

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-183/CENIPA/2013

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PT-YSS
MODELO:	AS-350B2
DATA:	12OUT2013



ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade no âmbito administrativo, civil ou criminal; estando em conformidade com o item 3.1 do "attachment E" do Anexo 13 "legal guidance for the protection of information from safety data collection and processing systems" 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-YSS, modelo AS-350B2, ocorrido em 12OUT2013, classificado como “falha do motor em voo”.

Durante a realização do pouso de emergência, houve o toque das pás do rotor principal no cone de cauda, provocando o seccionamento do eixo de transmissão.

A aeronave teve danos substanciais.

Os ocupantes saíram ilesos.

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



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	6
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave.	6
1.4. Outros danos.....	6
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	6
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	6
1.5.2. Formação.....	6
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	7
1.6. Informações acerca da aeronave.....	7
1.7. Informações meteorológicas.....	7
1.8. Auxílios à navegação.....	7
1.9. Comunicações.....	7
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	7
1.11. Gravadores de voo.....	7
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	7
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.....	10
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	10
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	17
1.18. Informações operacionais.....	17
1.19. Informações adicionais.....	18
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	20
2. ANÁLISE.....	20
3. CONCLUSÕES.....	21
3.1. Fatos.....	21
3.2. Fatores contribuintes.....	22
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	23
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	24

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ANAC	Agencia Nacional de Aviação Civil
BEA	<i>Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile</i>
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CFIT	<i>Controlled Flight Into Terrain</i> - Voo Controlado Contra o Terreno
CHE	Certificado de Homologação de Empresa
CHETA	Certificado de Homologação de Empresa de Transporte Aéreo
CIV	Caderneta Individual de Voo
CM	Certificado de Matrícula
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
GSL	<i>General Service Letter</i> - Carta de serviços gerais
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de voo por instrumentos
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PN	<i>Part Number</i>
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RS	Recomendação de Segurança
SAE	Categoria de registro de aeronave de Serviço Aéreo Especializado Público
SB	<i>Service Bulletin</i> - Boletim de serviço
SERIPA II	Segundo Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SNBX	Indicativo de Localidade - Aeródromo da Barra
SOP	<i>Standart Operational Procedures</i> - Procedimentos Operacionais Padrão
TPX	Categoria de registro de aeronave de Transporte Aéreo Público não Regular
TSN	<i>Time Since New</i> - Tempo Desde Novo
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de voo visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: AS-350B2	Operador: Henrimar Táxi Aéreo Ltda
	Matrícula: PT-YSS	
	Fabricante: Eurocopter France	
Ocorrência	Data/hora: 12OUT2013 - 18:40 (UTC)	Tipo(s): Falha do motor em voo
	Local: Faz Pantanal - Distrito Jupaguá	
	Lat. 11°46'18"S Long. 044°19'02"W	
	Município - UF: Cotegipe - BA	

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo da Barra, BA (SNBX), às 18h10min (UTC), a fim de realizar um voo de monitoramento de focos de incêndio no interior do Estado da Bahia, com um piloto e quatro passageiros a bordo.

Após 30 minutos de voo, ocorreu o acendimento da luz de limalha no motor, seguido de um forte ruído e do apagamento do motor da aeronave.

Durante o pouso de emergência, houve o toque das pás do rotor principal no cone de cauda, provocando o seccionamento do correspondente eixo de transmissão.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	1	4	-

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos no conjunto do rotor principal, na fuselagem do cone de cauda, no eixo de transmissão do rotor de cauda e no suporte de fixação do corta-fios inferior.

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	Piloto
Totais	1.700:00
Totais, nos últimos 30 dias	25:00
Totais, nas últimas 24 horas	03:00
Neste tipo de aeronave	500:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	25:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	03:00

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

1.5.2. Formação.

O piloto realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na *Unifly* Escola de Pilotagem LTDA., São Paulo - SP, em 2000.

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

O piloto possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com a habilitação técnica de aeronave tipo AS50 válida.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

O piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série AS-2964, foi fabricada pela *Eurocopter France*, em 1997, e estava registrada nas categorias de Transporte Público Não-Regular (TPX) e Serviço Aéreo Especializado (SAE).

O certificado de aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo “10 horas ou 7 dias”, foi realizada em 11OUT2013 pela oficina Henrimar Táxi Aéreo Ltda., em Salvador, BA, estando com 3 horas e 30 minutos voados após a inspeção.

A última revisão da aeronave, do tipo “5.400 horas”, foi realizada em 27JAN2010 pela oficina WM Helicópteros Imigrantes, em Diadema, SP, estando com 1.823 horas e 48 minutos voados após a revisão.

Em 05SET2013, foi realizada inspeção de “100h/300h/400h/500h” no motor da aeronave (*Time Since New* - TSN: 2.994 horas e 10 minutos) pela oficina *Flyone* Serviço Aéreo Especializado Comércio e Serviços LTDA.

Em 25SET2013, foi realizada inspeção de “7d/15d/30h/50h” no motor da aeronave (TSN: 3.028 horas e 20 minutos) pela Henrimar Táxi Aéreo LTDA.

Em 07OUT2013, foi realizada inspeção de “200h” do motor da aeronave (TSN: 3.063 horas e 10 minutos), bem como o cheque de fluxo de óleo no rolamento do *gas generator*, pela *Flyone* Serviço Aéreo Especializado Comércio e Serviços LTDA.

1.7. Informações meteorológicas.

As condições eram favoráveis ao voo visual.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

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.

Após o apagamento do motor, o piloto realizou os procedimentos para “Pouso sem Potencia” previstos no Manual de Voo da aeronave.

Durante a realização do procedimento de autorrotação, na iminência do pouso, o piloto se deparou com um obstáculo (cupinzeiro), obrigando-o a alterar a rampa de aproximação. A alteração da rampa de aproximação do local inicialmente escolhido levou o helicóptero a tocar o solo 29 metros adiante (Figura 1).



Figura 1 - Vista do obstáculo em relação ao local do pouso da aeronave.

Nos últimos metros da corrida no solo, a aeronave apresentou forte tendência de “pilonar”, a ponto de danificar o “corta fios” localizado na parte inferior dianteira da aeronave (Figura 2).



Figura 2 - Dano no corta fios inferior da aeronave.

Esta dinâmica foi contrariada pela atuação do piloto por meio do comando de cíclico. Em seguida, houve o toque das pás do rotor principal no cone de cauda, provocando o seccionamento do correspondente eixo de transmissão (Figura 3).



Figura 3 - Vista dos danos no boom de cauda da aeronave.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

O piloto relatou que operava na região do acidente há três dias. Durante este período, realizou vistoria da área em que iria trabalhar, treinou pessoal no embarque e desembarque da aeronave, entre outras atividades com passageiros, e operou no rastreamento de áreas com foco de incêndio.

A verificação das condições de trabalho do piloto permitiu visualizar que este operava sob condições de sobrecarga autoprovocada.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O piloto operava para alguns empresários do Estado da Bahia quando recebeu, há pouco mais de um ano, um convite para operar junto à empresa operadora de taxi aéreo. A empresa iniciava um serviço de monitoramento aéreo de focos de incêndio para o Estado.

O piloto relatou que obedecia as rotas ou direções de deslocamento comandadas pelo oficial bombeiro da Brigada de Incêndio do Estado da Bahia, que estava a bordo da aeronave no momento do acidente. As atividades pré-voo, inter-voo e pós-voo eram todas coordenadas por ele.

Quando percebeu a situação de emergência em que se encontrava, verificou os parâmetros de performance da aeronave e, em seguida, dirigiu sua atenção apenas no procedimento de pouso.

Informou que o tempo desde a identificação da luz indicadora de limalha no motor e o pouso ocorreu de forma muito rápida e, no curto intervalo que teve para analisar um local livre de obstáculos, não conseguiu dimensionar que a aeronave tocaria o solo com tanta velocidade, quase provocando seu "pilonamento".

1.14. Informações acerca de fogo.

Não havia qualquer evidência de fogo em voo ou após o impacto.

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

Nada a relatar.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

O motor da aeronave acidentada contabilizava 3.077 horas e 20 minutos de voo totais na ocasião da ocorrência.

Este motor foi transportado para a empresa Turbomeca, sendo submetido à análise por profissionais da referida empresa, com o acompanhamento dos representantes do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), do Segundo Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA II), da HELIBRAS e do operador da aeronave.

Essa análise teve como objetivo identificar a contribuição do funcionamento do motor para o acidente e foram observadas as seguintes discrepâncias:

- a) Os conjuntos rotativos dos módulos 2 e 3 encontravam-se travados, havendo grande quantidade de limalha na saída da bomba de óleo (Figura 4) e nos elementos filtrantes do sistema de lubrificação do motor.

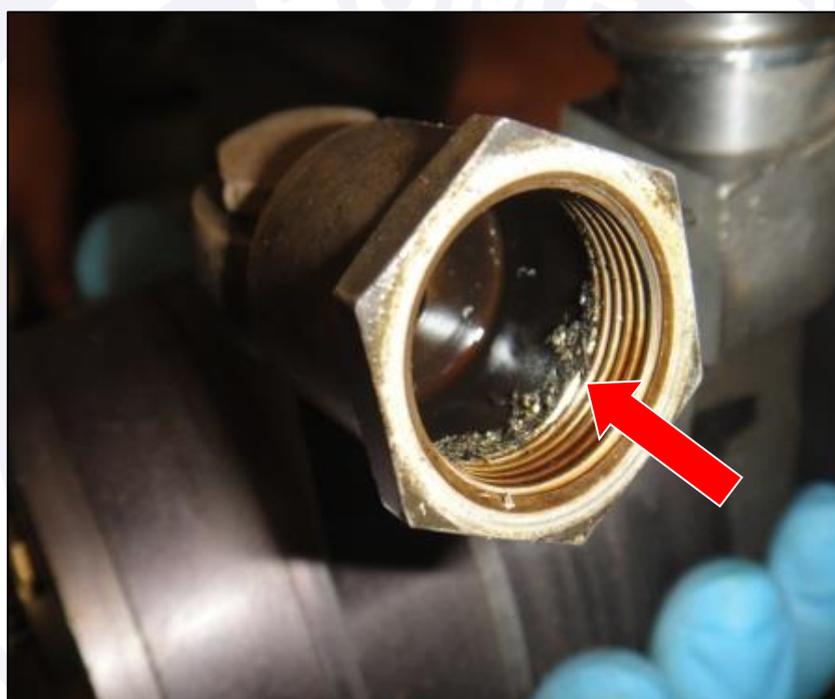


Figura 4 - Aspecto da saída da bomba de óleo do motor.

- b) Havia marcas de intenso atrito entre o estágio axial de compressão e a sua carcaça (Figura 5).



Figura 5 - Marcas de atrito entre as palhetas e a carcaça do compressor axial.

- c) Sete das treze palhetas do compressor axial apresentavam desgastes de 3,5mm a 4 mm nos bordos de ataque (Figura 6).



Figura 6 - Desgaste no bordo de ataque das palhetas do compressor axial.

- d) O estágio centrífugo de compressão exibia danos decorrentes do intenso atrito entre as palhetas e a carcaça do impelidor (Figura 7).



Figura 7 - Danos no impelidor do compressor centrífugo.

- e) Havia a presença de grande quantidade de laterite (depósitos residuais endurecidos oriundos da decomposição de rochas e materiais superficiais do solo) aderida à parede interna do eixo oco do módulo 3. Somente a laterite desprendida do referido componente acumulou uma massa de 8,42 gramas (Figura 8).



Figura 8 - Laterite desprendida da parede interna do eixo oco do módulo 3.

- f) Havia marcas de atrito entre os rotores de primeiro e segundo estágios das turbinas do compressor e o estator do segundo estágio (Figura 9).



Figura 9 - Marcas de atrito no rotor da turbina.

- g) A região do alojamento do rolamento traseiro do *gas generator* apresentava cor azulada, denotando sinais de superaquecimento (Figura 10).



Figura 10 - Indício de superaquecimento no rolamento do *gas generator*.

- h) Os roletes do rolamento do *gas generator* se encontravam fundidos na pista externa do rolamento (Figura 11).

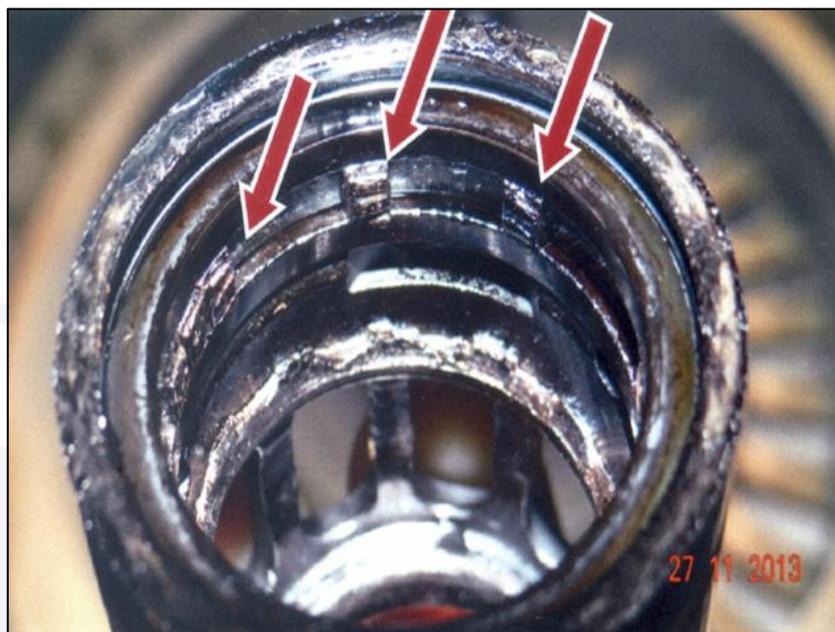


Figura 11 - Roletes fundidos na pista do rolamento do *gas generator*.

- i) Houve a ruptura do anel-trava do rolamento do *gas generator*, cujos fragmentos foram encontrados no sistema de lubrificação do motor (Figuras 12 e 13).



Figura 12 - Anel-trava quebrado.



Figura 13 - Fragmento do anel-trava encontrado no sistema de lubrificação do motor.

- j) Os dentes do acoplamento cúbico do módulo 3 apresentavam marcas de vibração (Figura 14).



Figura 14 - Evidências da ocorrência de vibração nos dentes do acoplamento cúbico do eixo oco do módulo 3.

As evidências acima obtidas por meio dos exames, testes e pesquisas, realizados pelo IAE/ DCTA, resultaram no relatório de análise de material sinistrado, no qual consta o seguinte:

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS - Na desmontagem e análises realizadas no motor Arriel 1D1, n/s 9457, da aeronave *Eurocopter* modelo AS-350 B2, Esquilo, matrícula PT-YSS, foram encontradas evidências de que o motor estava com desgaste excessivo no estágio axial de compressão. Isto pode ter permitido que o motor trabalhasse com temperatura acima da normal de trabalho, devido à perda da eficiência do compressor. O desgaste observado fornece indício de que a aeronave operava em ambiente agressivo.

A operação nesse ambiente propiciou a formação de laterite no interior do eixo oco do motor. O provável descolamento de parte desta laterite da parede do eixo oco pode ter provocado o desbalanceamento do conjunto rotativo do módulo 3, o qual danificou o rolamento traseiro do *gas generator* do motor, acarretando o apagamento durante o voo do dia 12OUT2013.

Consta no referido laudo que somente a massa de laterite desprendida da parte interna do eixo oco do rolamento do *gas generator* totalizou 8,42 gramas. Essa massa desprendida ultrapassou o limite da laterite que poderia estar depositada no referido eixo, conforme o estabelecido pelo fabricante do motor, segundo a descrição do item "B" da página 4 do *Mandatory Service Bulletin A292 72 0230*, versão C, de 29FEV2012.

O relatório do DCTA cita, ainda, que o *Service Bulletin A292 72 0230*, editado em 1998, alertava os operadores quanto às possíveis consequências do depósito de laterite na parede interna do eixo oco do rolamento do *gas generator*, causando desbalanceamento do conjunto rotativo da seção geradora de gás, o que poderia levar à deterioração do rolamento traseiro do *gas generator*, bem como a parada inadvertida do motor.

A identificação dos indícios do superaquecimento do rolamento do *gas generator* (cor azulada), pelos técnicos do DCTA, suscitou o aprofundamento da pesquisa pelos investigadores do SIPAER, levando à constatação de que não havia a presença de tais indícios nos componentes periféricos daquele rolamento.

Em relação ao rolamento do *gas generator*, à medição do desgaste das palhetas do compressor axial do motor e à rastreabilidade do cumprimento *Service Bulletin A292 72 0230*, versão C, de 29FEV2012, segundo os registros de manutenção lançados na caderneta e no Log Book do motor da aeronave, foram realizados os seguintes serviços:

- Em 21JAN2012 (TSN: 2.319 horas e 40 minutos), foi realizada inspeção de 750h/2anos, substituição do óleo do motor e cheque de fluxo de óleo do rolamento do *gas generator*.
- Em 17AGO2012 (TSN: 2.501 horas e 25 minutos), o motor foi submetido à revisão geral. Na ocasião, foi cumprido o *Service Bulletin A292 72 0230*, editado em 29FEV2012, sendo encontrado 1,5 mm como valor máximo para o desgaste nas palhetas do compressor axial, e seis gramas (6g) de laterite aderida à parede interna do eixo oco do módulo 3.
- Em 14SET2012 (TSN: 2.501 horas e 25 minutos), o motor foi instalado na aeronave, sendo submetido a cheque de vibração do ponto traseiro, cheque de performance e de tempo de parada do motor.
- Em 19FEV2013 (TSN: 2.793 horas e 10 minutos), foi realizada inspeção de 7d/15h/100h/150h/ 300h, com análise espectrométrica de óleo e cheque de fluxo de óleo do rolamento do *gas generator*.
- Em 02MAIO2013 (TSN: 2.883 horas e 25 minutos), foi realizada uma inspeção de 7d/15h/100h, com análise espectrométrica de óleo e cheque de fluxo de óleo do rolamento do *gas generator*.
- Em 23MAIO2013 (TSN: 2.889 horas e 10 minutos), foi realizada inspeção de 7d/15h, com aplicação da Diretriz de Aeronavegabilidade 2012-0071.
- Em 05SET2013 (TSN: 2.994 horas e 10 minutos), foi realizada inspeção de 100h/300h/400h/500h, pela oficina *Flyone Serviço Aéreo Especializado Comércio e Serviços LTDA*. Na ocasião, foram realizados cheques de vibração do motor e do ponto traseiro, os quais apresentaram parâmetros dentro do preconizado pelo manual de manutenção do motor. Também foi realizada a medição do desgaste nas palhetas do compressor axial, sendo que a palheta mais comprometida apresentava um desgaste de 2,64mm.
- Em 25SET2013 (TSN: 3.028 horas e 20 minutos), foi realizada inspeção 7d/15h/30h/50h pela oficina *Henrimar Táxi Aéreo Ltda*.

- Em 07OUT2013 (TSN: 3.063 horas e 10 minutos), foi realizada inspeção de 200h e cheque de fluxo de óleo do rolamento do *gas generator*, pela oficina *Flyone Serviço Aéreo Especializado Comércio e Serviços LTDA*.

Não havia rastreabilidade do cumprimento do *Service Bulletin A292 72 0230*, editado em 16OUT1998, e de suas atualizações a partir de 29FEV2012, no tocante à medição dos desgastes nas palhetas do compressor axial e à limpeza do conjunto rotativo da seção geradora de gás, por ocasião do cumprimento da última inspeção de 200h.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

A empresa operadora iniciou as suas atividades em 1995, atuando nos segmentos de Táxi Aéreo e de Serviço Aéreo Especializado.

O primeiro Certificado de Homologação de Empresa de Transporte Aéreo (CHETA) foi emitido pela Segunda Gerência Regional da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em maio de 2006.

À época do acidente, constava nos registros da ANAC que a empresa funcionava por meio da Decisão nº 244, de 16 de junho de 2009, válida até 30JUN2014.

A sede da empresa localizava-se no município de Lauro de Freitas, BA. Sua frota era composta por helicópteros modelos Robinson R44, Esquilo AS-350B2 e Bell Jet Ranger 206. Foi homologada pela ANAC para realizar manutenção em aeronaves, em 2012, recebendo o Certificado CHE 2006-05-2CIS-11-01/GER2.

A maior experiência profissional do piloto era em operações de transporte de passageiros. Por isso, precisou passar por uma fase de treinamento e adaptação no tipo de operação que realizaria para a empresa, referente ao monitoramento de focos de incêndio. Segundo o piloto, entretanto, o período dedicado pela empresa a esse treinamento poderia ter sido maior, tendo em vista a natureza da operação.

Ainda de acordo com o piloto, apesar de o treinamento recebido ter seguido o programa básico previsto pela empresa, tal capacitação não cobriu a reprodução das atividades operacionais tipo SAE que desenvolveria. Além disso, relatou também que não teve acesso aos procedimentos operacionais padrão (do inglês, *Standard Operating Procedures - SOP*) estabelecidos pela empresa para o tipo de operação SAE realizada.

Apesar de solicitado pela Comissão de Investigação, a empresa não apresentou os SOP para verificação.

O voo que culminou no acidente fazia parte de uma operação com duração de três dias na região de Jupaguá, BA, para monitoramento de focos de incêndio. Para essa operação específica, foram realizados dois dias de treinamento de familiarização com o Grupo da Brigada de Incêndio do Estado da Bahia, os quais também estariam envolvidos na operação.

1.18. Informações operacionais.

O voo que culminou no acidente fazia parte de uma operação de monitoramento de focos de incêndio no interior do Estado da Bahia.

A aeronave se encontrava com 30 minutos de voo, a 2.000ft de altitude e velocidade de 100kt, quando ocorreu o acendimento da luz de limalha no motor.

Aproximadamente três minutos após o acendimento da luz âmbar de limalha no motor (ENG CHIP), houve um forte ruído e o apagamento do motor, levando o piloto a adotar os procedimentos visando à realização do pouso de emergência.

O Manual de Voo da aeronave estabelecia que, na ocorrência de acendimento da luz "ENG CHIP", o pouso deveria ocorrer o mais breve possível.

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

1.19. Informações adicionais.

A aeronave envolvida na ocorrência era equipada com o motor ARRIEL 1D1, o qual era composto por cinco módulos independentes entre si, constituídos por um eixo de potência e caixa de acessórios, compressor axial, geradora de gás, turbina de potência (ou turbina livre) e caixa de redução, conforme ilustração a seguir:

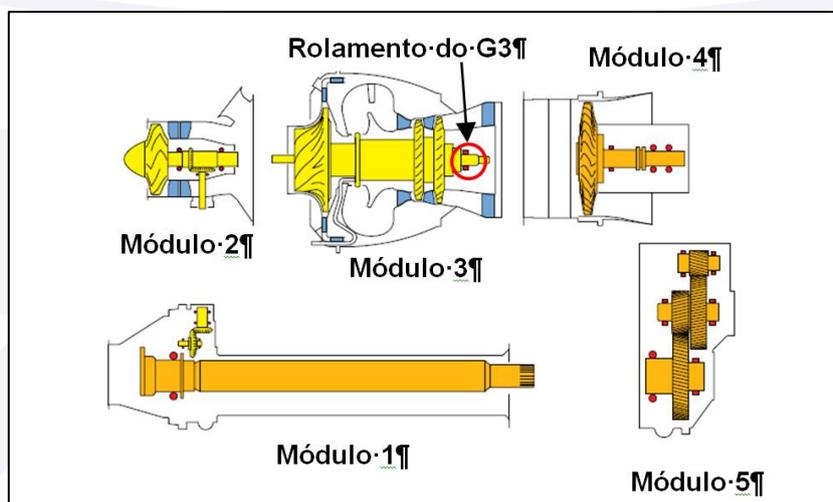


Figura 15 - Disposição dos módulos do motor Arriel 1D1.

- Módulo 1 - Eixo de potência e caixa de acessórios;
- Módulo 2 - Compressor axial;
- Módulo 3 - Geradora de gás;
- Módulo 4 - Turbina de potência (ou turbina livre), e
- Módulo 5 - Caixa de redução.

De acordo com o capítulo 05-20-02-200-801-A01, página 2, do manual de manutenção do motor da aeronave, editado em 30OUT2012, inspeções com o foco nos impactos e distorções nas palhetas dos componentes rotativos do módulo 2 estavam previstas para ocorrer a cada inspeção de 15 horas ou 7 dias.

No capítulo 05-20-03-200-801-A01, página 12, do mencionado manual de manutenção, o fabricante do motor estabelece como sendo 400 horas a periodicidade para a realização da medição do desgaste no bordo de ataque das palhetas do compressor axial, quando a operação da aeronave ocorresse em ambiente empoeirado (atmosfera *dusty*). Constava na página 208 do referido manual de manutenção que o limite máximo do desgaste no bordo de ataque das palhetas do compressor axial era de 3 mm.

Para a realização da medição dos desgastes no bordo de ataque das palhetas do compressor axial, o manual do fabricante do motor da aeronave mencionava a necessidade de utilização da ferramenta *erosion tool* - PN 131G004.

A oficina mantenedora da aeronave não possuía tal ferramenta. Quando a utilização desta se fazia necessária, a ferramenta era requisitada a terceiros.

Para efeito das inspeções a serem realizadas no rolamento do *gas generator*, o referido manual definia que este fosse submetido à verificação do fluxo de óleo e análise espectrométrica de óleo a cada 150 horas. Quando a aeronave operava em ambiente empoeirado (atmosfera *dusty*), esses procedimentos deveriam ser acompanhados da

análise de vibração a cada 400h e quando a operação ocorresse fora desse tipo de ambiente, a cada 750h.

A *Service Letter* N° 1825/98/ARRIEL/41, de 26MAR1998, tratava sobre o depósito de laterite no eixo oco do módulo 3 para motores ARIEL 1 operando em atmosfera *dusty*. A publicação remetia ao cumprimento do programa de limpeza do eixo oco do rolamento do *gas generator*, baseado na medida da erosão das palhetas do compressor axial do motor, conforme estabelecido pelo *Service Bulletin* (SB - Boletim de serviço) A292 72 0230 e pela AD F-1990-064 R1.

A mencionada publicação técnica citava ainda que a operação em atmosfera *dusty* era aquela na qual a visibilidade fosse sensivelmente comprometida durante pousos, decolagens e voos realizados à baixa altura em áreas secas (arenosas ou empoeiradas).

A *General Service Letter* (GSL) N° 2731/09 definia atmosfera arenosa (*sandy* atmosfera) como sendo ambientes nos quais se realizassem pousos e decolagens ou pairados sob ação do efeito solo sobre pistas de pouso despreparadas, áreas arenosas, desérticas ou ambientes semelhantes, em qualquer altura, com concentração significativa de areia ou poeira em suspensão no ar.

Em adição à GSL 2731/09, o SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012, considerava ambiente empoeirado (atmosfera *dusty*) qualquer um que contivesse pó como laterite, areia, produtos de pulverização de colheita e poeira vulcânica, que geralmente eram encontrados nas proximidades de floresta, de obras de construção com cimento e de áreas vulcânicas.

Algumas indicações de operação neste tipo de ambiente:

- visibilidade reduzida devido às partículas suspensas no ar;
- erosão das palhetas do compressor axial, rotor principal ou de cauda;
- obstrução ou entupimento excessivo de filtro de drenagem do sistema de controle da válvula pneumática;
- depósito de pó em aeronaves estacionadas fora dos hangares que se acumulam em um curto período de tempo;
- transmissões de alerta meteorológico especialmente para partículas no ar tais como: cinzas vulcânicas, tempestade de areia etc.

Segundo o referido *Service Bulletin*, se a visibilidade do piloto não fosse reduzida durante a operação da aeronave, esta não estaria operando em atmosfera *dusty*. Entretanto, a publicação técnica remetia para a necessidade de que fosse estabelecido contato com o *Service Engineer* do motor, visando à obtenção do suporte técnico que permitisse determinar o tipo de ambiente no qual a aeronave estava operando ou tivesse operado.

O *Service Bulletin* N° A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012, estabelecia a frequência para a realização da limpeza do conjunto rotativo da seção geradora de gás, a fim de limitar o depósito de laterite a oito gramas (8g) na parede interna do eixo oco do módulo 3, em decorrência da operação em atmosfera *dusty*. Esse procedimento visava evitar o desequilíbrio do conjunto rotativo daquela seção, que por sua vez poderia provocar danos ao rolamento do *gas generator*, com possibilidade de haver o travamento do conjunto rotativo daquele módulo e, por consequência, o apagamento do motor.

O SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012, estabelecia, ainda, o limite de 1 mm para cada 1.000 horas ou menor que 3 mm em qualquer situação, para efeito da determinação do tipo de ambiente de operação (atmosfera empoeirada ou não), bem

como dos critérios para a determinação do limite da realização da primeira limpeza e da frequência de limpeza do conjunto rotativo gerador de gás.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

A aeronave realizava um voo de monitoramento de focos de incêndio no interior do Estado da Bahia, quando ocorreu o acendimento da luz de limalha no motor, seguido de um forte ruído e do apagamento deste.

Após o acendimento da luz de indicação de limalha no motor, o piloto realizou os procedimentos para “Pouso sem Potência”, previstos no Manual de Voo da aeronave.

O pouco tempo decorrido entre o acendimento da luz de limalha do motor e a parada inadvertida do motor surpreendeu o piloto que, de imediato, iniciou os procedimentos relativos à realização da autorrotação.

Ao final do procedimento de autorrotação, na iminência do pouso, o piloto realizou uma manobra visando livrar um obstáculo, que por sua vez alterou a rampa de aproximação para o local inicialmente escolhido, levando o helicóptero a tocar no solo 29 metros adiante.

Nos últimos metros da corrida no solo, a aeronave tendeu a “pilonar”, sendo essa dinâmica contrariada pela atuação do piloto por meio do comando de cíclico. Em seguida, houve o toque das pás do rotor principal no boom de cauda, provocando o seccionamento do correspondente eixo de transmissão.

A extensão dos danos na aeronave remete inicialmente a uma execução inadequada dos procedimentos de autorrotação. Entretanto, a necessidade da execução de uma manobra na curta final, em razão da presença de obstáculo, modificou a dinâmica dos fatos, levando o piloto a gerenciar a fase mais crítica do voo com pouca margem de manobra.

Apesar de a empresa considerar o piloto experiente para a operação tipo SAE, sabe-se que as características do contexto operacional também exercem influência sobre o desempenho do tripulante. O voo de monitoramento de focos de incêndio tende a ocorrer em ambientes externos diferenciados em relação aos voos que objetivam apenas o transporte de passageiros, os quais o piloto já era habituado a fazer.

Nesses cenários, os riscos e os perigos a serem gerenciados em condições anormais de operação passam a ser outros, exigindo do piloto diferentes níveis de análise e consciência situacional.

No caso em tela, o piloto informou que a capacitação recebida pela empresa não cobriu a reprodução em voo das atividades operacionais tipo SAE, além de não ter tido acesso aos SOP estabelecidos pela empresa para esse tipo de operação.

Apesar de o piloto perceber-se capacitado para a realização de procedimentos de emergência como a autorrotação, não foi possível descartar a hipótese de que uma insuficiência no treinamento para o tipo de voo que realizava no momento do acidente tenha comprometido uma adequada resposta perante os riscos e obstáculos característicos do ambiente externo sobre o qual o piloto voava, interferindo, assim, na escolha do local e no tempo de reação para o pouso.

Além disso, os SOP configuram sistemas normativos que apoiam e orientam o desempenho do tripulante, e o seu conhecimento é fundamental para o cumprimento adequado dos padrões operacionais exigidos para cada tipo de operação.

O fato de a empresa não ter dado conhecimento dessa normativa específica ao tipo de operação que o piloto realizava no momento do acidente, embora, provavelmente, não tenha comprometido o gerenciamento da emergência, indicou a existência de fragilidades nos seus processos organizacionais.

Quanto à análise realizada no motor da aeronave, ficou evidente um desgaste de 3,5 mm a 4 mm no bordo de ataque em sete das treze palhetas do estágio axial de compressão, portanto, acima do limite (3mm) estabelecido pelo fabricante do motor.

Levando-se em consideração a medição do desgaste no bordo de ataque das palhetas do compressor axial, em 17AGO2012, data em que foi realizada a revisão geral do motor (TSN 2501 horas e 25 minutos, desgaste medido de 1,5mm) e na data das inspeções de 100h/300h/400h/500h, realizadas pela oficina *Flyone Serviço Aéreo Especializado Comércio e Serviços LTDA.*, em 05SET2013 (TSN: 2994 horas e 10 minutos, desgaste medido de 2,64mm), foi observado um incremento do desgaste de até 1,14mm nas palhetas do compressor axial, em 492 horas e 50 minutos de uso do motor.

Por ocasião do acidente, quando o motor acumulava um total de 576 horas pós-revisão geral e 83 horas e 10 minutos pós-revisão de 100h/300h/400h/500h, o desgaste observado no bordo de ataque das palhetas do compressor axial do motor teve um acréscimo de cerca de 2,5 mm desde a citada revisão geral e de 1,36mm desde a revisão de 100h/300h/400h/500h.

As extrapolações dos desgastes das palhetas do compressor axial do motor sinalizaram que a aeronave operava em ambiente caracterizado como atmosfera *dusty* e que, para efeito do monitoramento do desgaste das palhetas do compressor axial do motor, não se levou em consideração, de forma adequada, o tipo de ambiente no qual a aeronave operava, bem como a frequência com que a limpeza do conjunto rotativo do módulo 3 deveria ser realizada, considerando-se o estabelecido no SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012.

A laterite que permaneceu aderida à parede interna do eixo oco do módulo 3 não foi mensurada. Entretanto, somente a quantidade de laterite desprendida daquele componente acumulou uma massa de 8,42 gramas, ultrapassando, portanto, o limite de 8g estabelecido pelo fabricante do motor da aeronave para o acúmulo de laterite no interior do eixo oco do módulo 3.

O cenário acima descrito mostra que o desprendimento de parte da laterite que se encontrava aderida à parede interna do eixo oco provocou o desbalanceamento do conjunto rotativo do módulo 3. A decorrente vibração desse módulo causou danos ao rolamento do *gas generator* e, por consequência, o apagamento inadvertido do motor.

Apesar de a escrituração das inspeções periódicas na caderneta e no log book do motor da aeronave se encontrarem atualizadas, os excessivos desgastes observados nas palhetas do compressor axial, bem como a presença de grande quantidade de laterite depositada no eixo oco do rolamento do *gas generator*, apontaram para uma deficiência na supervisão gerencial da manutenção, culminando no cumprimento inadequado do programa de manutenção estabelecido pelo fabricante do motor da aeronave, no tocante à observância do SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações técnicas válidas;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;

- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) a escrituração das cadernetas de célula, motor e rotores estavam atualizadas;
- g) a aeronave realizava um voo de monitoramento de focos de incêndio;
- h) durante o voo, ocorreu o acendimento da luz de limalha do motor, seguido de um forte ruído e do apagamento do motor;
- i) durante a realização do pouso de emergência, houve o toque das pás do rotor principal no cone de cauda, provocando o seccionamento do correspondente eixo de transmissão;
- j) sete das treze palhetas do compressor axial apresentavam desgastes acima do admitido pelo fabricante do motor;
- k) a laterite encontrada na parte interna do eixo oco do módulo 3 apresentava massa acima da quantidade admitida pelo fabricante do motor;
- l) a escrituração das inspeções periódicas na caderneta e no log book do motor da aeronave se encontravam atualizadas;
- m) entre a última revisão geral realizada no motor da aeronave e o momento do acidente, houve uma extrapolação dos limites do desgaste nos bordos de ataque das palhetas do compressor axial;
- n) o programa de manutenção do motor da aeronave não foi obedecido adequadamente no que se refere ao cumprimento do SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012;
- o) a aeronave teve danos substanciais; e
- p) os ocupantes saíram ilesos.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Manutenção da aeronave - contribuiu.**

O monitoramento inadequado do desgaste dos bordos de ataque das palhetas do compressor axial e a presença de grande quantidade de laterite no eixo oco do *gas generator* caracterizaram a falha no cumprimento do programa de manutenção da aeronave.

- **Processos organizacionais - indeterminado.**

O fato de a empresa não ter dado conhecimento dos SOP estabelecidos para o tipo de operação realizada, ao piloto, indicou a existência de fragilidades nos processos organizacionais da empresa que podem ter influenciado a tomada de decisão do piloto.

- **Sistemas de apoio - indeterminado.**

A falta de acesso às normativas específicas que orientariam o piloto para o tipo de operação pode ter dificultado seu desempenho operacional frente à emergência.

- **Supervisão gerencial - contribuiu.**

O inadequado cumprimento do *Service Bulletin* A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012, caracterizou a presença de uma Supervisão Gerencial deficiente no âmbito técnico.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Medidas de caráter preventivo ou corretivo emitidas pelo CENIPA ou por um Elo-SIPAER para o seu respectivo âmbito de atuação, visando eliminar um perigo ou mitigar o risco decorrente de condição latente, ou de falha ativa, resultado da investigação de uma ocorrência aeronáutica, ou de uma ação de prevenção e que, em nenhum caso, dará lugar a uma presunção de culpa ou responsabilidade civil, penal ou administrativa.

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”.

Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.

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

A-183/CENIPA/2013 - 01

Emitida em: 24/09/2018

Realizar gestões junto à Henrimar Táxi Aéreo Ltda. a fim de assegurar-se quanto ao adequado cumprimento do SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012, visando à execução do programa de manutenção dos motores Arriel 1 e séries, com base na definição dos tipos de ambientes nos quais ocorrem as operações de suas aeronaves.

A-183/CENIPA/2013 - 02

Emitida em: 24/09/2018

Realizar gestões junto à Oficina Henrimar Táxi Aéreo Ltda., a fim de assegurar-se, para efeito da execução do programa de manutenção dos motores Arriel 1 e séries, do fiel cumprimento dos procedimentos estabelecidos pelo SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012, no tocante ao monitoramento do desgaste das palhetas do compressor axial e da presença de laterite depositada no eixo oco do rolamento do *gas generator*.

A-183/CENIPA/2013 - 03

Emitida em: 24/09/2018

Realizar gestões junto à Oficina Henrimar Táxi Aéreo Ltda., a fim de certificar-se de que a utilização da ferramenta *erosion tool* PN - TM0131G004, ocorre em consonância com o disposto nas letras (a) e (a) - I do RBAC 145.109.

A-183/CENIPA/2013 - 04

Emitida em: 24/09/2018

Realizar gestões junto à Oficina Henrimar Táxi Aéreo Ltda., a fim de assegurar-se da adequada Supervisão Gerencial, no âmbito técnico, com o foco na execução do programa de manutenção dos motores Arriel 1 e séries, notadamente, no que se refere à observância do estabelecido no SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012.

A-183/CENIPA/2013 - 05

Emitida em: 24/09/2018

Realizar gestões junto à Oficina *Flyone* Serviço Aéreo Especializado, Comércio e Serviços Ltda. a fim de assegurar-se, para efeito da execução do programa de manutenção dos motores Arriel 1 e séries, do fiel cumprimento dos procedimentos estabelecidos pelo SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012, no tocante ao monitoramento do desgaste das palhetas do compressor axial e da presença de laterite depositada no eixo oco do rolamento do *gas generator*.

A-183/CENIPA/2013 - 06**Emitida em: 24/09/2018**

Realizar gestões junto à Oficina *Flyone* Serviço Aéreo Especializado, Comércio e Serviços Ltda. a fim de certificar-se de que a utilização da ferramenta *erosion tool* PN - TM0131G004 ocorre em consonância com o disposto nas letras (a) e (a)-I do RBAC 145.109.

A-183/CENIPA/2013 - 07**Emitida em: 24/09/2018**

Realizar gestões junto à Oficina *Flyone* Serviço Aéreo Especializado, Comércio e Serviços Ltda. a fim de assegurar-se da adequada Supervisão Gerencial no âmbito técnico, com o foco no cumprimento do programa de manutenção dos motores Arriel 1 e séries, notadamente, no que se refere à observância do estabelecido no SB A292 72 0230, versão C, de 29FEV2012.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Não houve.

Em, 24 de setembro de 2018.

