

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-032/CENIPA/2018**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PT-HYW</b>
<b>MODELO:</b>	<b>AS 350 B2</b>
<b>DATA:</b>	<b>22FEV2018</b>



## ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

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

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-HYW, modelo AS 350 B2, ocorrido em 22FEV2018, classificado como “[SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente e [LOC-I] Perda de controle em voo”.

No transcurso do voo entre o Aeródromo Presidente Juscelino Kubitschek (SBBR), Brasília, DF, e o Heliponto Mineração Serra Grande (SJMS), Crixás, GO, o helicóptero teve falha do sistema hidráulico e realizou um pouso de emergência em um campo não preparado.

Durante o procedimento de pouso, quando a aeronave estava próxima do solo, o piloto perdeu o controle, o que fez com que as pás do rotor principal colidissem contra o terreno, pousando bruscamente.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu lesões leves e os dois passageiros saíram ilesos.

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

## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave. ....	7
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.....	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.....	8
1.6. Informações acerca da aeronave.....	8
1.7. Informações meteorológicas.....	11
1.8. Auxílios à navegação.....	11
1.9. Comunicações.....	11
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	11
1.11. Gravadores de voo.....	11
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	11
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.....	13
1.14. Informações acerca de fogo.....	13
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	13
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	13
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	18
1.18. Informações operacionais.....	19
1.19. Informações adicionais.....	22
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	22
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>23</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>25</b>
3.1. Fatos.....	25
3.2. Fatores contribuintes.....	26
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>27</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>27</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

AMM	<i>Aircraft Maintenance Manual</i> - Manual de Manutenção da Aeronave
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CIV	Caderneta Individual Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CTP	Caixa de Transmissão Principal
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
FAP	Ficha de Avaliação de Piloto
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - informe meteorológico de aeródromo
HMNT	Habilitação de Helicóptero Monomotor a Turbina
OM	Organização de Manutenção
PN	<i>Part Number</i> - número da peça
PIC	<i>Pilot in Command</i> - piloto em comando
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SAE	Categoria de Registro Privada - Serviço Aéreo Especializado Público
SBBR	Designativo de localidade - Aeródromo Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, DF
SJMS	Designativo de localidade - Heliponto Mineração Serra Grande, Crixás, GO
SN	<i>Serial Number</i> - número de Série
TPX	Categoria de Registro Privada - Transporte Aéreo Público Não Regular
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> - condições meteorológicas de voo visual

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> AS 350 B2 <b>Matrícula:</b> PT-HYW <b>Fabricante:</b> Eurocopter France	<b>Operador:</b> DS AIR TÁXI AÉREO LTDA.
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 22FEV2018 - 14:00 (UTC) <b>Local:</b> Área rural de Santa Rita do Novo Destino <b>Lat.</b> 15°10'41"S <b>Long.</b> 049°05'48"W <b>Município - UF:</b> Santa Rita do Novo Destino - GO	<b>Tipo(s):</b> [SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema /componente [LOC-I] Perda de controle em voo <b>Subtipo(s):</b> Nil

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Presidente Juscelino Kubitschek (SBBR), Brasília, DF, com destino ao Heliponto Mineração Serra Grande (SJMS), Crixás, GO, por volta das 13h30min (UTC), a fim de transportar carga e pessoal, com um piloto e dois passageiros a bordo.

Com, aproximadamente, 30 minutos de voo, a luz de emergência do sistema hidráulico acendeu no painel de alarmes, acionando o respectivo sinal sonoro.

O Piloto em Comando (PIC) percebeu o enrijecimento dos comandos de voo e decidiu realizar um pouso de emergência na área rural do município de Santa Rita do Bom Destino, GO.

Durante a aproximação, já próximo ao pouso, houve a perda de controle do helicóptero, tendo as pás do rotor principal colidido contra o solo. Após isso, a aeronave tocou os esquis e parou.



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

A aeronave teve danos substanciais.

O PIC sofreu lesões leves e os passageiros saíram ilesos.

## 1.2. Lesões às pessoas.

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

## 1.3. Danos à aeronave.

Houve ruptura em uma das hastes de sustentação do mastro do rotor principal, fratura no cone de cauda, quebra das pás do rotor principal e de cauda, além de quebra do esqui esquerdo e do para-brisas esquerdo (Figura 2).



Figura 2 - Danos ao cone de cauda do PT-HYW.

## 1.4. Outros danos.

Não houve.

## 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	696:10
Totais, nos últimos 30 dias	30:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:40
Neste tipo de aeronave	desconhecido
Neste tipo, nos últimos 30 dias	30:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:40

**Obs.:** os dados relativos às horas totais voadas foram obtidos na Caderneta Individual de Voo (CIV) Digital do PIC. As demais horas foram fornecidas pelo próprio PIC.

Em que pese o PIC informar que possuía cerca de 500 horas de voo no modelo desta ocorrência, os dados apurados na CIV Digital, constantes no Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), na data do acidente, registravam que ele detinha um total de 696 horas e 10 minutos de voo, sendo 505 horas e 52 minutos no modelo R22 e 187 horas e 36 minutos no modelo B105.

### 1.5.2. Formação.

O PIC realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH), na Escola Nacional de Pilotagem, RJ, em 1998.

### 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.

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

Foram apresentadas as Fichas de Avaliação de Piloto (FAP) do PIC, referentes ao Treinamento Inicial e de Transição e do Treinamento em Rota da aeronave AS 350, realizado entre os dias 04ABR2017 e 11ABR2017.

Não havia lançamento, no SACI, do voo de verificação relativo à FAP 03, de 06ABR2017, no qual foi conduzido o cheque inicial do equipamento e da FAP 14 referente ao exame em rota, ocorrido no dia 25ABR2017.

A data do último voo lançado na CIV Digital era de 16NOV2016.

Todavia, o Diário de Bordo nº 021/PT-HYW/17 trazia o registro de que o PIC realizou um total de 5 horas e 28 minutos de voo, no PT-HYW, em 20FEV2018.

A empresa fornecia internamente um treinamento anual, no qual previa o adestramento de emergências. Observando a documentação da empresa relativa a esse treinamento, constatou-se que este propiciava o treinamento previsto para o AS 350.

O Programa de Treinamento da Empresa estabelecia quatro seções de treinamento prático, com voos de 1 hora e 15 minutos de duração, totalizando 5 horas de treinamento inicial.

Para o treinamento do PIC, foram realizadas três seções, no dia 04ABR2017, sendo que na terceira constava um voo de 32 minutos no qual não houve treinamento de emergências. No dia seguinte, foi realizado outro voo da “seção 3”, com 1 hora e 18 minutos de duração, sendo que, neste voo, foram realizadas as emergências previstas. Efetivamente, no total, o treinamento inicial durou 5 horas e 46 minutos.

O PIC cumpriu o previsto no Programa de Treinamento da Empresa e, segundo suas fichas de avaliação, ele alcançou um desempenho geral satisfatório.

Todavia, na FAP referente ao voo da “seção 3”, realizado em 05ABR2017, no item relativo ao treinamento do procedimento de emergência “aproximação e pouso com o sistema hidráulico cortado” constava o seguinte comentário:

o procedimento de pouso com hidráulico cortado foi realizado satisfatoriamente, porém, deverá ser alvo, nos próximos treinamentos periódicos, com o propósito de atingir uma condição ideal.

No dia 06ABR2017, conforme constava na FAP, o PIC foi aprovado no voo de exame de proficiência para obtenção da habilitação HMNT. No voo em tela, não havia registro da execução desse procedimento de emergência.

### 1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

### 1.6. Informações acerca da aeronave.

O helicóptero, modelo AS 350 B2, monomotor à turbina, de *Serial Number* (SN) AS2765, foi fabricado pela *Eurocopter France*, em 1994, e estava inscrito nas Categorias de Registro Privada - Transporte Público Não Regular (TPX) e Serviço Aéreo Especializado Público (SAE).



Com seu acionamento, a operação do cíclico/coletivo com assistência hidráulica ficava limitada à capacidade dos acumuladores (pequena reserva de energia), já que ocorria um aumento significativo na carga necessária para o movimento dos comandos do cíclico e do coletivo sem a assistência hidráulica. O controle do pedal com assistência do hidráulico caía a zero, devido à abertura do solenoide do servo dos pedais (Figura 4).

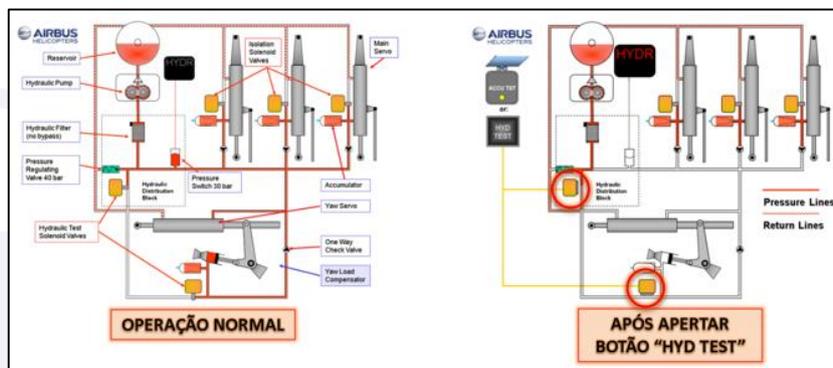


Figura 4 - Esquema do sistema hidráulico em operação normal e após o acionamento do HYD TEST. Fonte: adaptado da apresentação "Back to the Basics" da Airbus Helicopters.

Com relação aos avisos luminosos e ao alarme aural, a *Section 3.3* da *Section 3 Emergency Procedures* registrava que o alarme sonoro da pressão hidráulica era ativado quando ela caía abaixo de 30 bars. Da mesma forma, o acendimento da luz de alerta HYD indicava um mau funcionamento do sistema hidráulico (Figura 5).

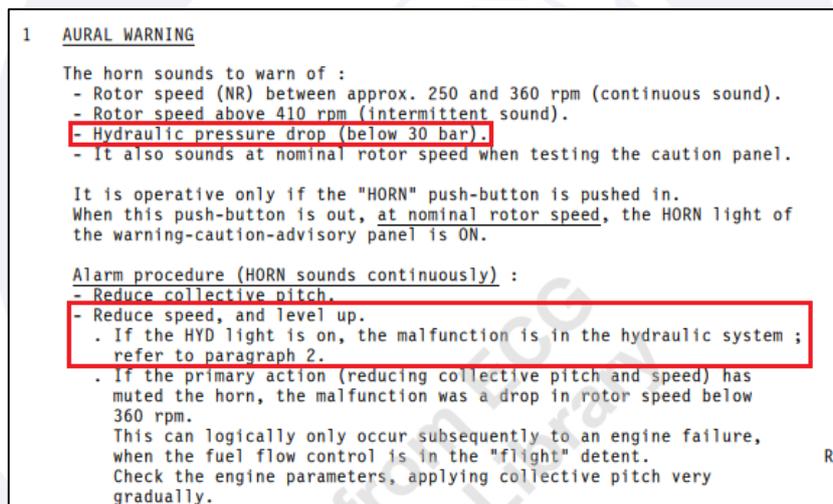


Figura 5 - Extrato do item 1 da *Section 3.3 - Emergency Procedures*. Fonte: *Flight Manual AS 350 B2*.

A aeronave possuía em seu sistema hidráulico um indicador de entupimento do filtro, que consistia, para um observador externo, na visualização do pino (1), que ficava aparente quando o sistema operasse com fluido hidráulico poluído (Figura 6).

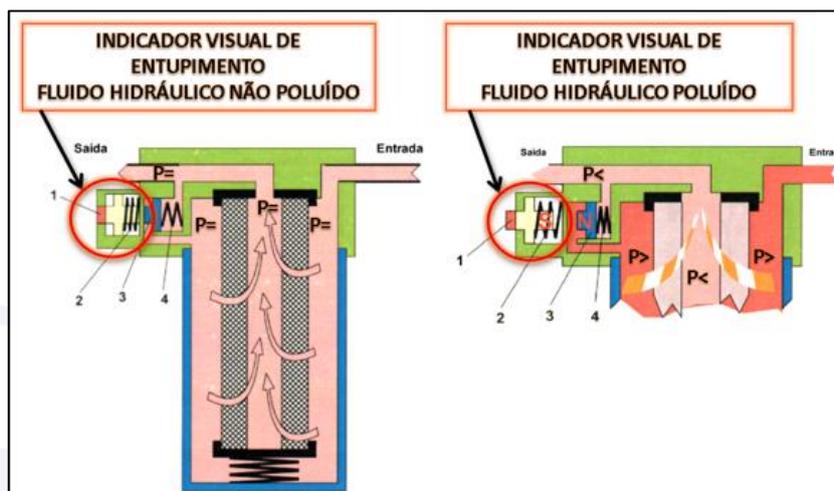


Figura 6 - Detalhamento do indicador de entupimento do filtro do fluido hidráulico (pino aparente).

Detalhando o funcionamento, tem-se que a diferença de pressão ( $\Delta P$ ) entre a entrada e a saída do filtro era detectada pelo conjunto do pistão magnético (3) e mola (4).

Enquanto o fluido hidráulico está limpo, o  $\Delta P$  é pequeno. A mola (4) mantém o pistão magnético contra a parede que o separa do indicador visual de entupimento (1). O indicador visual (1) é atraído contra a parede pelo campo magnético do pistão (3) e comprime a mola (2). À medida que o elemento filtrante vai entupindo, a pressão na entrada do filtro vai aumentando. Quando o  $\Delta P$  atingir 2.7bar, a pressão empurra o pistão (3), comprimindo a mola (4). A atração magnética é rompida, a mola (2) empurra o indicador visual (1) e a extremidade do indicador emerge, apontando, assim, a poluição do filtro.

### 1.7. Informações meteorológicas.

As condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

Não houve anormalidade técnica nos equipamentos de comunicação durante o voo.

### 1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

### 1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

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

O primeiro impacto ocorreu com as pás do rotor principal em atitude picada (aproximadamente 5°) e com inclinação para a esquerda, provocando danos nas pontas de todas as pás e fraturas na pá vermelha, a 97 cm e a 110 cm da ponta.

O segundo impacto ocorreu com a aeronave nivelada, vindo a tocar com ambos os esquis no solo, sem deslocamento significativo (rastro de 20 cm para a direita).

Após esse impacto, a aeronave teve quebra na haste de comando do passo do servo direito do rotor principal, quebra do esqui esquerdo, do para-brisas esquerdo, danos no cone de cauda e fratura do eixo curto da transmissão do rotor de cauda, o que ocasionou o rasgo na carenagem de proteção do referido componente.

Havia diversos pontos de amassamento na fuselagem ocasionados pelo forte impacto vertical contra o solo, contudo, nenhum suporte dos assentos sofreu danos.

O comando coletivo estava na posição em cima, com o interruptor de corte hidráulico de emergência na posição aberto e guarda fechada (situação normal de voo).

O botão do “TESTE HIDR” estava pressionado (Figura 7).



Figura 7 - Vista do botão de teste hidráulico pressionado.

Durante a ação inicial, ao verificar o indicador de entupimento do filtro hidráulico do PT-HYW, constatou-se que o pino se encontrava aparente (Figura 8).

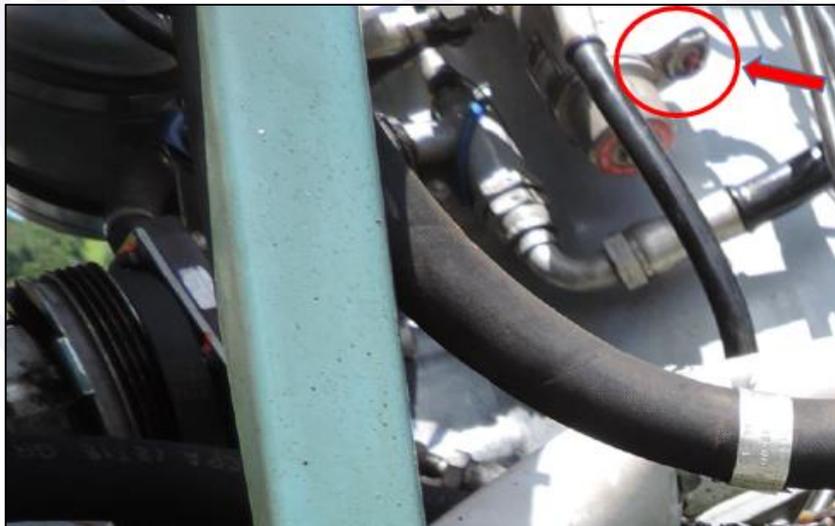


Figura 8 - Indicador de entupimento do filtro do fluido hidráulico (pino aparente).

### 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 do tripulante.

#### 1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

### 1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Não houve evidências de que questões de ordem psicológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho do tripulante.

### 1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

O tripulante e os passageiros abandonaram a aeronave por meios próprios.

### 1.16. Exames, testes e pesquisas.

#### Combustível

O ensaio referente à amostra de querosene de aviação coletada no tanque do PT-HYW revelou que ela estava conforme as especificações da ANP para as características avaliadas.

#### Fluido hidráulico

A norma NAS 1638 era um padrão desenvolvido em 1964 para definir as classes de contaminação que os fluidos hidráulicos de componentes de uma aeronave poderiam atingir. Ela determinava o nível de contaminação pela contagem das partículas por 100 ml, em 5 faixas de tamanho, conforme Figura 9.

Número de partículas por 100 ml														
Micra	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 à 15	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000	32.000	64.000	128.000	256.000	512.000	1.024.000
15 à 25	22	44	89	178	356	712	1.425	2.850	5.700	11.400	22.800	45.600	91.200	182.400
25 à 50	4	8	16	32	63	126	253	506	1.012	2.025	4.050	8.100	16.200	182.400
50 à 100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1.440	2.880	5.760
Acima de 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1.024

Figura 9 - Tabela da NAS 1638.

O Relatório de Ensaio de Poluição de Fluido Hidráulico nº 026/18, da HELIBRAS, obteve um resultado Classe > 12, tanto nas amostras das linhas hidráulicas quanto no reservatório hidráulico. As amostras apresentaram uma poluição por partículas - Classe C NAS 1638 - (Partículas  $\geq 5\mu$ ) (Figura 10).

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA					
Aeronave	Tipo	S/N	TSN (horas)	Sistema Hidráulico	F H tipo
PT-HYW	AS350B2	2720	4.556	Mono	MIL H 5606
Data da coleta: 24/02/18 - Origem: Linhas hidráulicas		Responsável: [REDACTED]			
RESULTADOS					
POLUIÇÃO POR PARTÍCULAS - CLASSE (C) NAS 1638 - (PARTÍCULAS $\geq 5 \mu$ )			POLUIÇÃO POR LAMA (PARTÍCULAS $< 5 \mu$ )		
DIMENSÕES EXTREMAS DAS PARTÍCULAS ( $\mu$ )	EXIGIDO (Máximo)	OBtido	ÍNDICE COLORIMÉTRICO (I)		
5 a 15	Classe 10	Classe > 12	ANOTAR		
15 a 25	25600	36800	500		
25 a 50	45600	33200			
50 a 100	8100	10500			
Acima de 100	1440	4720			
	256	2820			
Documento aplicável: IH 0030			Data do ensaio: 02/04/18		
OBSERVAÇÕES					
Sexto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Anexo do ofício n. 07/ASQ/73 de 19/03/18. Classificação da ocorrência: Acidente Solicitante: [REDACTED]					
Contagem aproximativa, devido ao elevado número de partículas. Partículas $\geq 25 \mu$ (fator 10x) Partículas $< 25 \mu$ (fator 100x) Gama de partículas que definiu a classe de poluição: acima de 100 $\mu$ .					

Figura 10 - Extrato do Relatório de Ensaio de Poluição de Fluido Hidráulico das linhas hidráulicas. Fonte: HELIBRAS.

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA					
Aeronave	Tipo	S/N	TSN (horas)	Sistema Hidráulico	F. H tipo
PT-HYW	AS350B2	2720	4.558	Mono	MIL H 5605
Data da coleta: 24/02/18		Origem: Reservatório hidráulico		Responsável: [REDACTED]	
RESULTADOS					
POLUIÇÃO POR PARTÍCULAS - CLASSE (C) NAS 1638 - (PARTÍCULAS $\geq 5 \mu$ )			POLUIÇÃO POR LAMA (PARTÍCULAS $< 5 \mu$ )		
DIMENSÕES EXTREMAS DAS PARTÍCULAS ( $\mu$ )	EXIGIDO (Máximo)	OBTIDO	ÍNDICE COLORIMÉTRICO (I)		
	Classe 10	Classe > 12			
5 a 15	25600	35200	ANOTAR  500		
15 a 25	45600	28000			
25 a 50	8100	7300			
50 a 100	1440	2810			
Acima de 100	256	1220			
Documento aplicável: IH 0030			Data do ensaio: 02/04/18		
OBSERVAÇÕES					
Sexto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Anexo do ofício n. 07/ASQ/73 de 19/03/18. Classificação da ocorrência; Acidente Solicitante: [REDACTED]					
Contagem aproximativa, devido ao elevado número de partículas. Partículas $\geq 25 \mu$ (fator 10x) Partículas $< 25 \mu$ (fator 100x) Gama de partículas que definiu a classe de poluição: acima de 100 $\mu$ .					

Figura 11 - Extrato do Relatório de Ensaio de Poluição do reservatório hidráulico. Fonte: HELIBRAS.

A análise da HELIBRAS especificou que foram realizadas contagens aproximadas, devido ao elevado número de partículas superiores a  $25\mu$ , inserindo uma observação no relatório de que a gama de partículas que definiu a Classe de poluição era superior a  $100\mu$ .

### Sistema hidráulico

A verificação dos servos comandos do rotor principal, servo comando traseiro, eletroválvulas e dos acumuladores atestaram que esses conjuntos estavam em boas condições e estavam operando corretamente no momento do acidente. Para tanto, foram executados testes, por meio do emprego de uma segunda bomba hidráulica, que operava em condições normais, visto que a do PT-HYW não propiciava a pressurização do sistema.

A haste da bomba hidráulica (*hydraulic pump shaft*), Part Number (P/N) A5026780, que recebia o torque e transferia às engrenagens internas da bomba, apresentava desgastes nos entalhes (*splines*), conforme pode ser verificado comparando-se a bomba que equipava o PT-HYW com a bomba em condições normais de operação (Figura 12 e 13).



Figura 12 - Bombas Hidráulicas de Engrenagens e suas respectivas hastes.



Figura 13 - Detalhe das hastes das Bombas de Engrenagens.

Com relação aos procedimentos de manutenção, o *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) 63-11-00,3-2, 2016.06.27 - Page 1, da Airbus destacava que a lubrificação do item *Drive Splines of the Belt-Driven Hydraulic Pump MGB/Engine Coupling* deveria ocorrer, para os modelos B2, conforme os cartões de trabalho constantes das inspeções de “150 horas/12 meses” e “600 horas/24 meses”, por meio dos cartões MSM 05-21-00(B2)/MSM 05-22-00(B2) (Figura 14).

Greasing - Drive splines of the belt-driven hydraulic pump MGB / Engine Coupling	
Additional information from O.R.I.O.N.	
🕒 Work card referenced in the MSM	
MSM 05-21-00 (B2)	150 FH // 12 M
MSM 05-21-00 (B3)	150 FH // 12 M
MSM 05-22-00 (B2)	600 FH // 24 M
MSM 05-22-00 (B3)	600 FH // 24 M

Figura 14 - Lubrificação do item Drive Splines of the Belt-Driven Hydraulic Pump MGB/Engine Coupling. Fonte: AMM 63-11-00, 3-2, page 1, Airbus.

Na sequência, o AMM 63-11-00,3-2, 2016.06.27, page 2, descrevia os passos preliminares e os procedimentos que deveriam ser executados (Figura 15).

F. Procedure
<p><b>i NOTE</b></p> <p><i>If any old grease is found, or if there is any doubt when greasing the splines, refer to the work card for Inspection criteria - Drive splines of the belt-driven hydraulic pump (AMM 63-11-00,6-3).</i></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Grease the splines of the hydraulic pump shaft and the splines of the coupling sleeve (AMM 29-11-01,4-1).</li> <li>Install the hydraulic pump (AMM 29-11-01,4-1).</li> </ol> <p>End of Document</p>

Figura 15 - Procedimento previsto no AMM 350 B2B3. Fonte: AMM 63-11-00,3-2, 2016.06.27, Page 2, Airbus.

Nesse sentido, a letra F *Procedure* estabelecia que: (tradução nossa)

NOTA

Se for encontrada uma graxa velha, ou se houver qualquer dúvida quando engraxar os entalhes, utilize como referência os critérios de inspeção do cartão de serviço *Drive splines of the belt-driven hydraulic pump* (AMM 63-11-00, 6-3).

1. Engraxar os entalhes da haste da bomba hidráulica e os entalhes da luva de acoplamento (AMM 29-11-01-4-1).

2. Instale a bomba hidráulica (AMM 29-11-01, 4-1).

A Figura 16 mostra o extrato dos procedimentos a serem adotados no cumprimento da inspeção *Drive splines of the belt-driven hydraulic pump* (AMM 63-11-00, 6-3, 2013.11.05 - Page 2-3), da Airbus.

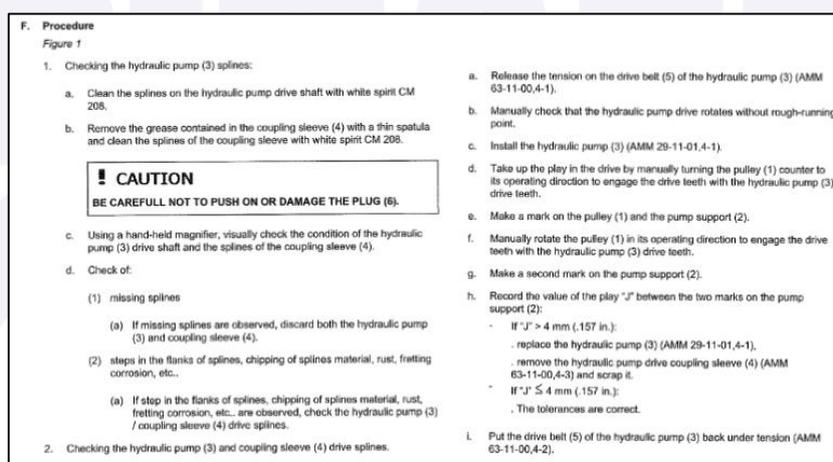


Figura 16 - Extrato da inspeção *Drive splines of the belt-driven hydraulic pump* (AMM 63-11-00, 6-3, 2013.11.05, Page 2-3), da Airbus.

O AMM 63-11-00, 6-3, descrevia o critério de inspeção para os entalhes da bomba hidráulica e da polia: (tradução nossa)

F. Procedimento

1. Checando os entalhes da bomba hidráulica (3):

- a. Limpar os entalhes da haste da bomba hidráulica com *White Spirit* CM 208 (solvente);
- b. Remover a graxa contida na luva de acoplamento (*coupling sleeve*) (4) com uma espátula fina e limpar os entalhes do *coupling sleeve* (4) com *White Spirit* CM 208 (solvente);

CUIDADO

Não empurre ou danifique o plugue (6).

- c. Usando uma lupa de mão, visualmente cheque a condição dos entalhes da bomba hidráulica (3) e os entalhes do *coupling sleeve* (4);
- d. Verificação de:

1) Entalhes ausentes;

Se há entalhes ausentes, descarte ambos, a bomba hidráulica (3) e o *coupling sleeve* (4).

2) "Dentes" nas extremidades, lascas provenientes do material dos entalhes, ferrugem, corrosão e etc;

Se for observado, cheque os entalhes da bomba hidráulica (3) e do *coupling sleeve* (4).

2. Checando a bomba hidráulica (3) e a *coupling sleeve drive splines*...

A Figura 17 mostra a numeração correspondente aos itens assinalados no extrato da inspeção *Drive splines of the belt-driven hydraulic pump*.

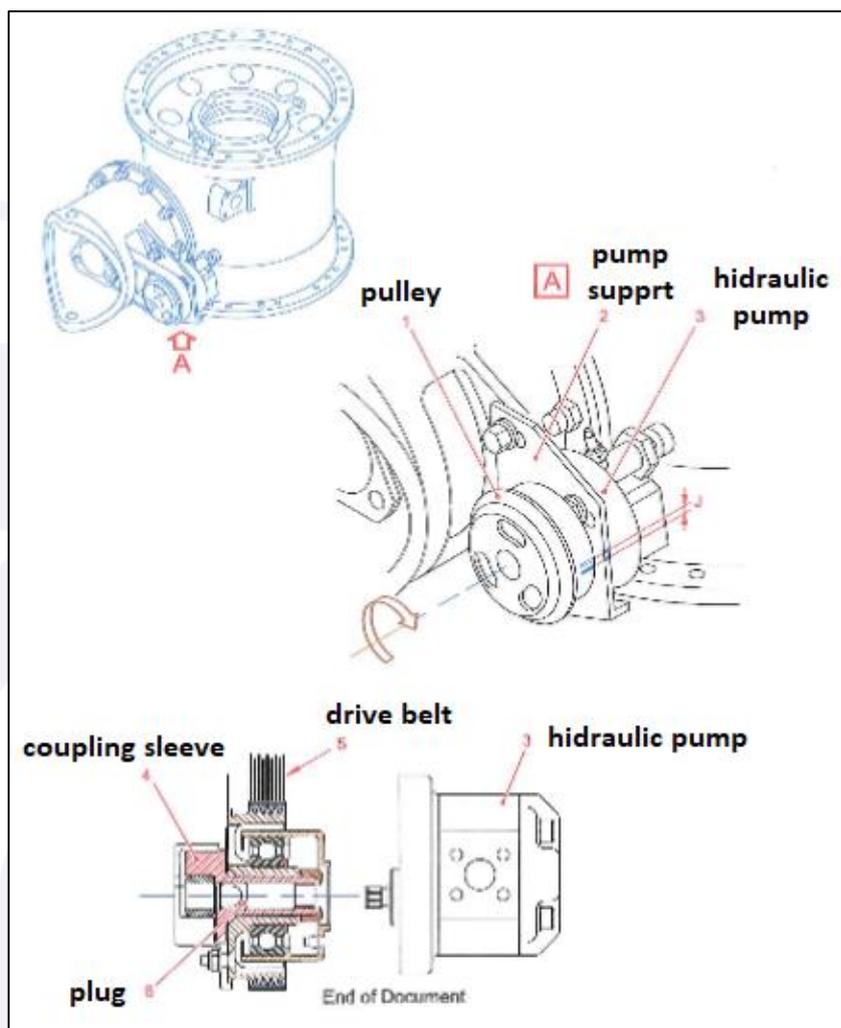


Figura 17 - *Inspection Criteria - Hydraulic Pump Spline Belt Drive*. Fonte: adaptado AMM 63-11-00, 6-3, 2013.11.05, page 4, Airbus.

Para a remoção da bomba hidráulica, o documento aplicável seria o AMM AS350 B2B3 29-11-01, 4-1 (*Removal/Installation - Belt-driven hydraulic Pump*) da Airbus, empregando os seguintes procedimentos: (tradução nossa)

[...]

Procedimento

Instale a bomba hidráulica (AMM 29-11-01, 4-1).

2. Instalação da bomba hidráulica

a. Monte a bomba hidráulica (3) se necessário (AMM 29-11-01, 4-2).

NOTA

Se as bases foram removidas, instale novos selos.

b. Antes da instalação, certifique que:

- a bomba rotaciona com facilidade e sem ponto de fricção;

- o suporte não está dobrado, distorcido.

c. Cheque a presença do plugue na parte inferior da *coupling sleeve* visualmente ou com uma espátula fina;

## CUIDADO

Se estiver faltando, instale o plugue, removendo o *driving flange* (AMM 63-11-00, 4-3).

- d. Embale a cavidade interna da *coupling sleeve* com graxa fresca CM116.
- e. Engraxe as hastes da bomba hidráulica com graxa CM116.

A verificação dos comandos de voo confirmou que estes estavam em boas condições e operavam corretamente no momento do acidente, porém sem o sistema hidráulico, devido à falha da bomba hidráulica.

Foi constatado, durante visita às instalações da OM, que havia latas de graxa, de utilização recente, fora do prazo de validade.

A graxa CM116 era uma denominação na *Airbus Helicopter* para a graxa *NATO CODE G-355*, denominada no fabricante *NYCO* como *NYCO grease GN06*, a mesma que deveria ser utilizada para a manutenção do PT-HYW.

A data de validade da graxa era de 30JUN2017, ou seja, cerca de 8 meses após o prazo de expiração (Figura 18).

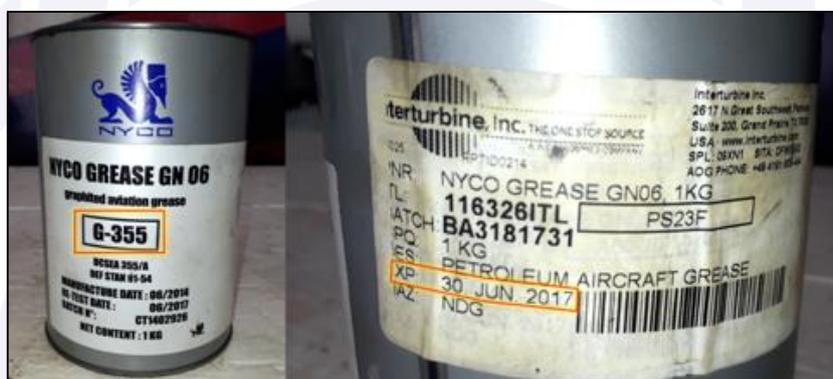


Figura 18 - Evidência de uso de produto fora da validade.

### 1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

O operador contava com seis pilotos no país, sendo o piloto do PT-HYW o único lotado na sede em Brasília, DF. Os helicópteros da frota eram Esquilos (AS-350).

A manutenção programada das aeronaves era realizada por empresa terceirizada, sendo a equipe deslocada do Rio de Janeiro ou Goiás nos períodos pré-determinados; a não programada era de responsabilidade de mecânicos contratados formalmente pela empresa, que residiam em Brasília.

Foi relatado que existia confiança entre os pilotos e a equipe de manutenção em relação ao trabalho prestado pela terceirizada e pelos mantenedores da empresa.

A carga de trabalho era considerada mediana, contando uma média de três voos por semana. O acionamento ocorria com um dia de antecedência e não costumava ser maior devido à manutenção da segurança, em razão do elevado valor agregado na carga transportada.

Os pilotos chegavam duas horas antes da decolagem para organizar o voo e a comissaria. A jornada de trabalho máxima, computada desde o deslocamento do domicílio até o retorno era de cerca de 12 horas.

Não houve queixas relativas à fadiga, sendo que as condições de trabalho eram descritas como boas. Não havia problemas relativos ao fluxo de informações, sistemas de apoio, equipamentos e infraestrutura oferecidas.

Alguns relatos apontaram uma frágil cultura de segurança relacionados à não observância de procedimentos ao abastecer a aeronave, a passagem/estacionamento de veículos em área operacional e por se ponderar, por vezes, a pressa dos passageiros para decolar.

Foi reportado, ainda, a presença de lixão em terreno próximo à área operacional, F.O.D. e muitas aves.

### 1.18. Informações operacionais.

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

No dia do voo da ocorrência, segundo o relato do PIC, o mecânico responsável pelo pré-voo informou que tudo estava em ordem com o helicóptero.

Após a decolagem, o voo em rota ocorria normalmente, com meteorologia favorável ao voo visual, até próximo à cidade de Santa Rita do Novo Destino, quando houve o acendimento da luz “Hidráulico” e o respectivo alarme aural.

Nesse caso, o acendimento da luz vermelha revelava uma falha no Sistema Hidráulico, ocasionada pela perda de pressão ou pela queda da pressão abaixo de 30 bars.

Sendo assim, era necessário executar uma ação imediata, conforme descrito no item 2.1 *Red lights* do parágrafo 2 *Warning Caution - Advisory Panel*.

Como ação inicial, dever-se-ia evitar a variação de atitude e adoção de manobras abruptas. O procedimento destacava que não se devia pressionar o botão “HYDR TEST” (TESTE HIDR), uma vez que isso acarretaria elevada carga no comando dos pedais, em razão da depressurização do compensador de guinada (*yaw load compensator*).

A pressão armazenada nos acumuladores permitiria o voo seguro e a estabilização da velocidade (Figura 19).

2 WARNING-CAUTION-ADVISORY PANEL		
The Warning-Caution-Advisory Panel located on the instrument panel includes lights of different colors :		
- Red to indicate a failure requiring immediate action.		
- Amber to indicate a failure which does not require immediate action.		
2.1 <u>Red Lights</u>		
LIGHT	FAILURE	PILOT ACTION
[HYD]	Loss of hydraulic pressure or Pressure <30 bars	<p>Keep aircraft to a more or less level attitude. Avoid abrupt maneuvers.</p> <p><b>CAUTION :</b> DO NOT DEPRESS "HYDR TEST" PUSHBUTTON AS THIS WILL DEPRESSURIZE THE YAW LOAD COMPENSATOR, RESULTING IN HEAVY PEDALS CONTROL LOADS.</p> <p>DO NOT ATTEMPT TO CARRY OUT HOVER FLIGHT OR ANY LOW SPEED MANEUVER. THE INTENSITY AND DIRECTION OF THE CONTROL FEEDBACK FORCES WILL CHANGE RAPIDLY. THIS WILL RESULT IN EXCESSIVE PILOT WORKLOAD, POOR AIRCRAFT CONTROL, AND POSSIBLE LOSS OF CONTROL.</p> <p><b>NOTE 1 :</b> Pressure in accumulators allows enough time to secure the flight and to establish the safety speed.</p> <p><b>NOTE 2 :</b> Do not silence the HORN by using the the HORN switch. The HORN will be silenced when the pilot selects the hydraulic cut-off switch to OFF.</p> <p>- In hover IGE :            . Land normally.            . Collective - - - - - LOCK.            . Shutdown procedure - - APPLY.</p>

Figura 19 - Item 2.1 *Red lights* do parágrafo 2 *Warning Caution - Advisory Panel*. Fonte: *Flight Manual AS 350 B2*.

Na sequência, o piloto deveria, conforme o procedimento acima, ajustar, suavemente, a velocidade da aeronave entre 40 e 60 kt (velocidade de segurança em caso de falha hidráulica). Após estabilizar nessa velocidade, já com o provável enrijecimento dos comandos de cíclico/coletivo (descarregamento dos acumuladores), ele deveria acionar o corte hidráulico (*collective HYD switch*), localizado no coletivo, que comandava a abertura das eletroválvulas, anulando, assim, a pressão residual e a contrapressão de um lado e de outro do pistão dos servocomandos (diminuindo os esforços necessários para deslocá-los), conforme Figura 20.

2.1 Red Lights (cont'd)		
LIGHT	FAILURE	PILOT ACTION
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>In flight</u> : Smoothly,</li> <li>. Collective/Cyclic- - - SET IAS within 40 to 60 kt (hydraulic failure safety speed).</li> <li>. Collective HYD switch- OFF.</li> <li>Pilot has to exert forces :</li> <li>- On collective to increase or decrease power around no force feedback point.</li> <li>- On forward and left cyclic.</li> </ul> <p style="text-align: center;">LAND AS SOON AS POSSIBLE</p> <p><u>NOTE</u> : Speed may be increased as necessary but controls loads will increase with speed.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Approach and landing</u> :</li> <li>. Over a clear and flat area, make a flat final approach, nose into wind.</li> <li>. Perform a no-hover/slow run-on landing around 10 knots.</li> <li>. Do not hover or taxi without hydraulic pressure assistance.</li> <li>- <u>After landing</u> :</li> <li>. Collective - - - - - LOCK.</li> <li>. Shutdown procedure- - - - - APPLY.</li> </ul>

Figura 20 - Cont'd. Item 2.1 Red lights do parágrafo 2 Warning Caution - Advisory Panel.  
Fonte: Flight Manual AS 350 B2.

Para a aproximação, quando próximo ao solo, o piloto deveria utilizar a capacidade dos pedais de ainda fornecer assistência hidráulica, buscando uma área plana, livre e contra o vento, para realizar um pouso corrido a uma velocidade próxima a 10 kt, sem taxiar ou realizar voo pairado. Após o pouso, dever-se-ia baixar o coletivo e realizar o procedimento de corte do motor.

Pairar ou taxiar sem auxílio do sistema hidráulico não era um procedimento recomendado.

Assim sendo, no caso de acendimento da luz HYD, o corte da pressão hidráulica deveria ser executado por meio do *collective HYD switch* (Figura 21).



Figura 21 - Collective HYD switch do PT-HYW.

Com o corte hidráulico acionado, a buzina parava de soar. O controle do pedal com assistência do hidráulico ficava limitado à capacidade do acumulador (pequena reserva de energia), ocorrendo um acréscimo na carga necessária para comandar tanto o coletivo como o cíclico (Figura 22).

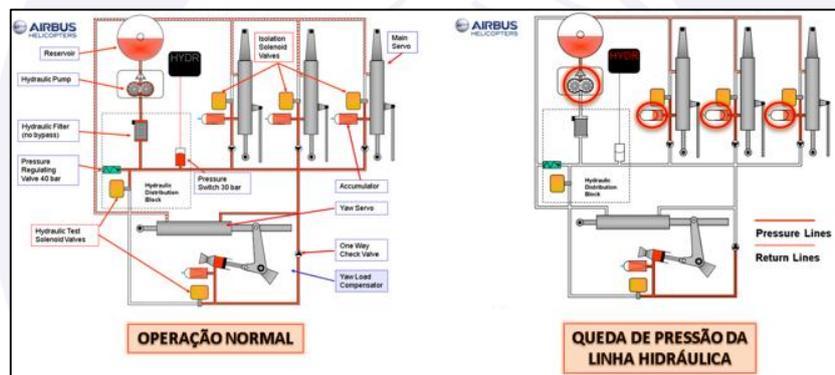


Figura 22 - Esquema do sistema hidráulico em operação normal e após queda de pressão da linha hidráulica. Fonte: adaptado da apresentação "Back to the Basics" da Airbus Helicopters.

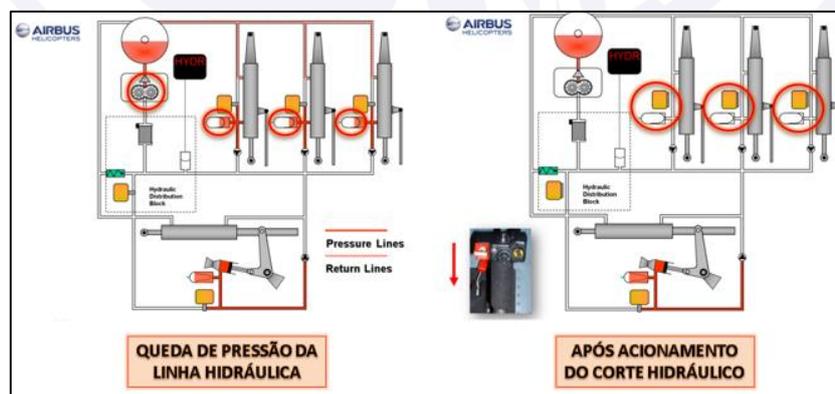


Figura 23 - Esquema da queda de pressão da linha hidráulica e após acionamento do corte hidráulico. Fonte: adaptado da apresentação "Back to the Basics" da Airbus Helicopters.

Segundo o PIC, após avisar os passageiros, a velocidade foi reduzida abaixo de 60 kt e o voo prosseguiu para o local considerado o ideal para o pouso.

Ele registrou que, em 5 segundos, os controles endureceram, tendo acionado, no painel do console, “os acumuladores” e “contraído” os pedais.

De acordo com o relato do próprio PIC, este ao perceber o acendimento da luz *HYDR*, realizou o corte pelo botão do teste hidráulico, localizado no painel de botões do console central e não pelo *collective HYD switch*, localizado no punho do coletivo, conforme é possível verificar na Figura 24, em foto registrada momentos após o ocorrido.



Figura 24 - Posição final do painel de botões do console central e do interruptor de corte hidráulico do PT-HYW.

Os pedais são responsáveis pela capacidade do helicóptero em girar em torno do seu eixo vertical modificando a tração no rotor de cauda pelo controle do ângulo de ataque das pás do rotor de cauda.

Durante as aproximações para o pairado ou para pouso corrido, o helicóptero está voando inicialmente em ar não turbilhonado até atingir a faixa de velocidade de 16 a 12 kt, quando o helicóptero entra no ar perturbado e perde sua sustentação translacional.

Nesse ponto, o piloto deve atuar nos pedais para modificar a tração no rotor de cauda, compensando o incremento da potência.

Já próximo ao solo, segundo o PIC, as forças empregadas pela aeronave eram “enormes no comando do cíclico, do coletivo e dos pedais”.

Próximo ao solo, houve a perda de controle da aeronave, caracterizada pela forte guinada à esquerda sem comando. Com isso, uma das pás do rotor principal colidiu contra o terreno, causando o pouso sem controle do PT-HYW.

#### 1.19. Informações adicionais.

Nada a relatar.

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de transporte de passageiros e de carga entre SBBR e SJMS.

Com, aproximadamente, 30 minutos de voo, a luz de emergência do sistema hidráulico (HYD) acendeu no painel de alarmes, acionando o respectivo sinal sonoro. O PIC percebeu o enrijecimento dos comandos de voo e decidiu realizar um pouso de emergência na área rural do município de Santa Rita do Bom Destino, GO.

O acendimento da luz vermelha revelou uma falha no Sistema Hidráulico, ocasionada pela perda de pressão ou pela queda da pressão abaixo de 30 bars.

O PIC, ao perceber o acendimento da luz HYD, realizou o corte pelo botão do teste hidráulico, localizado no painel de botões do console central e não pelo *collective HYD switch*, localizado no punho do coletivo, conforme previa o item 2.1 *Red lights (Cont'd)* do parágrafo 2 *Warning Caution - Advisory Panel*.

De acordo com o item 3 *STARTING*, da Seção 4, *Normal Procedures*, do *Flight Manual AS 350 B2*, o botão de teste hidráulico somente era acionado durante os procedimentos de teste dos acumuladores hidráulicos.

Assim, ao executar o procedimento de emergência efetuando o corte do sistema hidráulico por meio do comando errado, o PIC perdeu completamente a atuação hidráulica dos pedais, em razão da despressurização do compensador de guinada (*yaw load compensator*).

Segundo o próprio relato do PIC, as forças necessárias para comandar o cíclico, o coletivo e os pedais eram enormes, demandando muito esforço. Próximo ao solo, houve a perda de controle da aeronave, caracterizada pela forte guinada à esquerda sem comando.

Sobre isso, é importante destacar que os pedais são responsáveis pela capacidade do helicóptero de girar em torno do eixo vertical, modificando a tração no rotor de cauda pelo controle do ângulo de ataque das pás do rotor de cauda. Sem esse comando, o PIC não conseguiu atuar nos pedais para modificar a tração no rotor de cauda, que compensaria o incremento do torque, durante a aproximação para o pouso.

Assim, sem o controle efetivo do helicóptero, uma das pás do rotor principal colidiu contra o terreno, em atitude picada (aproximadamente 5°) e com inclinação à esquerda. Na sequência, houve o segundo impacto de ambos os esquis no solo, em atitude nivelada e sem deslocamento significativo.

Segundo o *Flight Manual AS 350 B2*, caso os procedimentos previstos tivessem sido adotados, a pressão armazenada nos acumuladores permitiria o voo seguro e a estabilização da velocidade.

No caso em tela, o piloto deveria ajustar a velocidade da aeronave entre 40 e 60 kt (velocidade de segurança em caso de falha hidráulica) e, após estabilizar nessa velocidade, já com o provável enrijecimento dos comandos de cíclico/coletivo (descarregamento dos acumuladores), o piloto deveria acionar o *collective HYD switch* localizado no coletivo.

A aproximação deveria ser executada para uma área plana, aproando o vento, utilizando a capacidade residual do sistema hidráulico em fornecer o controle. Quando próximo ao solo, a velocidade deveria ser reduzida para 10 kt, sem taxiar ou realizar voo pairado, em razão da falta da pressão hidráulica.

Dessa forma, ao constatar que o PIC não adotou os procedimentos previstos, inferiu-se que houve ineficiência no processo de capacitação e treinamento da empresa que visavam ao aprimoramento do conhecimento e das habilidades do PIC, o que acarretou um desempenho inadequado e rendimento insuficiente no contexto da operação.

Na ficha referente ao voo da “seção 3”, realizado em 05ABR2017, no item relativo ao treinamento do procedimento de emergência “aproximação e pouso com o sistema hidráulico cortado” constava o seguinte comentário:

O procedimento de pouso com hidráulico cortado foi realizado satisfatoriamente, porém, deverá ser alvo, nos próximos treinamentos periódicos, com o propósito de atingir uma condição ideal.

No total, o treinamento inicial durou 5 horas e 46 minutos. Por ser sua primeira habilitação em helicóptero monomotor a turbina, é provável que o treinamento prático não tenha atingido seu objetivo.

O fato de o PIC ter prosseguido na instrução, sem que o comentário referente ao voo com o sistema hidráulico cortado tenha sido objeto de análise, revelou uma possível supervisão gerencial inadequada das atividades de treinamento no âmbito operacional.

Nesse contexto, é possível inferir que tenha havido uma deficiência quantitativa e/ou qualitativa no processo de treinamento previamente recebido pelo PIC desta ocorrência, uma vez que ele não foi capaz de agir adequadamente durante a emergência, justamente no aspecto no qual ele apresentou dificuldades durante o treinamento (pouso com o sistema hidráulico cortado).

Com relação aos exames, testes e pesquisas, o Relatório de Ensaio de Poluição de Fluido Hidráulico nº 026/18, da HELIBRAS, obteve um resultado Classe > 12 tanto nas amostras das linhas hidráulicas quanto no reservatório hidráulico. As amostras apresentaram uma poluição por partículas - Classe C NAS 1638 - (Partículas  $\geq 5\mu$ ).

A análise da HELIBRAS especificou que foram realizadas contagens aproximadas das partículas e que a gama que definiu a Classe de poluição era superior a  $100\mu$ .

Esses resultados indicaram que o sistema hidráulico da aeronave PT-HYW estava contaminado. Tal fato foi também corroborado pela indicação de entupimento do filtro hidráulico, caracterizada pela visualização do pino que ficava aparente quando o sistema trabalhava com fluido hidráulico contaminado.

A verificação dos servocomandos do rotor principal, servocomando traseiro, eletroválvulas e acumuladores atestaram que esses conjuntos estavam em boas condições e operando corretamente no momento do acidente.

A haste da bomba hidráulica, P/N A5026780, que recebia o torque de transferência de movimento da polia para a bomba hidráulica, apresentava desgastes nos entalhes (*splines*).

Não se pode descartar, assim, a possibilidade de os desgastes apresentados nos entalhes (*splines*) da haste da bomba hidráulica terem ocorrido como consequência de um desalinhamento do eixo de conexão, mau funcionamento do rolamento, folga na fixação da bomba, tensão diferente da prevista na polia de conexão ou má lubrificação. Esses problemas podem ser resultado de procedimento inadequado de manutenção anterior, seja por inadequação dos serviços realizados na aeronave ou por falha na interpretação dos documentos pertinentes.

Contudo, não foi possível precisar a temporariedade, uma vez que, de acordo com a Caderneta de Célula 07/PTHYW/09, as últimas inspeções da aeronave, dos tipos “100 horas/12 meses” e “150 horas/3/6 meses”, foram realizadas conforme o MSM 05-25-00 e o ALS 04-20-00.

O AMM 63-11-00,3-2, 2016.06.27 - Page 1, da Airbus, destacava que a lubrificação do item *Drive Splines of the Belt-Driven Hydraulic Pump MGB/Engine Coupling* deveria ocorrer, para os modelos B2, conforme os cartões de trabalho constantes das inspeções

de “150 horas/12 meses” e “600 horas/24 meses”, por meio dos cartões MSM 05-21-00(B2)/MSM 05-22-00(B2).

Apesar de ter sido constada, durante visita às instalações da OM, que havia latas de graxa de utilização recente e fora do prazo de validade, não foi possível relacionar essa inconformidade com a inadequada lubrificação do componente.

Em todo caso, o desgaste dos entalhes (*splines*) comprometeu o funcionamento da bomba hidráulica, interrompendo o fornecimento do fluido hidráulico para o sistema, fazendo com que a pressão caísse abaixo de 30 bars, provocando o acendimento da luz “HYD” e o alarme sonoro (buzina).

A contaminação do fluido hidráulico provavelmente teve seu início devido ao mau funcionamento da bomba, que apresentava também desgastes em partes móveis internas.

Assim, o mau funcionamento do sistema hidráulico foi agravado pelo fato de o PIC ter pressionado o botão “HYDR TEST”. O acionamento desse botão acarretou elevada carga no comando dos pedais, em razão da despressurização do compensador de guinada (*yaw load compensator*), ocasionando a perda de comando dos pedais, o que contribuiu para a perda de controle do helicóptero próximo ao solo.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) o PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o PIC estava com a habilitação de Classe Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válida;
- c) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- d) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- e) as escriturações das cadernetas de célula e motor estavam atualizadas;
- f) a Caderneta de Célula 07/PTHYW/09 registrava que as últimas inspeções da aeronave, dos tipos “100 horas/12 meses” e “150 horas/3/6 meses”, foram realizadas conforme o MSM 05-25-00 e o ALS 04-20-00;
- g) o indicador de entupimento do filtro do fluido hidráulico estava aparente, indicando contaminação do fluido hidráulico;
- h) a haste (*hydraulic pump shaft*) da bomba hidráulica apresentava desgastes nos entalhes (*splines*);
- i) de acordo com o AMM 63-11-00,3-2, 2016.06.27 - Page 1, da Airbus, a lubrificação do item *Drive Splines of the Belt-Driven Hydraulic Pump MGB/Engine Coupling* deveria ocorrer, para os modelos B2, conforme os cartões de trabalho constantes das inspeções de “150 horas/12 meses” e “600 horas/24 meses”, por meio dos cartões MSM 05-21-00(B2)/MSM 05-22-00(B2);
- j) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- k) o PIC realizou o treinamento previsto no Programa de Treinamento da Empresa;
- l) na ficha na qual era previsto o corte do sistema hidráulico, constava a seguinte observação: “o procedimento de pouso com hidráulico cortado deverá ser alvo, nos próximos treinamentos periódicos, com o propósito de atingir uma condição ideal”;
- m) com, aproximadamente, 30 minutos de voo, a luz de emergência do sistema hidráulico (HYD) acendeu, no painel de alarmes;

- n) o PIC realizou o corte pelo botão HYDR TEST, localizado no painel de botões do console central e não pelo collective HYD switch, localizado no punho do coletivo;
- o) o PIC perdeu completamente a atuação hidráulica dos pedais, que seria provida pelos acumuladores;
- p) próximo ao solo, houve perda de controle do helicóptero;
- q) sem o controle efetivo do helicóptero, uma das pás do rotor principal colidiu contra o terreno;
- r) a aeronave teve danos substanciais;
- s) o PIC sofreu lesões leves; e
- t) os passageiros saíram ilesos.

### 3.2. Fatores contribuintes.

#### - **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

O PIC, devido à falha no procedimento de corte hidráulico, perdeu o controle da aeronave, quando mais próximo ao solo, levando ao toque do rotor principal (no solo) antes dos esquis.

#### - **Capacitação e Treinamento - indeterminado.**

Houve possível ineficiência no processo de capacitação e treinamento da empresa que visava ao aprimoramento do conhecimento e das habilidades do PIC, o que acarretou um desempenho inadequado e rendimento insuficiente no contexto de operação.

#### - **Instrução - indeterminado.**

A provável deficiência no aspecto quantitativo e/ou qualitativo da instrução de adestramento em emergências, fez com que não fosse atribuído ao PIC o pleno conhecimento e emprego das corretas técnicas para o melhor desempenho da aeronave nas diversas possibilidades de falha, principalmente, às relativas ao sistema hidráulico.

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

Pela dinâmica do acidente, o PIC tentou efetuar o pouso pontual, sem auxílio do sistema hidráulico, em vez de executar um pouso corrido com uma velocidade próxima a 10 kt, sem taxiar ou realizar voo pairado.

#### - **Manutenção da aeronave - indeterminado.**

Não se pode descartar a possibilidade de os desgastes apresentados nos entalhes (*splines*) da haste da bomba hidráulica terem ocorrido como resultado de procedimento inadequado de manutenção anterior, seja por inadequação dos serviços realizados na aeronave ou por falha na interpretação dos documentos pertinentes.

#### - **Processo decisório - indeterminado.**

Identificou-se que houve dificuldade do PIC em analisar e escolher alternativas em relação ao local de pouso, provavelmente, devido ao estresse do contexto da natureza da pane, levando-o a adotar um julgamento inadequado.

#### - **Supervisão gerencial - indeterminado.**

O fato de o PIC ter prosseguido na instrução, sem que o comentário referente ao voo com o sistema hidráulico cortado tenha sido objeto de nova avaliação, pode estar relacionado a uma supervisão gerencial inadequada das atividades de treinamento no âmbito operacional.

#### 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

*Proposta de uma autoridade de investigação de acidentes com base em informações derivadas de uma investigação, feita com a intenção de prevenir ocorrências aeronáuticas e que em nenhum caso tem como objetivo criar uma presunção de culpa ou responsabilidade.*

*Em consonância com a Lei nº 7.565/1986, as recomendações são emitidas unicamente em proveito da segurança de voo. Estas devem ser tratadas conforme estabelecido na NSCA 3-13 “Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro”.*

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

**A-032/CENIPA/2018 - 01**

**Emitida em: 15/08/2023**

Avaliar a pertinência de atuar junto à DS AIR TÁXI AÉREO LTDA., a fim de que seu Programa de Treinamento seja revisto, visando incluir um acompanhamento do desempenho de seus tripulantes, de modo a mitigar todos os reportes em fichas, reavaliando o desempenho ou propondo novos treinamentos.

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

Nada a relatar.

Em, 15 de agosto de 2023.