se aperceber da perda do vento relativo e consequente perda de sustentação. Se o piloto não mantiver a velocidade horizontal, durante uma volta pela direita para uma posição de vento de cauda, a aeronave pode ficar sujeita a um aumento da rotação para a direita e, devido a uma necessidade de mais potência, entrar numa descida acentuada.

2.2.4 Recuperação de uma Rotação Inesperada para a Direita

A antecipação na aplicação do pedal esquerdo é sempre a melhor forma de não entrar numa rotação para a direita. Se não for possível evitá-lo há que **reagir pronta e eficazmente levando o pedal esquerdo para a sua máxima deflexão e, simultaneamente, empurrando o cíclico para a frente**, para ganhar velocidade.

Depois de recuperar o controlo deve ajustar-se os comandos para o voo estabilizado em frente.

Caso não seja possível recuperar o controlo aconselha-se a execução de uma auto-rotação.

A redução do passo do rotor principal poderá ser uma grande ajuda na paragem da rotação para a direita. No entanto pode provocar um grande aumento da razão de descida. O subsequente aumento de passo para quebrar essa descida e evitar a colisão com o solo pode vir a agravar ainda mais a situação, aumentando a velocidade do movimento de rotação e diminuindo as RPM do rotor principal. A decisão em reduzir o colectivo deverá ser tomada pelo piloto em função da altitude disponível para a manobra de recuperação.

2.2.5 Perda de Efectividade do Rotor de Cauda do CS-HFB

O helicóptero perseguia o carro nº 1 seguindo um rumo aproximado de 230º, voando a baixa velocidade (± 35 kt) e próximo da potência máxima.

Quando lhe foi solicitado para prosseguir para o carro nº 2, que se encontraria numa posição próxima do rumo 360°, o piloto iniciou uma volta pela direita, aliviando a pressão no pé esquerdo.

Como o vento soprava de Oeste, ao passar por 300° o efeito da *situação do anel dos vórtices do rotor de cauda* começou a fazer-se sentir. Antes que o piloto tivesse iniciado a compensação, metendo mais pé esquerdo, já estava a passar pelos 315° e a sofrer a *interferência dos vórtices do rotor principal*, perdendo o controlo do aparelho e ficando sem *velocidade de translação*.

A este ponto o piloto só poderia libertar-se da perda de eficiência do rotor de cauda através do aumento da velocidade de translação (*empurrando o cíclico para a frente*) ou da redução do passo do rotor principal (*pondo o colectivo em baixo*).

Qualquer destas soluções implicava uma perda de altitude considerável, de que o piloto não dispunha naquele momento.

3. CONCLUSÕES

3.1 Factos Estabelecidos

Em face dos factos apurados e referenciados pode concluir-se que:

- 1º O voo estava devidamente autorizado e tinham sido tomadas as medidas de segurança recomendadas;
- 2º O piloto estava devidamente qualificado e não manifestava qualquer sintoma que recomendasse o seu afastamento da missão;
- 3º A aeronave tinha o Certificado de Navegabilidade e outros documentos válidos, tinha cumprido os programas de manutenção aprovados e não havia registo de qualquer restrição ou limitação na sua operação;
- 4º A massa total e centragem encontravam-se dentro dos valores normais de operação, estabelecidos pelo fabricante e aprovados pela Autoridade certificadora;
- 5º Na execução de uma volta para a direita, a baixa velocidade e altitude, a aeronave entrou numa rotação inesperada para a direita;
- 6º O piloto não dispunha de altitude necessária para poder recuperar da situação de perda de controlo da aeronave e não conseguiu evitar a sua colisão com o solo;
- 7º Dessa colisão resultaram lesões graves para os ocupantes e danos substanciais para a aeronave.

3.2 Causas do Acidente

3.2.1 Causa Primária

O acidente foi devido à perda de controlo da aeronave que entrou numa situação de rotação inesperada para a direita com perda de efectividade do rotor de cauda.

3.2.2 Factores Contributivos

Contribuíram para a entrada da aeronave em rotação inesperada para a direita e perda de efectividade do rotor de cauda:

- 1º O voar a baixa altitude acima do terreno;
- 2º O voar a baixa velocidade de translação;
- 3º O voar com uma massa total elevada, para as condições de altitude e temperatura;
- 4º A utilização de potência muito próxima do limite máximo.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Não são emitidas recomendações de segurança mas, por se tratar de um fenómeno típico dos helicópteros monorotores com rotor de cauda, dos quais existe uma grande variedade no nosso país e com sentidos de rotação diferentes, lembra-se a todos os operadores a necessidade de incluir nos seus programas de treino recorrente uma revisão das causas e características deste fenómeno, alertando as tripulações para a necessidade da prevenção e reacção atempada para evitar as suas consequências.

Lisboa, 11 de Fevereiro de 2010

O Investigador Responsável,