

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-503/CENIPA/2021**

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| <b>OCORRÊNCIA:</b> | <b>ACIDENTE</b>  |
| <b>AERONAVE:</b>   | <b>PP-BRJ</b>    |
| <b>MODELO:</b>     | <b>AS-350B3</b>  |
| <b>DATA:</b>       | <b>29DEZ2012</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 PP-BRJ, modelo AS-350B3, ocorrido em 29DEZ2012, classificado como “[SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente | Com comandos de voo”.

Durante a aproximação para a realização de salvamento na orla da praia de Copacabana no Rio de Janeiro, RJ, a aeronave perdeu rotação do rotor principal, obrigando o piloto a efetuar uma autorrotação a baixa altura e o pouso de emergência no mar.

A aeronave teve danos substanciais.

Todos os ocupantes saíram ilesos.

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

## ÍNDICE

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <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.....                                                     | 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. ....                                                           | 7         |
| 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. ....                                           | 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. ....                                             | 12        |
| 1.14. Informações acerca de fogo. ....                                          | 12        |
| 1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave. ....    | 12        |
| 1.16. Exames, testes e pesquisas.....                                           | 12        |
| 1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento. ....                      | 16        |
| 1.18. Informações operacionais. ....                                            | 17        |
| 1.19. Informações adicionais.....                                               | 18        |
| <u>Eventos anteriores</u> .....                                                 | 18        |
| 1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....          | 22        |
| <b>2. ANÁLISE.....</b>                                                          | <b>22</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>28</b> |

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

|            |                                                                                                                       |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ADE        | Categoria de Registro de Aeronave de Administração Direta Estadual                                                    |
| ANAC       | Agência Nacional de Aviação Civil                                                                                     |
| CA         | Certificado de Aeronavegabilidade                                                                                     |
| CBMERJ     | Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro                                                                |
| CENIPA     | Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos                                                          |
| CMA        | Certificado Médico Aeronáutico                                                                                        |
| DECU       | <i>Digital Electronic Control Unit</i> - unidade digital de controle eletrônico                                       |
| EEPROM     | <i>Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory</i> - memória de leitura programável e apagável eletricamente. |
| FADEC      | <i>Full Authority Digital Electronic Control</i> - controle eletrônico digital de comando.                            |
| GOA        | Grupamento de Operações Aéreas                                                                                        |
| HMU        | <i>Hydro-Mechanical Metering Unit</i> - unidade hidromecânica de medição                                              |
| OEE        | Operador de Equipamentos Especiais                                                                                    |
| OM         | Organização de Manutenção                                                                                             |
| PCH        | Licença de Piloto Comercial - Helicóptero                                                                             |
| PIC        | <i>Pilot In Command</i> - Piloto em Comando                                                                           |
| PPH        | Licença de Piloto Privado - Helicóptero                                                                               |
| RBAC       | Regulamento Brasileiro da Aviação Civil                                                                               |
| RBHA       | Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica                                                                     |
| SDHL       | Designativo de localidade - Heliponto Lagoa, Rio de Janeiro, RJ                                                       |
| SERIPA III | Terceiro Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos                                       |
| UTC        | <i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado                                                        |
| VEMD       | <i>Vehicle Engine Monitoring Display</i> - mostrador de monitoramento do motor                                        |

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

|                   |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aeronave</b>   | <b>Modelo:</b> AS-350B3<br><b>Matrícula:</b> PP-BRJ<br><b>Fabricante:</b> HELIBRAS                                                                                              | <b>Operador:</b><br>Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ)                                       |
| <b>Ocorrência</b> | <b>Data/hora:</b> 29DEZ2012 - 18:00 (UTC)<br><b>Local:</b> Praia de Copacabana<br><b>Lat.</b> 22°57'58"S <b>Long.</b> 043°10'15"W<br><b>Município - UF:</b> Rio de Janeiro - RJ | <b>Tipo(s):</b><br>[SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente<br><b>Subtipo(s):</b><br>Com comandos de voo |

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Heliporto Privado Lagoa (SDHL), Rio de Janeiro, RJ, por volta das 17h45min (UTC), a fim de realizar uma operação de salvamento na orla marítima de Copacabana, RJ, com um Piloto em Comando (PIC) e três Operadores de Equipamentos Especiais (OEE) a bordo.

Com, aproximadamente, 15 minutos de voo, quando se encontrava no pairado sobre o mar, na orla marítima da Praia de Copacabana, a aeronave apresentou perda de potência do motor e de rotação do rotor principal, fazendo com que o piloto efetuasse uma autorrotação a baixa altura e o pouso forçado no mar.

A aeronave teve danos substanciais.

Todos os ocupantes saíram ilesos.

### 1.2. Lesões às pessoas.

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

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais em toda a sua estrutura e em seus componentes devido ao contato com a água salina.

### 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    | OEE1   | OEE2   | OEE3   |
| Totais                           | 940:00 | 200:00 | 200:00 | 200:00 |
| Totais, nos últimos 30 dias      | 03:50  | 03:50  | 00:50  | 00:50  |
| Totais, nas últimas 24 horas     | 00:50  | 00:50  | 00:50  | 00:50  |
| Neste tipo de aeronave           | 840:55 | 200:00 | 200:00 | 200:00 |
| Neste tipo, nos últimos 30 dias  | 03:50  | 03:50  | 00:50  | 00:50  |
| Neste tipo, nas últimas 24 horas | 00:50  | 00:50  | 00:50  | 00:50  |

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros do operador.

### **1.5.2. Formação.**

O PIC realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na Base Aeronaval de São Pedro D'Aldeia, RJ, em 2000.

### **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 aeronave tipo H350 válida.

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

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

### **1.5.5. Validade da inspeção de saúde.**

O PIC e os Operadores de Equipamentos Especiais (OEE) estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.

### **1.6. Informações acerca da aeronave.**

A aeronave, de número de série 4523, foi fabricada pela HELIBRAS, sob licença, em 2008, e estava inscrita na Categoria de Registro de Administração Direta Estadual (ADE).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

As últimas inspeções da aeronave, dos tipos "10/25 horas, 07 dias e 12 meses", foram realizadas em 26DEZ2012 pela Organização de Manutenção (OM) Líder Aviação, Rio de Janeiro, RJ, estando a aeronave com 17 horas e 10 minutos voados após as inspeções.

O programa de manutenção da aeronave considerava a inspeção do tipo "C" (12 anos) como a maior inspeção prevista.

A última inspeção da aeronave, do tipo "IAM", foi realizada em 19OUT2012 pela OM Líder Aviação, Rio de Janeiro, RJ, estando a aeronave com 131 horas e 50 minutos voados após a inspeção.

No dia do acidente, o diário de bordo da aeronave registrava um total de 1.776 horas e 40 minutos de voo.

#### Sistema de Punho Rotativo (*TWIST GRIP*).

A aeronave possuía um sistema de controle de potência do motor chamado de punho rotativo (*TWIST GRIP*). Tal punho tinha duas posições: voo (*FLIGHT*) e marcha lenta (*IDLE*).

O sistema era comandado mecanicamente por meio do punho e acionado eletricamente, através de microcontactores e relés.

Quando o *TWIST GRIP* era retirado da posição *FLIGHT* para a posição *IDLE*, uma mola contrariava esse movimento. Se o piloto continuasse girando o punho, contrariando a ação da mola, o *TWIST GRIP* chegaria a um ressalto o qual, ao ser sobrepujado, o manteria na posição *IDLE*, mesmo após a liberação do comando.

Caso o piloto retirasse o punho da posição *FLIGHT* e, durante o percurso de movimento, soltasse o punho sem alcançar o ressalto na posição *IDLE*, o *TWIST GRIP* voltaria automaticamente à posição *FLIGHT*, por ação da mola.

Imediatamente após a retirada do *TWIST GRIP* da posição *FLIGHT*, uma luz vermelha no painel de alarmes acenderia (*TWT GRIP*), mesmo que ainda estivesse em trânsito, antes de atingir a posição *IDLE*.

Com a aeronave energizada, o seletor de partida na posição *OFF* e o punho rotativo na posição *IDLE*, os microcontactores 53Ka e 53Kb estariam na posição de trabalho, ou seja, acionados e com os seus contatos internos fechados. Como o microcontactador 65K trabalhava com os contatos invertidos, nessa mesma condição, não estaria acionado, porém seus contatos internos estariam fechados, permitindo o aterramento e o consequente acendimento da luz *TWT GRIP* no painel de alarmes (Figura 1).

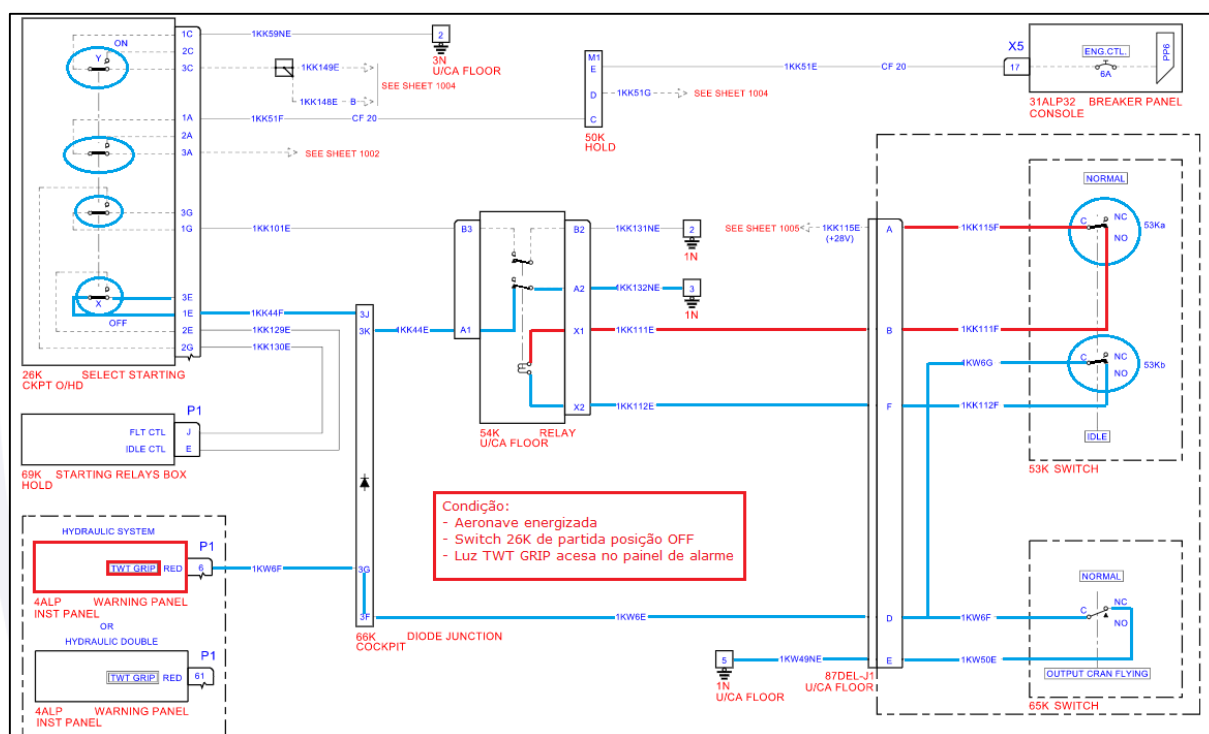


Figura 1 - Circuito elétrico do *TWIST GRIP* na seguinte configuração: aeronave energizada, seletor de partida na posição *OFF* e punho rotativo na posição *IDLE*.

Com a aeronave energizada, o seletor de partida na posição *ON* e o punho rotativo na posição *IDLE*, os microcontactores 53Ka e 53Kb estariam na posição de trabalho, ou seja, acionados e com os seus contatos internos fechados. Nessa condição, o microcontactador 53Ka permitiria a passagem da corrente de 28 VDC, a fim de alimentar a bobina no ponto X1 do relé 54K, enquanto um sinal de aterramento passaria pelos contatos internos do microcontactador 53Kb, permitindo o aterramento da bobina no ponto X2 do relé 54K.

Somente o acionamento dos dois microcontactores, ao mesmo tempo, permitiria a alimentação do circuito do relé 54K, dando ao sistema uma característica de redundância. Nessa mesma condição, o microcontactador 65K não estaria acionado e seus contatos internos permaneceriam fechados, permitindo que o sinal de aterramento fosse fornecido ao microcontactador 53Kb e ao painel de alarmes para o acendimento da luz *TWT GRIP* (Figura 2).

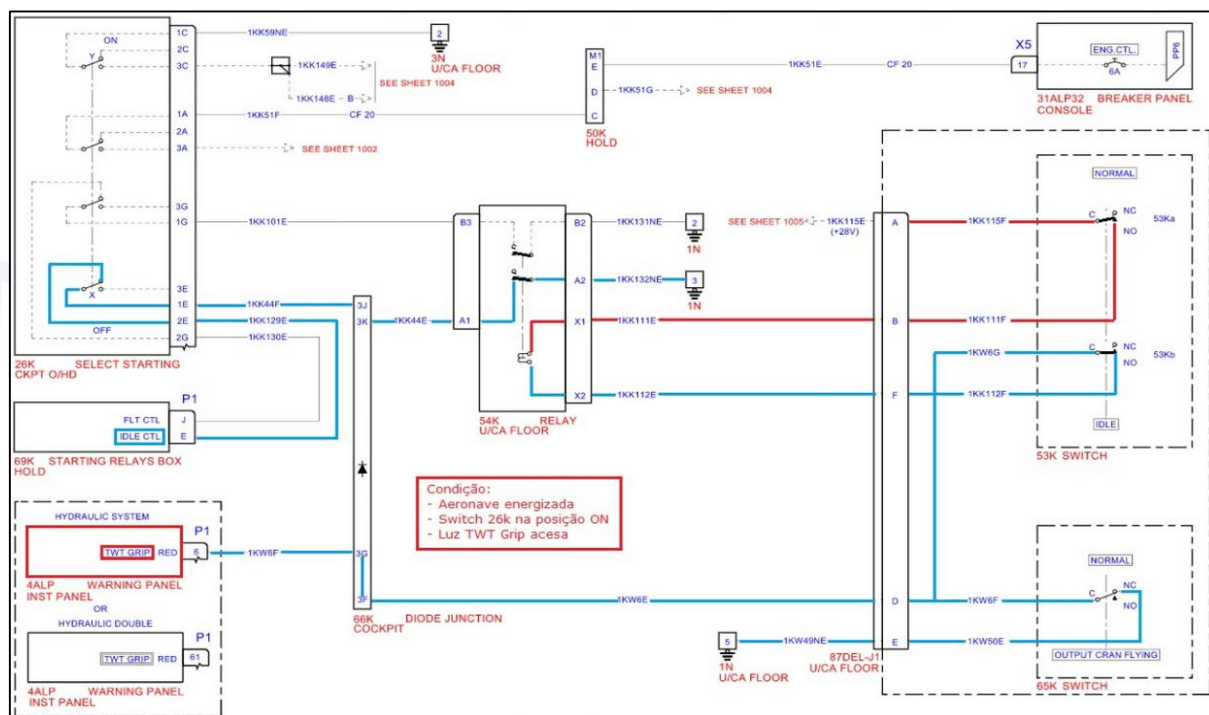


Figura 2 - Circuito elétrico do TWIST GRIP na seguinte configuração: aeronave energizada, seletor de partida na posição ON e punho rotativo na posição IDLE.

Com a aeronave energizada, o seletor de partida na posição ON e o punho rotativo na posição FLIGHT, os contatos dos microcontactores 53Ka e 53Kb estariam abertos, sem que houvesse alimentação da bobina do relé 54K. Por outro lado, o microcontactador 65K estaria na posição de trabalho, ou seja, acionado e com seus contatos internos abertos. Nessa condição, não haveria o aterramento necessário ao acendimento da luz TWT GRIP no painel de alarmes, a qual permaneceria apagada (Figura 3).

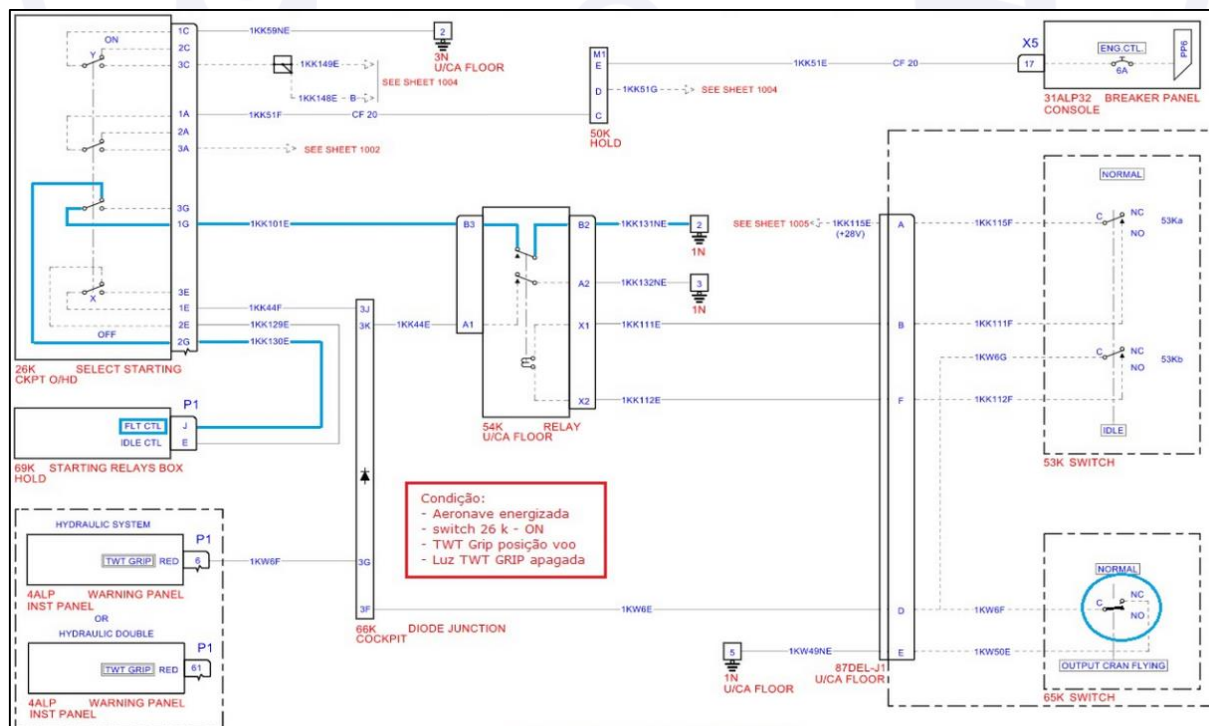


Figura 3 - Circuito elétrico do TWIST GRIP na seguinte configuração: aeronave energizada, seletor de partida na posição ON e punho rotativo na posição FLIGHT.

O relé 54K, quando acionado, era o responsável por enviar um sinal elétrico de *IDLE* à *Digital Electronic Control Unit* (DECU).

### Lógica de funcionamento elétrico

Após o acionamento mecânico do punho rotativo para uma das posições (*IDLE* ou *FLIGHT*), o sistema elétrico do *TWIST GRIP* enviaria um sinal elétrico à DECU, a qual, por sua vez, comutaria o sinal recebido em sinal digital a ser enviado à *Hydro-Mechanical Metering Unit* (HMU), de forma que esta controlasse o fluxo de combustível fornecido ao motor. Consequentemente, o ajuste no fornecimento de combustível permitiria que o motor trabalhasse na potência compatível, em resposta ao acionamento inicial do *TWIST GRIP*.

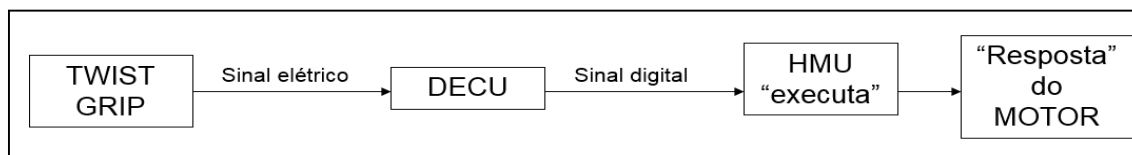


Figura 4 - Lógica de funcionamento do *TWIST GRIP*.

### Luz de alarme do sistema *TWIST GRIP*

O manual de voo da aeronave AS-350B3 descrevia (Figura 5) o acendimento da luz de alarme *TWT GRIP*, no *WARNING PANEL*, exclusivamente como uma posição do punho rotativo fora da posição *FLIGHT*.

|  <span style="float: right;">FLIGHT MANUAL<br/>AS 350 B3 Arriel 2B1</span> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WARNING PANEL                                                                                                                                                 | CORRECTIVE ACTIONS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>GOV</b><br><br>Minor FADEC failure                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permanently lighted :<br/>Governing function degraded.               <ol style="list-style-type: none"> <li>Collective.....AVOID abrupt power changes</li> <li>IAS.....MAINTAIN below VNE<br/>power off</li> </ol> <p><b>LAND AS SOON AS PRACTICABLE</b><br/>On ground : do not start engine.</p> </li> <li>Flashing at idle or during starting or shut down :<br/>Governor redundancy failure, no impact on governing function.               <ul style="list-style-type: none"> <li>Start-up procedure: abort, report to Maintenance Manual</li> <li>Autorotation training: cancel training, return to base.</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>ENG P</b><br><br>Engine oil pressure<br>< 1.1 bar (16 psi).                                                                                                | Oil pressure.....CHECK gauge<br><div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <b>LOW OR NIL</b><br/> <b>LAND IMMEDIATELY</b><br/>           . Autorotation procedure ... APPLY<br/>           . Shutdown engine time permitting         </div> <div> <b>NORMAL</b><br/> <b>LAND AS SOON AS PRACTICABLE</b> </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>TWT GRIP</b><br><br>Twist grip outside<br>FLIGHT detent                                                                                                    | Twist grip ..... <b>TURN up to FLIGHT detent.</b><br><br><p style="text-align: center;"><b>CONTINUE FLIGHT</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

EASA APPROVED  
REVISION 6

3 - 15

Figura 5 - Extrato do Manual de Voo da aeronave, com destaque para o acendimento da luz vermelha *TWT GRIP* e para a ação corretiva.

Diante desse cenário, o manual previa, como ações corretivas, a recolocação do punho rotativo na posição *FLIGHT* e a continuação do voo.

### DECU e VEMD.

A DECU era uma unidade de controle digital de dois canais do motor que fazia a regulação do combustível, o gerenciamento dos parâmetros do motor, bem como registrava, nas memórias internas não voláteis - *Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM), instaladas em cada canal, as falhas encontradas nos sistemas que com ele interagiam.

O *Vehicle Engine Monitoring Display* (VEMD) era uma tela multifunção instalada no painel de instrumentos da aeronave, com um sistema de dois canais, em que cada um possuía uma memória EEPROM, as quais registravam dados relevantes para a investigação de acidentes, como mensagens de falhas e limites excedidos.

### Flutuadores de Emergência.

A finalidade desse tipo de equipamento era impedir, por algumas horas, que o helicóptero afundasse na água, caso fosse obrigado a realizar um pouso de precaução ou forçado devido a uma emergência a bordo, permitindo, assim, o desembarque de passageiros de forma segura, sem que houvesse a necessidade de realizar uma evacuação de emergência com a aeronave submersa. A aeronave não possuía flutuadores de emergência instalados.

### **1.7. Informações meteorológicas.**

As condições meteorológicas 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.**

O impacto ocorreu no mar, na orla marítima de Copacabana, município do Rio de Janeiro, RJ e, logo após a amerissagem, a aeronave submergiu.

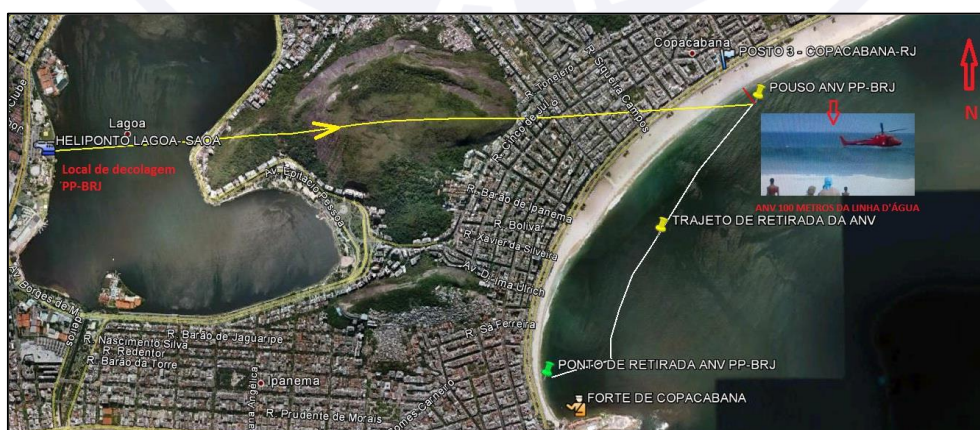


Figura 6 - Trajetória da aeronave até o ponto de impacto.



Figura 7 - Destroços da aeronave concentrados após a remoção do mar.

A aeronave atingiu a superfície da água praticamente nivelada com a superfície do mar e com baixa velocidade.

### **1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.**

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

Não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho dos tripulantes.

#### **1.13.2. Informações ergonômicas.**

Nada a relatar.

#### **1.13.3. Aspectos Psicológicos.**

Nada a relatar.

### **1.14. Informações acerca de fogo.**

Não houve fogo.

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

Após o impacto e submersão, a tripulação conseguiu abandonar a aeronave pelas portas principais.

Os dois tripulantes de resgate que estavam a bordo auxiliaram o piloto e o “fiel”, pois ambos não utilizavam coletes salva-vidas.

Em seguida, os ocupantes nadaram até a praia, sendo atendidos por pessoas que se encontravam na orla.

### **1.16. Exames, testes e pesquisas.**

Foram realizadas análises no vídeo da gravação da ocorrência, exames no motor, em componentes e testes em sistemas da aeronave. Os resultados obtidos encontram-se descritos a seguir.

#### Análise espectral do som do motor.

O BEA analisou, em laboratório, o áudio de um vídeo gravado por banhistas no momento da queda da aeronave no mar.

A análise espectral revelou que as duas frequências compatíveis com os compressores axial e centrífugo do motor indicavam que a potência deste foi estabelecida em 71,5% de NG nominal, quatro segundos antes do pouso no mar, o que correspondia a um valor próximo ao de um motor operando com o *TWIST GRIP* na posição *IDLE*.

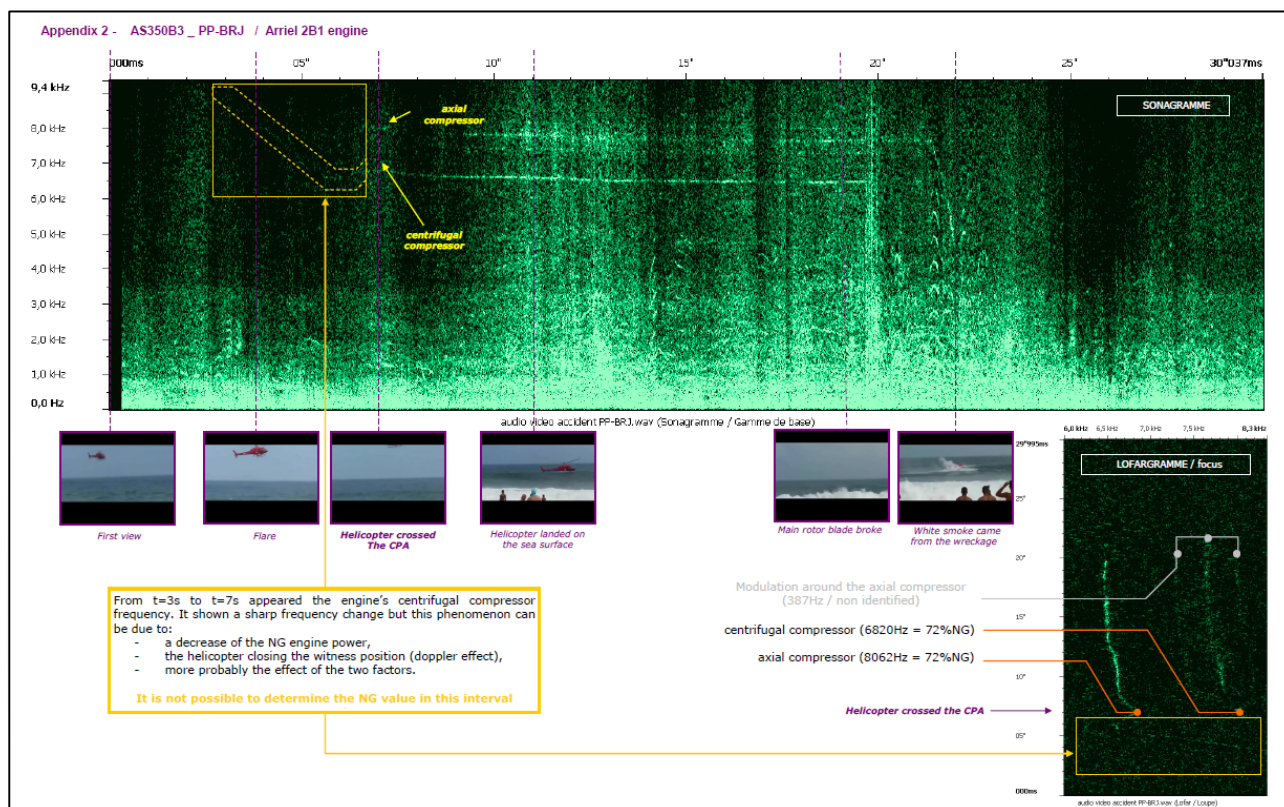


Figura 8 - Análise espectral do áudio de vídeo do acidente.

Também foi constatado que a perda de potência do motor ocorreu antes do início do arquivo de vídeo, durante a fase de aproximação da aeronave para o resgate do banhista no mar.

#### Motor da aeronave.

O motor da aeronave foi desmontado na sede da SAFRAN Turbomeca Brasil, localizada em Xerém, RJ, para análise de danos internos e dos componentes, na presença de técnicos do fabricante e de investigadores do Terceiro Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA III).

Durante a desmontagem, foi possível constatar que, de forma geral, o motor apresentava boas condições, apesar dos danos e travamentos causados pelo impacto e pela corrosão proveniente da ação da água do mar.

O resultado da análise constatou que não foram encontradas quaisquer evidências que pudessem explicar a perda de potência reportada pelo piloto da aeronave.

#### DECU e VEMD.

A DECU e o VEMD da aeronave foram analisados nos laboratórios do BEA.

Os dados de voo recuperados das memórias EEPROM desses equipamentos eram consistentes com o evento.

A análise dos dados recuperados do VEMD e da DECU mostrou que a primeira mensagem de falha em cada computador estava ligada a uma discrepância de sinal no comando coletivo. A experiência adquirida na análise desse tipo de equipamento em eventos catastróficos anteriores mostrou que essa mensagem de falha era frequentemente encontrada durante o impacto da aeronave.

Os dados registrados pela DECU mostraram que o motor da aeronave estava em *IDLE* (NG igual a 68%) no momento do impacto e o sinal do *TWIST GRIP* era equivalente à posição *IDLE*.

A análise dos dados concluiu que todas as outras discrepâncias provenientes de diferentes sensores ocorreram no mesmo momento, cerca de 4 a 5 segundos após a redução de potência, e, portanto, seriam consequências do impacto da aeronave com o mar.

Não foram encontrados registros de limites excedidos nos dados do VEMD.

#### Continuidade elétrica e funcionamento do sistema do *TWIST GRIP*.

Após a recuperação dos destroços da aeronave, técnicos do fabricante, juntamente com os investigadores do SERIPA III, verificaram as condições das conexões elétricas e o funcionamento dos microcontactores do comando do *TWIST GRIP* da aeronave.

Durante a verificação, foram encontradas evidências de que o sistema havia passado por intervenção de manutenção, sem que houvesse registro equivalente.

Os fios do microcontactor 53Ka eram mais flexíveis e estavam com a proteção de termo restrigente na cor preta. O termo restrigente original, utilizado na fabricação da aeronave, era transparente, apresentava resistência maior e era menos flexível do que o de cor preta (Figura 9).

Em seguida, foram realizados testes de continuidade elétrica e de funcionamento do sistema, em virtude da suspeita de rompimento interno na região do termo restrigente.

A integridade dos fios foi conferida por meio de um cheque de continuidade. Foram verificadas as conexões dos microcontactores 53Ka e 53Kb ao circuito. O resultado foi considerado condizente com um funcionamento normal do sistema.

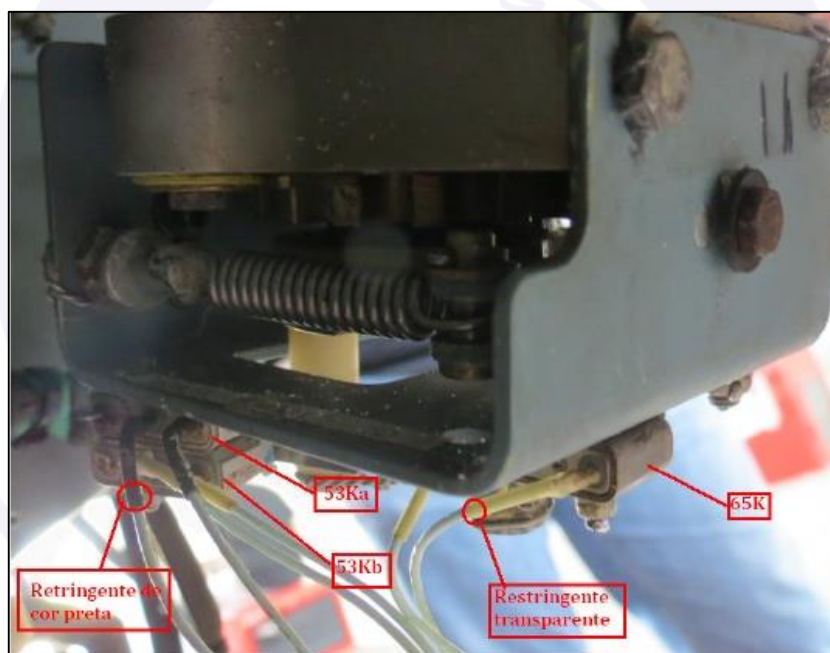


Figura 9 - Termo restrigente utilizado na fiação do microcontactor 53Ka diferente do original.

Os fios próximos ao local onde estava aplicado o termo restrigente de cor preta foram movimentados sem que houvesse alteração na continuidade do sistema. As mesmas verificações nos fios com termo restrigente transparente foram efetuadas sem que apresentassem resultados diferentes.

O *TWIST GRIP* estava emperrado na posição voo, devido à ação da água salgada. Porém, após ser realizada uma lubrificação na parte mecânica de acionamento, o movimento do punho foi restabelecido.

Uma verificação de funcionamento mecânico do punho, bem como do acionamento e funcionamento correto dos microcontactores, foi efetuada por meio da repetição de vários movimentos no *TWIST GRIP*, entre a posição *FLIGHT* e a posição *IDLE*. Em todas as verificações, os microcontactores apresentaram funcionamento normal.

Todos os testes realizados no sistema mostraram que o *TWIST GRIP* estava funcionando normalmente, bem como não foram encontradas quaisquer anomalias nos microcontactores e nas conexões elétricas da fiação que pudessem justificar um funcionamento anormal do sistema.

### **Exames laboratoriais nos componentes do *TWIST GRIP*.**

#### **Componentes 53Ka, 53Kb, 65K e 54K.**

O relé 54K e os microcontactores denominados 53Ka, 53Kb e 65K pertenciam ao conjunto do *TWIST GRIP* e foram analisados nos laboratórios do BEA.

Uma inspeção visual externa dos componentes identificou, em todos eles, pontos de corrosão em cada pino de conexão ao circuito elétrico.

Exames de raios-X e de tomografia computadorizada foram realizados, constatando ausência de discrepância visível nos componentes que pudessem comprometer o funcionamento do sistema.

#### **Cablagem.**

Todas as fiações do *TWIST GRIP* foram testadas pelos investigadores do SERIPA III antes de serem levadas para exames complementares nos laboratórios do BEA. Naquela ocasião, apresentaram continuidade normal.

Posteriormente, a mesma cablagem teve sua continuidade testada nos laboratórios do BEA, quando apresentou o mesmo resultado.

#### **Teste funcional do sistema.**

Foi realizado, nos laboratórios do BEA, um teste funcional do sistema do punho rotativo, utilizando os componentes elétricos do *TWIST GRIP*. O objetivo era expor os microcontactores a gotículas de água salgada, a fim de simular a influência do meio em uma aeronave pairando a baixa altura sobre o mar.

O diagrama abaixo (Figura 10) mostra a instalação que foi seguida, representativa da instalação do conjunto *TWIST GRIP*, com a utilização de novos microcontactores e relé.

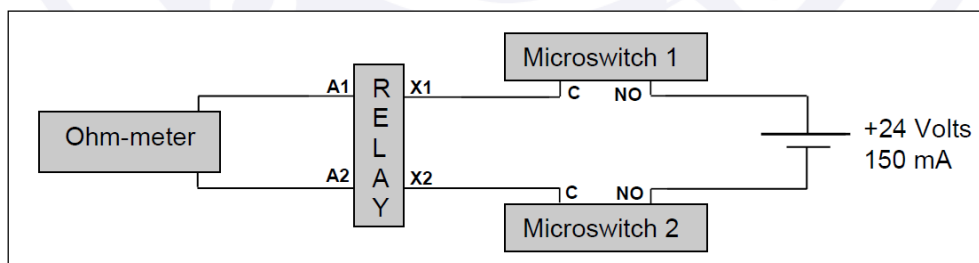


Figura 10 - Diagrama do teste funcional do sistema *TWIST GRIP* efetuado pelo BEA.

Inicialmente, o sistema foi testado e operado sem a adição de água salgada para confirmar o funcionamento correto, o que, de fato, ocorreu.

O consumo nominal do relé de 54K, quando energizado, foi de 60mA.

Em seguida, gotas de água salgada foram depositadas entre os pinos (C e NO) e no invólucro em cada microcontactor, quando foi iniciada a eletrólise e a conexão pôde ser estabelecida entre C e NO nos dois microcontactores.

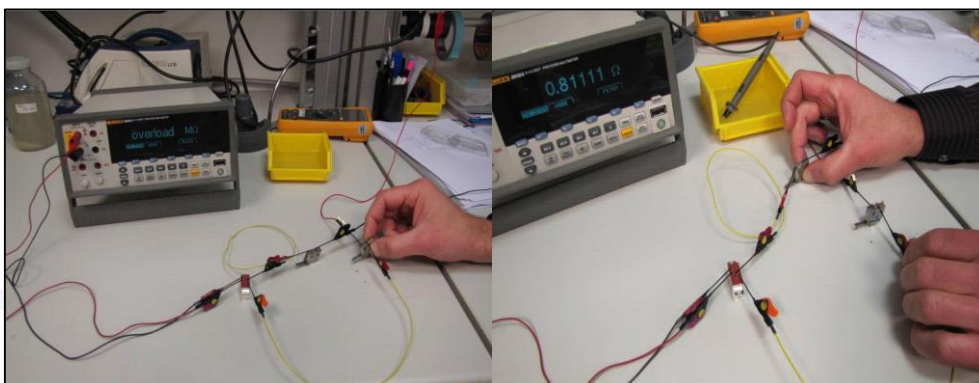


Figura 11 - Teste funcional do circuito elétrico do *TWIST GRIP* utilizando novos microcontactores (53Ka, 53Kb e relé 54K) e com água salgada.

Após a utilização de gotas de água salgada e a ocorrência de eletrólise, a impedância entre os pinos C, NO e a carcaça diminuiu e a corrente atingiu 22mA, quando o relé de 54K pôde ser energizado e fechado.

Os investigadores observaram, ainda, a ocorrência de corrosão eletrolítica nos microcontactores 53Ka e 53Kb, no momento do teste, pela oxidação do metal e pela geração de pequenas bolhas de gás na solução hidrossalina.

Uma corrosão eletrolítica só poderia ocorrer com a passagem de corrente elétrica na presença de uma solução eletrolítica, ou seja, um condutor elétrico de natureza líquida. Durante o teste, a eletrólise fixou instantaneamente o oxigênio da água no metal, formando óxido, e liberou o hidrogênio na formação de pequenas bolhas.

Depois de secar os microcontactores com ar (simulando a evaporação da água salgada), o relé de 54K retornou ao estado “não energizado” com, aproximadamente, 7mA. O consumo de corrente residual foi entre 5 e 6mA.

Usando água fresca, os resultados não puderam ser reproduzidos.

Um dos novos microcontactores foi substituído pelo microcontactor 53Ka removido do conjunto do *TWIST GRIP* da aeronave acidentada. O mesmo resultado foi obtido, com a energização do relé de 54K.

Todos os microcontactores (53Ka, 53Kb e 65K) da aeronave acidentada apresentavam pontos de corrosão eletrolítica.

#### **1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.**

Quanto aos aspectos organizacionais, relatos apontam deficiência no registro e, conseqüentemente, no acompanhamento de panes e da manutenção da aeronave.

Situações semelhantes a que ocorreu e culminou no acidente foram vivenciadas em voos anteriores (acendimento da luz *TWT GRIP*). No entanto, a ausência de registro impossibilitou a realização de análises de frequência e severidade, comprometendo o mapeamento dos riscos envolvidos.

Constatou-se, ainda, que a resolução das panes supracitadas não era lançada em cadernetas de manutenção e diário de bordo, tampouco compartilhada, visando à conscientização e à elevação do nível de alerta dos demais tripulantes.

Não há evidências de registros feitos em Ordens de Serviço, nem de abertura de processo de Dificuldade em Serviço, frente às intervenções de manutenção realizadas sem registro.

### 1.18. Informações operacionais.

A aeronave realizava um voo de salvamento na orla marítima do Rio de Janeiro. Havia decolado de SDHL com um piloto e três tripulantes a bordo, sendo um fiel e dois salva-vidas.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante e as condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual.

A tripulação já havia realizado vários resgates naquele dia, porém, isso era considerado normal.

A aeronave realizou a aproximação para a orla da Praia de Copacabana, em direção ao ponto de resgate, onde efetuaria um pairado para permitir que os dois salva-vidas a bordo saltassem da aeronave com a finalidade de resgatar o banhista em risco de afogamento.

De acordo com os tripulantes, até o início do pairado, o voo transcorreu sem quaisquer anormalidades.

Durante o pairado, o piloto notou que a luz de alarme *TWT GRIP* se acendeu no painel de alarmes, no mesmo momento em que percebeu uma queda repentina na potência do motor e na rotação do rotor principal da aeronave.

Por meio da análise de um vídeo gravado no local, foi possível perceber o aumento do “efeito cone” no rotor principal, no momento em que houve a perda de potência do motor e de rotação do rotor principal, até o pouso na água (Figuras 12).



Figura 12 - Momento do pouso da aeronave no mar, com destaque para o aumento do “efeito cone” no rotor principal.

O primeiro salva-vidas que saltaria sobre o mar e que já se encontrava sobre o esquí da aeronave disse que, nesse mesmo instante, ouviu um barulho anormal e segundo seu relato, percebeu, de acordo com a sua experiência neste tipo de voo, que algo estranho estava acontecendo. Ele decidiu retornar à cabine e proteger-se, pois a aeronave já estava prestes a pousar no mar.

O piloto da aeronave afirmou que, ao perceber que estava com queda de potência e rotação, não lhe restava alternativa diferente do que realizar uma autorrotação no pairado, dentro do efeito solo, sobre a água.

Nem o piloto em comando, tampouco o fiel, utilizavam coletes salva-vidas. Depois da amerissagem forçada, os próprios salva-vidas que se encontravam a bordo da

aeronave auxiliaram esses tripulantes na evacuação de emergência. Em seguida, a aeronave afundou e ficou totalmente submersa.

Com o resgate da aeronave, foi possível perceber que o comando coletivo estava na posição totalmente puxado (Figura 13) e que o *TWIST GRIP* estava na posição *FLIGHT* (Figura 14).



Figura 13 - Imagem da cabine de pilotagem, logo após a remoção da aeronave do mar, com destaque para o comando coletivo na posição totalmente puxado.

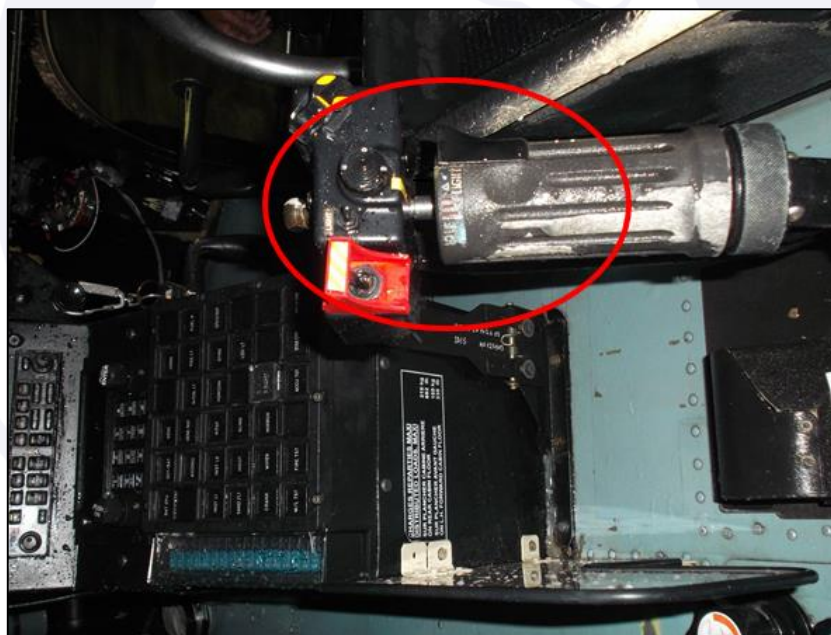


Figura 14 - Imagem da cabine de pilotagem, logo após a remoção da aeronave do mar, com destaque para o *TWIST GRIP* na posição *FLIGHT*.

### 1.19. Informações adicionais.

#### Eventos anteriores.

A Comissão de Investigação realizou entrevistas com tripulantes do Grupamento de Operações Aéreas (GOA) do CBMERJ. Durante a coleta de relatos, foi percebida uma grande preocupação quanto aos eventos de acendimento da luz *TWT GRIP* nesta aeronave.

Foi possível constatar que, em alguns voos anteriores ao acidente, houve o acendimento da luz *TWT GRIP*, sem perda de rotação, incluindo um evento no dia anterior ao do acidente. Nessas ocasiões, as tripulações optaram por realizar o pouso da aeronave o mais rápido possível. Posteriormente, o sistema voltava a funcionar normalmente.

Ademais, também foi reportado um acendimento da luz *TWT GRIP*, o qual impossibilitou a redução do regime do motor de *FLIGHT* para *IDLE*, com a aeronave pousada, momentos antes do corte do motor. Nesse evento, o corte ocorreu com o *TWIST GRIP* em *FLIGHT* e a aeronave sofreu intervenção de manutenção. Entretanto, não foram encontrados registros acerca dessa intervenção nas cadernetas da aeronave.

Houve também, em pelo menos uma oportunidade, a perda total de comunicação por rádio, durante a realização de uma missão. A empresa de manutenção contratada efetuou intervenções com o objetivo de identificar as causas da pane e ficou constatado que tal fato ocorreu em virtude da alta presença de umidade nos contatos elétricos.

#### Caixa de microcontactores do sistema FADEC de dois canais.

A aeronave, modelo AS-350 na versão B3, com sistema *Full Authority Digital Electronic Control* (FADEC) de dois canais, possuía uma caixa de microcontactores, vedada contra água, embaixo do piso da aeronave, do lado esquerdo e no final do manche do comando coletivo.

A caixa de microcontactores possuía uma proteção de acrílico, presa com parafusos. Exatamente nos pontos de fixação dos parafusos não havia vedação.

Além disso, o fecho de abertura e fechamento da carenagem inferior ficava localizado em uma fenda exatamente alinhada com a caixa de microcontactores, mais precisamente, com um dos parafusos de fixação (Figuras 15 a 17).

Durante a operação sobre o mar, o dorso da aeronave recebia muita umidade, em função do fluxo de ar do rotor principal sobre a água e, conseqüentemente, a suspensão de partículas de água sobre a aeronave, principalmente na sua parte inferior.



Figura 15 - Fenda do fecho da carenagem inferior (foto de helicóptero do mesmo modelo).



Figura 16 - Alinhamento da fenda do fecho da carenagem inferior com a caixa de acrílico dos microcontactores do *TWIST GRIP* (foto de helicóptero do mesmo modelo).

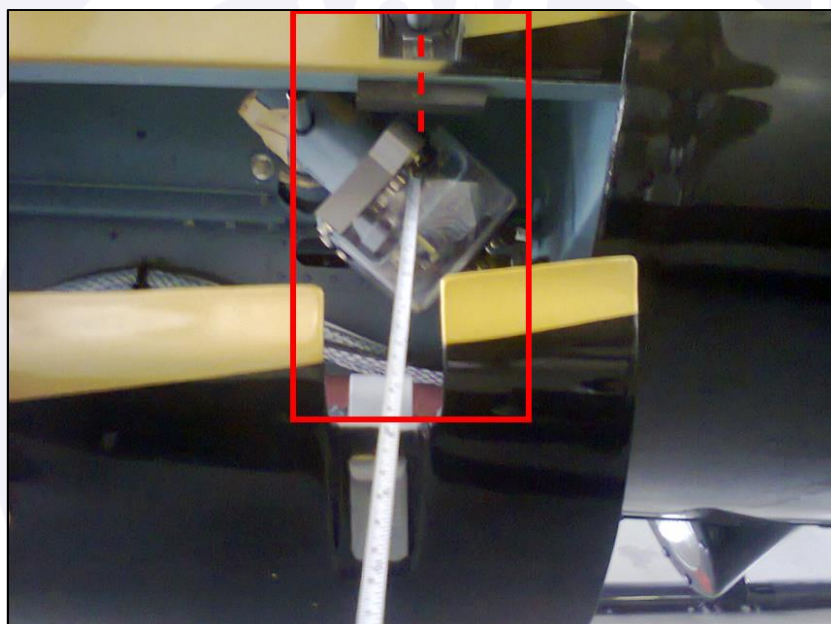


Figura 17 - Alinhamento da fenda do fecho da carenagem inferior com um dos parafusos de fixação da caixa de acrílico dos microcontactores do *TWIST GRIP* (foto de helicóptero do mesmo modelo).

Em seus comentários sobre esse Relatório Final, a *Airbus Helicopters* reconheceu que os microcontactores 53ka, 53kb e 65k não estavam em um ambiente de vedação completa e ficavam próximos a uma abertura.

Assim, eles poderiam ser afetados em certas condições pelas pequenas gotas de água salgada, quando a aeronave fosse operada perto da superfície do mar durante as operações de resgate.

No entanto, o fabricante frisou que seria importante também, durante essas operações de resgate (recuperação de pessoas da água), proteger o piso da cabine da água do mar, uma vez que a infiltração pode acarretar corrosão.

O fabricante informou que existem alguns equipamentos indicados (*drip trays*) para proteger o piso da cabine durante essa operação e evitar esse gotejamento. Não foi verificado se esta aeronave estava ou não equipada com tal dispositivo.

### Operações aéreas sobre extensão de água.

O Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 91 - “Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis”, vigente à época do acidente, não previa a obrigatoriedade de uso de colete salva-vidas (ou outro meio de flutuação aprovado) para cada ocupante de um helicóptero que fosse realizar um voo sobre uma extensão de água, tampouco a necessidade desse helicóptero, caso fosse monomotor, possuir flutuadores ou equipamento de flutuação de tipo inflável por comando da cabine.

A seção 90.351, da Subparte Z (operações aéreas sobre extensões de água) do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 90 - “Requisitos para Operações Especiais de Aviação Pública”, vigente desde 12ABR2019, passou a estabelecer a obrigatoriedade de utilização de colete salva-vidas trajados pelos tripulantes de um helicóptero em voo sobre extensão de água onde não fosse possível, em função da altura e distância, a realização de pouso em local adequado da costa.

A regulamentação definiu, ainda, na mesma seção, letra “f”, requisitos complementares para operações aéreas realizadas sobre extensões de água a uma distância superior a 100 NM ou 30 minutos da costa/margem mais próxima, tendo como referência a velocidade normal de cruzeiro da aeronave, destacando, para esses casos, a obrigatoriedade de utilização de aeronave multimotora e equipada com flutuadores ou fuselagem tipo “casco” aprovado pela ANAC.

#### RBAC 90 - REQUISITOS PARA OPERAÇÕES ESPECIAIS DE AVIAÇÃO PÚBLICA

#### SUBPARTE Z - OPERAÇÕES AÉREAS SOBRE EXTENSÕES DE ÁGUA

##### 90.351 Requisitos gerais

(a) Para os efeitos deste Regulamento considera-se operação aérea sobre extensões de água aquela realizada a uma distância e altura onde:

(1) em voo planado ou em regime autorrotacional, não será possível a realização de um pouso forçado em local adequado da costa ou margem mais próxima; ou

(2) caso ocorra uma emergência durante as fases de decolagem ou pouso, será inevitável o pouso de emergência na água (*ditching*).

[...]

(c) Não obstante o previsto no parágrafo (f) desta seção, as operações aéreas sobre extensões de água deverão ser realizadas, prioritariamente, por aeronaves multimotoras.

[...]

(e) São requisitos gerais para operações aéreas sobre extensões de água:

(1) que a aeronave disponha de colete salva-vidas ou dispositivo de flutuação individual, equipados com um apito e uma luz de localização, para todos os membros da tripulação, pessoas com função a bordo e passageiros a bordo. As seguintes disposições se aplicam:

[...]

(i) para operações com helicópteros, os membros da tripulação e pessoas com função a bordo deverão trajar o colete salva-vidas ou dispositivo de flutuação individual durante todo o voo;

[...]

(f) São requisitos complementares para operações aéreas realizadas sobre extensões de água a uma distância superior a 100 NM ou 30 minutos da costa/margem mais próxima, tendo como referência a velocidade normal de cruzeiro da aeronave:

[...]

(3) utilizar aeronave multimotora;

(4) utilizar helicóptero equipado com flutuadores ou fuselagem tipo “casco” aprovado pela ANAC;

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de salvamento na orla marítima do Rio de Janeiro, RJ.

Durante o pairado, o piloto notou que a luz *TWT GRIP* se acendeu no painel de alarmes, no mesmo momento em que percebeu uma queda repentina na potência do motor e na rotação do rotor principal da aeronave, ou seja, o acendimento da luz *TWT GRIP* no painel de alarmes indicava uma situação de punho rotativo em *IDLE*, ou pelo menos fora da posição *FLIGHT*, já que posições transitórias já seriam suficientes para o acendimento da luz.

Por outro lado, um simples movimento parcial ou esbarrão no punho não seriam suficientes para manter a luz acesa. Seria necessário, portanto, um comando mecânico rotacional contínuo e intencional, retirando o punho rotativo da posição *FLIGHT*, pois quando o punho era retirado dessa posição e movimentado para a posição *IDLE*, uma mola contrariava esse movimento, até atingir um ressalto, o qual ao ser sobrepujado manteria o punho na posição *IDLE*, mesmo após a soltura do comando.

Entretanto, com o resgate da aeronave, foi possível perceber que o comando coletivo estava na posição totalmente puxado e que o *TWIST GRIP* estava na posição *FLIGHT*.

Considerando as características de funcionamento mecânico rotacional do punho rotativo, as quais impossibilitariam um movimento em virtude do impacto, e o fato de os investigadores do SERIPA III terem sido os primeiros a acessar a aeronave após o resgate, é possível afirmar que o *TWIST GRIP* estava na posição *FLIGHT* durante a ocorrência, apesar da afirmação do piloto quanto ao acendimento da luz *TWT GRIP* no painel de alarmes, seguida da queda repentina na potência do motor e na rotação do rotor principal da aeronave.

Diante disso, o BEA analisou em laboratório o áudio de um vídeo gravado por banhistas no momento da queda da aeronave no mar. A conclusão da análise espectral revelou que as duas frequências compatíveis com os compressores axial e centrífugo do motor indicavam que a potência foi estabelecida em 71,5% de NG nominal, quatro segundos antes do pouso no mar. Esse valor correspondia a um valor próximo ao de um motor operando em marcha lenta, ou com o *TWIST GRIP* na posição *IDLE*.

Adicionalmente, o motor da aeronave foi analisado na sede do fabricante. O resultado da análise constatou que não foram encontradas quaisquer evidências que pudessem explicar a perda de potência reportada pelo piloto da aeronave.

Concluiu-se, portanto, que o motor da aeronave recebeu um comando de *IDLE*, apesar de o punho rotativo estar na posição *FLIGHT*. Corrobora a análise o fato de a DECU ter registrado uma NG igual a 68% (compatível com um motor operando em marcha lenta) no momento do impacto e um sinal elétrico de *IDLE* oriundo do sistema elétrico do *TWIST GRIP*.

Diante da possibilidade de uma falha mecânica ou elétrica, foram realizados testes no conjunto *TWIST GRIP*. Inicialmente, foi conferido o acionamento mecânico do punho, bem como o funcionamento correto dos microcontactores, por meio de várias repetições

de movimentos entre as posições *FLIGHT* e *IDLE*. Em todas as verificações, os microcontactores apresentaram funcionamento normal.

Em seguida, técnicos do fabricante, juntamente com os investigadores do SERIPA III, verificaram as condições das conexões elétricas. Todas as fiações do *TWIST GRIP* apresentaram continuidade normal. Posteriormente, o mesmo teste foi realizado nos laboratórios do BEA, quando apresentou o mesmo resultado.

Contudo, durante a primeira verificação das conexões elétricas, foram encontradas evidências de que o sistema havia passado por intervenção de manutenção, sem que isso tivesse sido registrado. No entanto, essas intervenções não foram suficientes para justificar uma falha ou mau funcionamento no sistema.

A falta de registro indicava que havia deficiências organizacionais na gestão de processos, principalmente durante o acompanhamento de panes e de manutenção da aeronave. A resolução de panes não era lançada em cadernetas de manutenção e diário de bordo, tampouco compartilhada ao grupo de tripulantes, visando à conscientização e à elevação do nível de alerta, procedimentos importantes à manutenção da segurança, indicando a existência de uma condição latente dentro da organização.

A ausência de registro impossibilitou a realização de análises de frequência e severidade, aberturas de processo de Dificuldade em Serviço, dentre outras medidas de pesquisa e resolução de problemas. Isso comprometeu o mapeamento dos riscos envolvidos e impossibilitou as ações elementares que poderiam ter evitado o acidente.

Uma gestão marcada por ausência de registros propiciou a informalidade na tratativa de assuntos operacionais e no manejo das práticas voltadas à segurança, indo de encontro à doutrina da Segurança de Voo.

Essa cultura organizacional permitiu que algumas situações semelhantes à do acidente (o acendimento da luz *TWT GRIP*) fossem vivenciadas em voos anteriores, com outros tripulantes.

Contudo, apesar da constatação de deficiente cultura organizacional acerca dos registros de panes e serviços de manutenção, todos os testes realizados no sistema mostraram que o *TWIST GRIP* estava funcionando normalmente, bem como não foram encontradas quaisquer anomalias nos microcontactores e nas conexões elétricas das fiações que pudessem justificar um funcionamento anormal do sistema.

Diante disso e de relatos de falha de comunicação onde foi apontada a alta presença de umidade nos contatos elétricos dos rádios, foi realizado um teste funcional do sistema do punho rotativo, nos laboratórios do BEA, cujo objetivo era simular a influência do meio em uma aeronave pairando a baixa altura sobre o mar.

Os testes mostraram a ocorrência de corrosão eletrolítica nos microcontactores 53Ka e 53Kb.

Considerando que todos os microcontactores da aeronave acidentada apresentavam pontos de corrosão eletrolítica, pôde-se concluir que a caixa de microcontactores do sistema *TWIST GRIP* da aeronave, localizada embaixo do piso, sofreu ação de água salgada, durante a operação sobre o mar, facilitando o fechamento do circuito dos microcontactores 53Ka, 53Kb e 65K, enviando, assim, um sinal elétrico de *IDLE* à DECU, e de acendimento da luz *TWT GRIP* ao painel de alarmes, a despeito da posição do punho rotativo.

Por outro lado, como a caixa de microcontactores, neste modelo de aeronave (versão B3, com sistema FADEC de dois canais), era vedada e estava localizada na parte de dentro da carenagem inferior, não seria possível tal ação em seu interior. Entretanto,

apesar de a proteção de acrílico ser vedada, a sua fixação era feita com parafusos, onde não havia vedação.

Foi constatado, ainda, que o fecho de abertura e fechamento da carenagem inferior ficava localizado em uma fenda exatamente alinhada com um dos parafusos de fixação da caixa de microcontactores. Gotículas de água salgada em suspensão, depositadas na superfície da aeronave, em especial aquelas depositadas na porta esquerda, escorriam para baixo, até encontrar a fenda do fecho da carenagem inferior, ingressando no compartimento, quando começavam a gotejar sobre o parafuso de fixação, sem vedação, da caixa de acrílico.

Considerando que os três microcontactores (53Ka, 53Kb e 65K) estivessem em perfeitas condições de funcionamento, o comando de *IDLE* e o acendimento da luz *TWT GRIP* dependeriam do acionamento dos microcontactores 53Ka e 53Kb, bem como do microcontactor 65K, local por onde passava o ponto de aterramento para o relé 54K, através do microcontactor 53Kb, e para o acendimento da luz *TWT GRIP*.

Portanto, a ação de água salgada nos microcontactores pode ter ocorrido nos eventos anteriores, quando houve o acendimento da luz *TWT GRIP* em voo, sem haver perda de potência. Porém, não é possível afirmar se houve influência de água salgada em outro microcontactor, 53Ka ou 53Kb, juntamente com o microcontactor 65K, ou se foi apenas este último que sofreu a ação de água salgada, sendo o único necessário para permitir o acendimento da luz de alarme, visto que não houve o comando de *IDLE*.

De acordo com os relatos, essa anomalia era temporária e o sistema voltava a funcionar normalmente após algum tempo, provavelmente após a evaporação da água salgada entre os pinos e o invólucro dos microcontactores afetados, exatamente conforme os resultados do teste funcional do sistema elétrico do *TWIST GRIP* realizado no BEA, quando o relé de 54K retornou ao estado “não energizado”, depois da secagem dos microcontactores com ar (simulando a evaporação da água salgada).

Por outro lado, considerando o resultado dos testes realizados no BEA e os pontos de corrosão eletrolítica nos microcontactores da aeronave acidentada, é possível concluir que, no voo do acidente, os três microcontactores (53Ka, 53Kb e 65K) sofreram ação da água salgada e tiveram seus contatos fechados, pois havia a necessidade do acionamento de ambos os microcontactores 53Ka e 53Kb, além do aterramento do microcontactor 65K, para permitir o sinal elétrico de *IDLE* à DECU.

Não foi possível precisar a ordem na qual os microcontactores sofreram ação da água salgada e fecharam, com exceção do último, justamente o microcontactor 65K, o qual permitiu o acendimento da luz *TWT GRIP* e o aterramento, concluindo, assim, as condições essenciais para o comando inadvertido de *IDLE*.

Ressalta-se que, apesar da redundância do sistema, visto que, apenas quando os dois microcontactores 53Ka e 53Kb eram acionados, juntamente com o aterramento fornecido pelo microcontactor 65K, havia o sinal elétrico de *IDLE* à DECU, essa perda de redundância não era informada ao piloto.

No voo do acidente, com os microcontactores 53Ka e 53Kb sob ação da água salgada e com seus contatos fechados, não houve o acendimento da luz de alarme, permitindo, assim, que o voo prosseguisse sem a redundância prevista para o sistema do *TWIST GRIP*.

A ação corretiva decorrente do acendimento da luz *TWT GRIP* em voo consistia em rotacionar o *TWIST GRIP* para a posição *FLIGHT*. Assim, considerou-se que o procedimento não abordava, de maneira efetiva, uma sequência de ações após o posicionamento ou verificação do *TWIST GRIP* na posição *FLIGHT* e a manutenção da luz de alarme acesa, ou seja, a persistência da pane, prevendo ações no sentido de

verificar os parâmetros do motor, pousar imediatamente ou assim que possível, realizar autorrotação, dentre outras.

A inexistência de procedimentos específicos referentes ao acendimento da luz *TWT GRIP* em voo, com o punho rotativo na posição *FLIGHT*, pode ter excluído a possibilidade de o piloto efetuar um pouso de segurança, em função da possibilidade de comando inadvertido de *IDLE*.

Contudo, mesmo que houvesse procedimento específico para a situação vivenciada (acendimento da luz *TWT GRIP* com perda de potência), não havia uma alternativa, a não ser a realização de uma autorrotação no pairado sobre a água.

Após o pouso no mar, a tripulação aguardou a submersão da aeronave para realizar a evacuação pelas portas principais, pois ela não era equipada com flutuadores de emergência.

O fato de o piloto e o fiel não estarem utilizando coletes salva-vidas, ou outro dispositivo de flutuação individual aprovado, amentou a exposição ao risco.

A Subparte K do RBHA 91, vigente à época do acidente, não previa a obrigatoriedade de uso de coletes salva-vidas para os ocupantes de um helicóptero que fosse realizar um voo sobre uma extensão de água e, tampouco, a necessidade de um helicóptero monomotor possuir equipamento de flutuação.

A ANAC estabeleceu, no RBAC 90, seção 90.351 da Subparte Z, vigente desde 12ABR2019 e aplicável às operações especiais de Aviação Pública, a obrigatoriedade de uso de coletes salva-vidas (ou outro meio de flutuação aprovado) pelos tripulantes de um helicóptero em voo sobre extensão de água onde não seja possível, em função da altura e distância, a realização de pouso em local adequado da costa. Justamente o caso do PP-BRJ, o qual efetuava pairado a baixa altura.

Por outro lado, o mesmo Regulamento não estabeleceu obrigatoriedade em relação à instalação de flutuadores de emergência, com exceção dos casos de operações aéreas realizadas sobre extensões de água a uma distância superior a 100 NM ou 30 minutos da costa/margem mais próxima, tendo como referência a velocidade normal de cruzeiro da aeronave. Nesses casos, as aeronaves deveriam ser multimotoras e equipadas com flutuadores ou fuselagem tipo “casco” aprovado pela ANAC.

Apesar disso, considerando que esse tipo de voo sobre o mar e a baixa altura era frequente e rotineiro, pôde-se inferir que houve uma inadequada supervisão gerencial por parte da organização, pois mesmo não havendo obrigatoriedade, um gerenciamento do risco poderia concluir como não aceitável a operação sem o uso de coletes salva-vidas pelos ocupantes de um helicóptero.

Vale ressaltar que os próprios salva-vidas que se encontravam a bordo da aeronave auxiliaram os tripulantes após a evacuação de emergência, evitando que as consequências do acidente fossem ainda piores.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) o piloto e os OEE estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) o piloto estava com a habilitação de aeronave tipo H350 (que incluía o modelo AS-350B3) válida;
- 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) as escriturações das cadernetas de célula e motor estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) quando se encontrava no pairado sobre o mar, a aeronave apresentou perda de potência e de rotação do rotor principal;
- i) o piloto efetuou uma autorrotação e o pouso forçado no mar;
- j) a aeronave não era equipada com flutuadores de emergência;
- k) após o impacto, a tripulação realizou a evacuação de emergência com a aeronave submersa;
- l) a tripulação não utilizava coletes salva-vidas;
- m) após a evacuação, os tripulantes foram auxiliados pelos salva-vidas que estavam a bordo da aeronave;
- n) a análise do motor da aeronave constatou que não foram encontradas quaisquer evidências que pudessem explicar a perda de potência reportada pelo piloto da aeronave;
- o) os dados registrados pela DECU mostraram que o motor da aeronave estava em *IDLE* (NG igual a 68%) no momento do impacto;
- p) nas verificações de funcionamento mecânico do *TWIST GRIP*, os microcontactores apresentaram funcionamento normal;
- q) não foram encontradas quaisquer anomalias nos microcontactores e nas conexões elétricas que pudessem justificar um funcionamento anormal do sistema;
- r) todos os microcontactores apresentavam pontos de corrosão eletrolítica;
- s) um teste funcional do *TWIST GRIP* revelou que a exposição dos microcontactores à água salgada iniciava a eletrólise e a consequente energização do relé 54K;
- t) os pontos de fixação dos parafusos da caixa de microcontactores não possuíam vedação contra água;
- u) em voos anteriores ao acidente, houve o acendimento da luz *TWT GRIP*, sem perda de rotação;
- v) foi reportado um evento anterior ao acidente de perda total de comunicação por rádio, durante uma missão realizada, ocasionada por alta presença de umidade nos contatos elétricos;
- w) não foram encontrados registros acerca de intervenções nas cadernetas de manutenção da aeronave para esses relatos de *panes*;
- x) foi constatado que a resolução das *panes* não era lançada em cadernetas de manutenção e diário de bordo, tampouco compartilhada com os demais tripulantes;
- y) a aeronave teve danos substanciais; e
- z) todos os ocupantes saíram ilesos.

### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Cultura organizacional - contribuiu.**

A informalidade da organização no acompanhamento de panes, de intervenções de manutenção, bem como no tratamento de informação relevante, diante de eventos anteriores semelhantes ao do acidente, impossibilitou a realização de análises de frequência e severidade, dentre outras medidas que poderiam ter evitado a ocorrência.

**- Manutenção da aeronave - indeterminado.**

A ausência de registro acerca das intervenções de manutenção, realizadas na aeronave após os eventos anteriores ao acidente, impossibilitou a realização de medidas de pesquisa e resolução de problemas, comprometendo o mapeamento dos riscos envolvidos e as ações elementares que poderiam ter evitado a ocorrência.

**- Projeto - indeterminado.**

A localização da fenda do fecho de abertura e fechamento da carenagem inferior, alinhada com a caixa de microcontactores do sistema *TWIST GRIP* da aeronave, juntamente com a falta de vedação nos pontos de fixação da caixa de acrílico, permitia a entrada e ação de água salgada em seus microcontactores, durante a operação sobre o mar, a qual pode ter causado fechamento de contato entre os pinos e o invólucro dos microcontactores 53Ka, 53Kb e 65K, enviando, assim, um sinal elétrico de *IDLE* à DECU, a despeito da posição do punho rotativo.

**- Supervisão gerencial - contribuiu.**

A ausência de registro impossibilitou a realização de análises de frequência e severidade, aberturas de processo de Dificuldade em Serviço, dentre outras medidas de pesquisa e resolução de problemas. Isso comprometeu o mapeamento dos riscos envolvidos e impossibilitou as ações elementares que poderiam ter evitado o acidente e evidenciou a participação da supervisão gerencial na ocorrência.

#### **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-503/CENIPA/2021 - 01**

**Emitida em: 22/09/2023**

Atuar junto ao detentor do certificado de tipo do helicóptero, a fim de analisar a pertinência de revisar os procedimentos a serem adotados pela tripulação em situações de acendimento e manutenção da luz de alarme *TWT GRIP* acesa em voo, mesmo após ter posicionado ou verificado que o *TWIST GRIP* está na posição *FLIGHT*.

**A-503/CENIPA/2021 - 02**

**Emitida em: 22/09/2023**

Divulgar ao GOA/CBMERJ os ensinamentos colhidos nesta ocorrência, no intuito de que aquele operador aprimore seu sistema de gerenciamento de risco e se certifique que foram adotadas medidas que assegurem o tratamento adequado e formal quanto ao acompanhamento de panes e intervenções de manutenção.

**A-503/CENIPA/2021 - 03**

**Emitida em: 22/09/2023**

Analisar se os processos de identificação de perigo e de avaliação e controle de risco previstos no MGSO do GOA/CBMERJ estabelecem medidas que assegurem a mitigação do risco nos casos de operações sobre o mar, em aeronaves que não possuem sistemas de flutuação.

## 5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

As seguintes ações corretivas foram adotadas pelo fabricante da aeronave:

- foi realizada a modificação na lógica do circuito do sistema do punho rotativo e nas conexões elétricas dos seus microcontactores, mitigando a possibilidade de eventos de perda de potência inadvertida do motor em virtude do sistema *TWIST GRIP*;
- foi implementada a melhoria no isolamento e na vedação dos terminais dos microcontactores, compreendendo a aplicação de verniz; e
- foi feita a modificação do programa de manutenção relativo aos cheques funcionais do sistema e à verificação periódica da vedação.
- a *Airbus* disponibilizou um novo conjunto de microcontactores 53ka, 53kb e 65k protegidos contra a corrosão proveniente do meio ambiente (MOD 074782). Esses microcontactores serão assunto de um novo ASB mandatário para instalação.

O RBAC 90, vigente desde 12ABR2019, passou a estabelecer a obrigatoriedade de utilização de colete salva-vidas trajados pelos tripulantes de um helicóptero em voo sobre extensão de água onde não seja possível, em função da altura e distância, a realização de pouso em local adequado da costa.

Essa regulamentação definiu, ainda, requisitos complementares para operações aéreas realizadas sobre extensões de água a uma distância superior a 100 NM ou 30 minutos da costa/margem mais próxima, tendo como referência a velocidade normal de cruzeiro da aeronave, destacando, para esses casos, a obrigatoriedade de utilização de aeronave multimotora e equipada com flutuadores ou fuselagem tipo “casco” aprovados pela ANAC.

Em, 22 de setembro de 2023.