

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-036/CENIPA/2017**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PR-MEY</b>
<b>MODELO:</b>	<b>S-76C</b>
<b>DATA:</b>	<b>01MAR2017</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 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 PR-MEY, modelo S-76C, ocorrido em 01MAR2017, classificado como “[ARC] Contato anormal com a pista | Pouso brusco”.

Durante a aproximação do helicóptero para pouso, ocorreu um afundamento excessivo, seguido de um pouso brusco, culminando com o seu tombamento sobre o *helideck*.

A aeronave teve danos substanciais.

O Segundo em Comando (SIC), sete passageiros e uma pessoa na plataforma sofreram lesões leves.

O Piloto em Comando (PIC) e um passageiro 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 fabricação do motor da aeronave.



## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>7</b>
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave. ....	7
1.4. Outros danos.....	8
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	8
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	8
1.5.2. Formação.....	8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	8
1.6. Informações acerca da aeronave.....	9
1.7. Informações meteorológicas.....	9
1.8. Auxílios à navegação.....	10
1.9. Comunicações.....	10
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11. Gravadores de voo.....	10
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.....	13
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	13
1.18. Informações operacionais.....	13
1.19. Informações adicionais.....	19
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	22
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>22</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
3.1. Fatos.....	26
3.2. Fatores contribuintes.....	27
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>28</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>28</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

9PFC	Designativo de localidade - Plataforma P-37
AAFD	Área de Aproximação Final e Decolagem
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AOB	<i>Angle of Bank</i> - Ângulo de Inclinação
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
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DPC	Diretoria de Portos e Costas
FAF	<i>Final Approach Fix</i> - Fixo de Aproximação Final
HFDM	<i>Helicopter Flight Data Monitoring</i> - Monitoramento dos Dados de Voo de Helicóptero
HIGE	<i>Hover In Ground Effect</i> - Pairado Dentro do Efeito Solo
HLL	<i>Helideck Limitation List</i> - Lista de Limitações de Helideck
HMS	<i>Helideck Monitoring System</i> - Sistema de monitoramento de <i>helideck</i>
HOGE	<i>Hover Out Ground Effect</i> - Pairado Fora do Efeito Solo
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de voo por instrumentos
IFRH	Habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero
ILS	<i>Instrument Landing System</i> - Sistema de Pouso por Instrumentos
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - Condições de Voo por Instrumentos
LDP	<i>Landing Decision Point</i> - Ponto de Decisão de Pouso
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - Reporte Meteorológico de Aeródromo
MGO	Manual Geral de Operações
MPFDR	<i>Multi Purpose Flight Data Recorder</i> - Gravador de Dados de Voo Multi-Função
NORMAM	Norma da Autoridade Marítima
P/N	<i>Part Number</i> - Número de Peça
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PIC	<i>Pilot in Command</i> - Piloto em Comando
PLAH	Licença de Piloto de Linha Aérea - Helicóptero
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
RA	Rádio Altimetro
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RDI	Relatório Detalhado de Investigação
RFM	<i>Rotorcraft Flight Manual</i> - Manual de Voo de Helicóptero

S/N	<i>Serial Number</i> - Número de Série
SBFS	Designativo de localidade - Aeródromo Farol de São Tomé, Campos dos Goytacazes, RJ
SBFS	Designativo de localidade - Aeródromo Farol de São Tomé, Campos dos Goytacazes, RJ
SBMM	Designativo de localidade - Plataforma P-20, Macaé, RJ
SGSO	Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional / <i>Safety Management System</i> (SMS)
SIC	<i>Second in Command</i> - Segundo em Comando
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TPX	Categoria de Registro de Transporte Público não Regular
UM	Unidades Marítimas
UMAR	<i>Unidade Marítima Flotel</i> Cidade de Araruama
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> - Condições de Voo Visual



## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> S-76C <b>Matrícula:</b> PR-MEY <b>Fabricante:</b> Sikorsky Aircraft	<b>Operador:</b> Omni Táxi Aéreo S.A.
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 01MAR2017 - 17:08 (UTC) <b>Local:</b> Plataforma P-37 (9PFC) <b>Lat.</b> 22°29'43"S <b>Long.</b> 040°05'50"W <b>Município - UF:</b> Macaé - RJ	<b>Tipo(s):</b> [ARC] Contato anormal com a pista <b>Subtipo(s):</b> Pouso brusco

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Farol de São Tomé (SBFS), Campos dos Goytacazes, RJ, com destino à plataforma P-37 (9PFC), às 16h35min (UTC), a fim de transportar pessoal, com dois tripulantes e oito passageiros a bordo.

Na aproximação para pouso na P-37, ocorreu um afundamento excessivo da aeronave, seguido de um pouso brusco, culminando com o seu tombamento sobre o *helideck*.

A aeronave teve danos substanciais.

O SIC, sete passageiros e uma pessoa na plataforma sofreram lesões leves.

O PIC e um passageiro saíram ilesos.



Figura 1 - Vista aérea da aeronave no local da ocorrência.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	1	7	1
Illesos	1	1	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais no rotor principal, no rotor de cauda, no trem de pouso e danos internos no motor em função da parada brusca dos rotores, além de deformações na fuselagem.

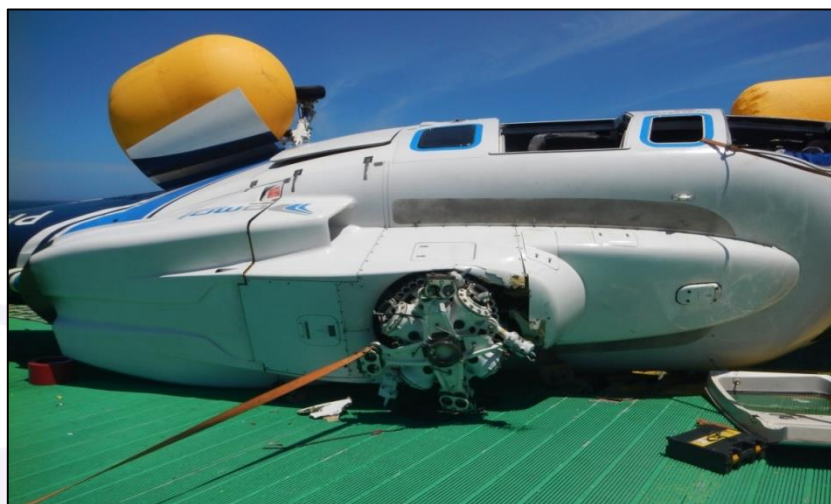


Figura 2 - Vista da aeronave, com destaque para os danos na cabeça do rotor principal.

#### 1.4. Outros danos.

O *helideck* teve alguns danos causados pelo impacto da aeronave, como a rede antiderrapante rasgada e o piso danificado.

#### 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

##### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Discriminação	Horas Voadas	
	PIC	SIC
Totais	7.500:00	3.396:39
Totais, nos últimos 30 dias	16:08	78:59
Totais, nas últimas 24 horas	03:13	03:13
Neste tipo de aeronave	947:48	564:30
Neste tipo, nos últimos 30 dias	16:08	78:59
Neste tipo, nas últimas 24 horas	03:13	03:13

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram fornecidos pelos próprios pilotos.

##### 1.5.2. Formação.

O PIC realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na Master-Escola de Aviação Civil Ltda., São Paulo, SP, em 2000.

O SIC realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na Helisul Escola de Aviação Civil, Curitiba, PR, em 2004.

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

O PIC possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Helicóptero (PLAH) e estava com as habilitações de aeronave tipo SK76 e Habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero (IFRH) válidas.

O SIC possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de aeronave tipo SK76 e Habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero (IFRH) válidas.

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

Os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo.

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

Os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.



## 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, modelo S-76C, versão S-76C++, de número de série 760766, foi fabricada pela *Sikorsky Aircraft*, em 2009, e estava inscrita na Categoria de Registro de Transporte Público Não Regular (TPX).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo “50 horas”, foi realizada em 27FEV2017 pela organização de manutenção do próprio operador, em Farol de São Tomé, Campos dos Goytacazes, RJ, estando com 6 horas e 30 minutos voados após a inspeção.

A última inspeção maior da aeronave, do tipo “1.500 horas”, foi realizada em 25FEV2017 pela organização de manutenção do próprio operador, em Farol de São Tomé, Campos dos Goytacazes, RJ, estando com 11 horas e 40 minutos voados após a inspeção.

## 1.7. Informações meteorológicas.

A Plataforma P-37 possuía uma estação rádio para pouso e decolagem, que estava operando normalmente.

As condições eram favoráveis ao voo visual, com visibilidade acima de 10 km, sem nuvens, vento com direção de 029° e intensidade de 15 kt.

O *Helideck Report*, emitido às 15h11min (UTC), foi recebido com antecedência adequada para o planejamento do voo. Nele constava o vento de 15 kt de intensidade e direção de 029° magnéticos e 004° em relação à proa do navio.

Registrava, também, os seguintes valores de movimento do *helideck*: *pitch* de 0,5°, *roll* de 2,0°, *heave* de 0,9 m, *heave rate* de 0,2 m/s e inclinação de 2,1°.

Não havia um campo específico nos *Helideck Reports* fornecidos pelas Unidades Marítimas (UM) às empresas que executavam os voos para a informação de altura do *helideck*. Algumas UM incluíam essa informação no campo observações do referido boletim. As informações fornecidas pela P-37 não incluíam a altura do *helideck*.

A UM Flotel Cidade de Araruama (UMAR) encontrava-se acoplada à P-37, posicionada no seu través boreste. Essa informação constava no campo observações do *Helideck Report* da P-37: “UM conectada a boreste da unidade”.

O *helideck* da UMAR encontrava-se em uma posição livre de obstáculos e alinhado com o vento predominante.

Os *Helideck Reports* da UMAR das 14h50min (UTC) e das 17h15min (UTC) apresentavam vento de 006°/28 kt e de 360°/24 kt, respectivamente.

Após o acidente, houve diversos relatos de outras aeronaves de que o vento predominante naquela região apresentava rajadas de até 40 kt.

O Informe Meteorológico Aeronáutico Regular (METAR) da Plataforma P-20 (SBMM), das 16h00min (UTC), apresentava vento de 28 kt e não indicava a existência de rajadas. Os *Helideck Reports* de duas UM próximas, P-35 e P-08, indicavam vento com 28 kt e 26 kt, respectivamente.

A confirmação das condições meteorológicas na UM e a liberação do *helideck* para pouso, por ocasião do contato da aeronave com o Rádio Operador da P-37, foi realizada a cinco minutos do pouso. Nesse momento, a tripulação recebeu a informação das seguintes condições de vento: 023° de direção com 16 kt de intensidade.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Todos os auxílios à navegação e ao pouso operavam normalmente no momento da aproximação e pouso da aeronave.

### 1.9. Comunicações.

Todas as comunicações previstas e necessárias à operação foram realizadas normalmente.

### 1.10. Informações acerca do aeródromo.

Segundo o que preconizava o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 01, *helideck* significava um heliponto situado em uma estrutura sobre água, fixa ou flutuante, podendo ser público ou privado. Era também chamado de heliponto *off-shore*.

Seu registro e certificação seguiam as Normas da Autoridade Marítima (NORMAM), sendo que, na época da ocorrência, estava em vigor a NORMAM-27/DPC, 2014, Rev 1 Mod 2, publicada pela Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil.

O *helideck* da plataforma P-37 era privado e administrado pela Petrobras e apresentava condições técnicas para pousos e decolagens de helicópteros no período diurno e para pousos e decolagens, em caráter de emergência, no período noturno. Ele estava localizado na parte traseira (popa) da embarcação e em uma posição inferior (mais baixa) em relação às estruturas verticais da plataforma (Figura 3).



Figura 3 - Vista do *helideck* na parte traseira da plataforma P-37.

A altura do *helideck* da P-37, de acordo com as informações disponíveis no sítio eletrônico da Petrobras na internet, era de 34 metros (ou 113 ft).

A altura do *helideck* da P-37, de acordo com a versão impressa do *Helideck Limitation List* (HLL - Lista de Limitações de *Helideck*), documento disponível às empresas da aviação *offshore* para coordenações de voo, era de 19 metros (ou 63 ft).

A informação de altura do *helideck* pode sofrer variações em decorrência de possíveis variações do carregamento do navio.

### 1.11. Gravadores de voo.

A aeronave estava equipada com um gravador de dados de voo e de voz, *Multi Porpouse Flight Data Recorder* (MPFDR - Gravador de Dados de Voo Multi-Função) 120 *Solid-State*, *Part Number* (P/N) 1603-02-12 e *Serial Number* (S/N) 2321.

Além disso, ela dispunha de um equipamento de monitoramento e aquisição de dados de voo, visando uma melhor manutenção da aeronave, chamado de *Helicopter Flight Data Monitoring* (HFDM - Monitoramento dos Dados de Voo de Helicóptero), fabricado pela *Penny & Giles*, P/N D51615-102 e S/N 008740-004, o qual foi utilizado nesta investigação.

As leituras do HFDM e do MPFDR foram realizadas pelos investigadores na própria sede da Omni Táxi Aéreo S.A.

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

O impacto ocorreu na parte central do *helideck*, não havendo qualquer evidência de impacto anterior. A distribuição dos destroços foi do tipo concentrada.

O pouso aconteceu em atitude de rolagem à esquerda (aproximadamente 5°), causando o toque do trem de pouso esquerdo antes do direito sobre o *helideck*. Em seguida, houve o tombamento do helicóptero à direita e a quebra das pás do rotor principal e do rotor de cauda, além de danos na estrutura da aeronave.

Após o tombamento, o helicóptero se deslocou horizontalmente sobre o *helideck*, com leve giro de cauda à esquerda, até a parada total dentro dos limites do *helideck*.

O trem de pouso, do tipo retrátil, encontrava-se na posição baixado.

Os flutuadores foram acionados.

A aproximação final da aeronave e o pouso foram captados pelas câmeras localizadas no *helideck* da plataforma (Figuras 4 a 7).



Figura 4 - *Frame* da filmagem, destacando a aproximação da aeronave para pouso no *helideck*.



Figura 5 - *Frame* da filmagem, destacando o instante do toque brusco da aeronave no *helideck*.



Figura 6 - *Frame* da filmagem, destacando o tombamento da aeronave após o pouso brusco.



Figura 7 - *Frame* da filmagem, destacando a aeronave tombada e a colisão das pás dos rotores principal e de cauda contra a superfície do *helideck* após o pouso brusco.

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

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

Nada a relatar.

#### **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 a parada dos rotores, a tripulação e os passageiros evacuaram a aeronave, com o auxílio dos funcionários da P-37.



### 1.16. Exames, testes e pesquisas.

Por meio da análise dos dados registrados nos gravadores de voo e no HFDM da aeronave, foi constatado que o motor apresentava parâmetros normais de funcionamento.

Foram realizados testes de verificação de intensidade e direção do vento no *helideck* da P-37 e no local de instalação da biruta na UM, utilizando-se fumígenos sinalizadores, sendo observada discrepância entre as informações observadas.

Os testes demonstraram que, enquanto o vento indicado na biruta apresentava uma direção e intensidade constante, o vento no local de toque no *helideck* apresentou-se com muitas variações de direção e intensidade.

Tais discrepâncias foram provocadas pelo diferente posicionamento da biruta e do *helideck*. Enquanto a biruta ficava posicionada em um ponto elevado da embarcação, recebendo um vento “limpo” (sem interferência de obstáculos), o *helideck* ficava posicionado próximo à diversos obstáculos que provocavam o turbilhonamento do ar presente no local de pouso.

Não foram encontradas quaisquer evidências de falha ou mau funcionamento no sistema de acionamento dos flutuadores de emergência.

### 1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Nada a relatar.

### 1.18. Informações operacionais.

A aeronave decolou de SBFS, às 16h35min (UTC), com destino à P-37, com oito passageiros e dois tripulantes. O tempo de voo previsto era de 33 minutos.

O peso da aeronave na decolagem de SBFS foi calculado em 11.353,2 lb, considerando:

- Peso básico vazio: 7.901,4 lb;
- Peso dos tripulantes: 385,8 lb;
- Peso dos passageiros/bagagem: 1.767 lb; e
- Combustível: 1.299 lb.

O peso da aeronave no momento do pouso na P-37 foi calculado, considerando um consumo estimado de combustível de 420 lb/h. Dessa forma, a aeronave estaria com 880 lb de combustível e um peso total de 10.934,2 lb no momento do pouso.

Considerando o gráfico de *Maximum Takeoff and Landing Gross Weight CAT A* (Peso Máximo de Decolagem e Pouso Categoria A) da página 4-13, figura 4-8, parte 1 do *Rotorcraft Flight Manual* (RFM - Manual de Voo de Helicóptero) do S-76C++, verificou-se que, tanto na decolagem de SBFS quanto na chegada à P-37, a aeronave estava dentro dos limites de operação de pouso e decolagem CAT A (Figura 8).



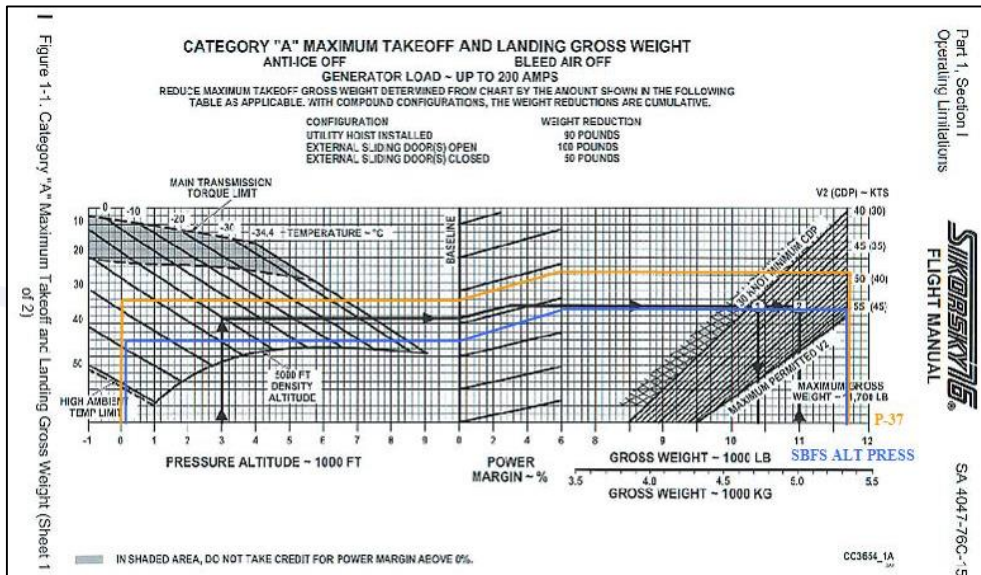


Figura 8 - Gráfico de CAT A *Maximum Takeoff and Landing Gross Weight* da aeronave S-76C++.

De forma similar, utilizando o gráfico de *Hover Out of Ground Effect* (HOGE -Pairado fora do efeito solo) da pág. 4-32, figura 4-21, Part 1 do RFM do S76C++, verificou-se que, tanto na decolagem de SBFS quanto na chegada à P-37, a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento e em condições de realizar o pairado dentro e fora do efeito solo (HOGE) e *Hover In Ground Effect* (HIGE- Pairado Dentro do Efeito Solo), (Figura 9).

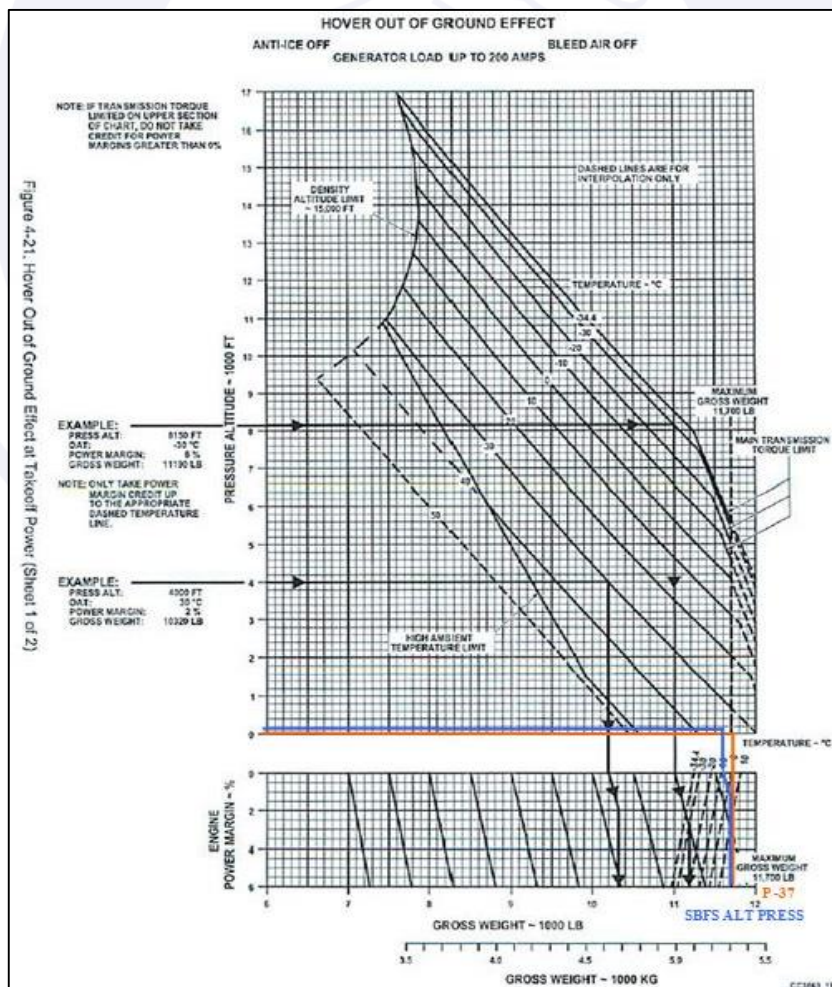


Figura 9 - Gráfico de *Hover Out of Ground Effect* da aeronave S-76C++.

Durante o voo em rota, não foram percebidas, pela tripulação, quaisquer anormalidades nos sistemas da aeronave.

A tripulação fez os contatos normais com os órgãos de controle e com a UM.

Cinco minutos antes da hora prevista para o pouso, a tripulação foi liberada para pouso, e foi informada das condições do *helideck*.

Em seguida, a tripulação cumpriu os procedimentos previstos para identificação da plataforma e para o cheque *Offshore Helideck Pre Landing* e informou à Rádio Marlim e à P-37 o ingresso na aproximação final.

A gravação do áudio do MPFDR registrou que a tripulação cumpriu todos os itens previstos no *checklist* antes do pouso, assim como destacou um *briefing* efetuado pelo PIC, no qual o mesmo alertou o SIC quanto à possibilidade de enfrentarem turbulência na aproximação para o pouso e sobre o *helideck*.

O alerta sobre a possibilidade de enfrentarem turbulência na aproximação dado pelo PIC ao SIC fundamentava-se em sua experiência anterior, pois o mesmo já havia percebido turbulência em outras ocasiões de aproximação e pouso, naquela e outras plataforma com características semelhantes, quais sejam: *helideck* localizado na parte traseira (popa) da embarcação e em uma posição inferior (mais baixa) em relação às estruturas verticais da plataforma.

O PIC realizou uma aproximação paralela ao eixo longitudinal da plataforma, pelo seu lado, uma vez que ele atuava como *pilot flying*.

De acordo com o RFM da aeronave, uma aproximação era considerada estabilizada quando os seguintes critérios eram atingidos:

- aeronave na trajetória de aproximação correta;
- apenas pequenas mudanças de proa (menores que 5°) requeridas para manter a trajetória ideal;
- velocidade da aeronave nos seguintes parâmetros:
  - o velocidade na aproximação final VFR entre 75 e 85 kt; e
  - o velocidade na aproximação final IFR entre 80 e 100 kt.
- aeronave na correta configuração de pouso;
- razão de descida menor do que 1.000 ft/min e no máximo 500 ft/min abaixo de 500 ft de altura;
- seleção de potência apropriada à configuração da aeronave;
- todos os cheques e *briefings* realizados;
- em aproximação ILS, desvio máximo de um "dot" do *glide slope* e/ou *localizer*;
- perda da altura concomitante com a redução da velocidade na aproximação;
- troca de atitudes da aeronave de acordo com o previsto no respectivo RFM evitando movimentos bruscos; e
- na parte final da aproximação, razão de descida igual ou menor que 350 ft/min.

Ainda, segundo o mesmo RFM, eram recomendadas as seguintes alturas mínimas para que uma aeronave estivesse com a aproximação estabilizada:

- quando IFR ou em condições IMC, a 1.000 ft acima do ponto de pouso ou altitude determinada pelo Fixo de Aproximação Final (FAF), o que ocorrer primeiro; e
- quando VFR ou em condições VMC, a 500 ft acima do ponto de pouso.

O mesmo manual estabelecia, ainda, os procedimentos para pouso em *helideck* elevado, conforme a Figura 10 e a descrição subsequente traduzida.

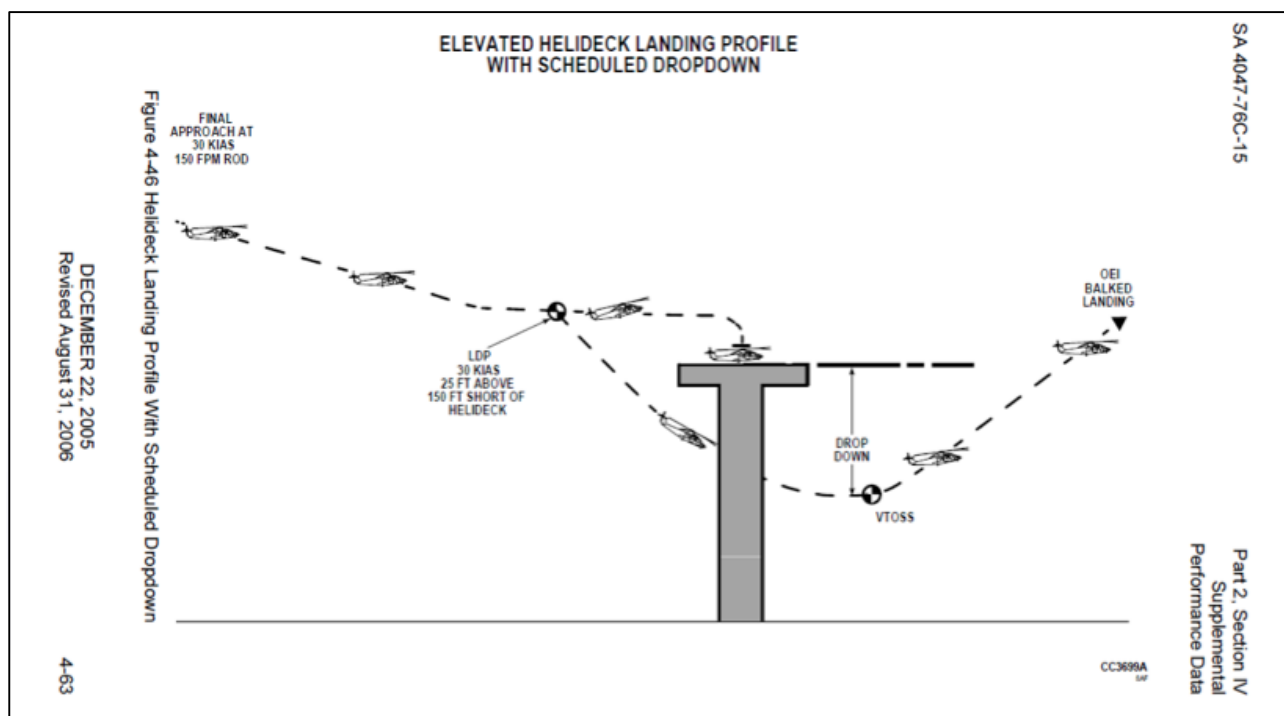


Figura 10 - Ilustração dos procedimentos para pouso em *helideck* elevado.

A aproximação se iniciava com 45 kt de velocidade e 400 ft de altura acima da superfície de aterrissagem. A velocidade indicada da aeronave na aproximação final (45 kt), para componentes de vento até 20 kt, deveria ser acrescida pela metade do valor da componente, enquanto que para componentes de vento acima de 20 kt, deveria ser acrescida de 10 kt, além do ajuste para componentes de vento de até 20 kt.

Ao passar por 100 ft de altura acima do heliponto, o ângulo de aproximação deveria ser reduzido a uma razão de descida não superior a 150 ft/min com 30 kt, acrescida do ajuste para a componente de vento de proa, caso necessário.

A descida prosseguiria até atingir o *Landing Decision Point* (LDP- Posição de Decisão de Pouso): um ponto a 25 ft acima, 25 ft à esquerda ou à direita e 150 ft antes do heliponto, onde a aeronave realizaria o *flare* para reduzir a velocidade. Durante o *flare*, o *pilot flying* deveria manobrar a aeronave sobre o heliponto e concluir a aterrissagem verticalmente ou fazer a transição para pairar, à medida que a velocidade no solo era reduzida a zero.

Os dados dos gravadores mostraram que a trajetória e o perfil de aproximação realizada pela tripulação foram compatíveis com os parâmetros de aproximação estabilizada do RFM e com as condições de vento informadas pelo navio, até o LDP.

De acordo com os dados gravados no HFDM, o *pilot flying* realizou a aproximação para o pouso em rota paralela ao navio, aproximando-se pelo setor de popa em uma altura aproximada de 500 ft. Ao atingir 400 ft de Rádio Altimetro (RA), a aeronave estava com 68 kt de velocidade indicada e razão de descida de 200 ft/min, cruzando, em seguida, 300 ft de RA com 65 kt e razão de descida de 300 ft/min.

Quando a aeronave atingiu 200 ft, estava com 57 kt e razão de descida de 176 ft/min. Logo após, atingiu 163 ft com 45 kt e razão de descida de 100 ft/min. O *pilot flying* interrompeu a descida com 130 ft e 36 kt, permitindo que o LDP fosse atingido a 120 ft e 29 kt.



Durante a aproximação final para o LDP, o *pilot flying* deveria manter uma rampa livre de obstáculos e uma direção que permitiria realizar uma arremetida com segurança, em caso de falhas, incluindo a perda de um motor.

O *pilot flying* manteve a proa constante durante toda a descida até atingir 175 ft. A partir dessa altura, variou a proa para a esquerda cerca de 10° até atingir o LDP.

De acordo com informações do HFDM, no momento do LDP, a aeronave encontrava-se a uma distância menor do local de pouso do que o previsto no perfil do RFM (150 ft) e praticamente na lateral do *helideck*.

Considerando a informação de altura do *helideck* de 34 metros, disponível no endereço eletrônico da Petrobras, calculou-se o LDP de 137 ft (112 ft + 25 ft).

Considerando a informação de altura do *helideck* de 19 metros, conforme o HLL de 63 ft, o LDP foi calculado em 88 ft (63 ft + 25 ft). Durante a Ação Inicial, estimou-se que essa altura era mais compatível com a situação de carregamento do navio.

O LDP anunciado pelo comandante a 120 ft de altura encontrava-se 32 ft mais alto do que o LDP calculado.

De acordo com a experiência adquirida em operações *offshore* e padrões internacionalmente adotados, era recomendada uma aproximação mais alta para situações em que existisse a previsão de encontrar ambiente turbilhonado.

O comandante decidiu realizar uma aproximação lateral, com o intuito de permitir uma melhor visualização do local de pouso durante o deslocamento para o ponto de toque e minimizar o tempo de exposição a uma possível turbulência.

O peso e as condições de temperatura e pressão consideradas na hora do pouso na P-37, permitiam um desempenho suficiente para garantir uma manobra segura, frente às condições de vento e inclinação do *helideck* informadas no boletim meteorológico.

De acordo com os dados do HFDM, pôde-se verificar uma aplicação de comando de cíclico para a direita com inclinação máxima e momentânea de 6°, no período compreendido entre o LDP e o início do deslocamento para o *helideck*.

Os registros do HFDM de outras cinco aproximações de diferentes aeronaves para a P-37, com condições de vento próximas às do dia do acidente com o PR-MEY, indicaram que foram utilizadas uma aplicação média de cíclico (para a direita ou esquerda, dependendo do lado da aproximação), próximo ao momento do início de deslocamento para entrada no *helideck*, com *angle of bank* (AOB - ângulo de inclinação) de, no máximo, 5° (Figura 11).

AERONAVE	VENTO	APROAMENTO DO NAVIO	UM	AOB	COL	TQ	RAZÃO DE DESCIDA MÉDIA (ft/min)	PESO ANV
PR-MEY	029/15	025°	P-37	+6	61	81	370	10.670 LB
VOO 1	028/22	036°	P-37	+4	51	88	408	10.544 LB
VOO 2	030/22	031°	P-37	+3	49	84	347	10.944 LB
VOO 3	031/14	022°	P-37	+5	48	83	206	10.823 LB
VOO 4	169/15	161°	P-37	+4	47	77	468	10.544 LB
VOO 5	065/16	069°	P-37	+4	48	85	240	10.544 LB

Figura 11 - Tabela com dados de aplicação de cíclico em outras cinco aproximações para a P-37.

De acordo com dados do HFDM, próximo ao LDP e na aproximação para o pouso no *helideck*, a proa da aeronave indicava direção Norte, variando entre 010° (aproximação final) e 358° (imediatamente antes do toque no *helideck*), combinada com uma aplicação de pedal (*yaw*) para a esquerda no momento que antecedeu o toque no *helideck*.

A câmera de vídeo da P-37, posicionada lateralmente e inclinada em relação à linha longitudinal do navio e na altura do piso do *helideck*, demonstrava que a aeronave estava inclinada para a esquerda. Dados do HFDM indicaram uma inclinação da aeronave para a esquerda, com aplicação de inclinação gradual até o máximo de 8°.

A imagem do vídeo indicava, ainda, que a proa da aeronave, ao chegar sobre o *helideck*, estava orientada ligeiramente para a esquerda, utilizando-se como referência o nome da UM pintado sobre o *helideck* “PETROBRAS 37”, o qual era perpendicular ao aproamento do navio de 025°, conforme informado no *Helideck Report* (Figura 12).



Figura 12 - *Frame* da filmagem da câmera da P-37, destacando a inclinação da aeronave à esquerda durante a aproximação.

Dados do HFDM registraram que a velocidade indicada no momento do início do *flare* era de 39 kt e, ao final, no início da aproximação lateral, era de 21 kt. Ademais, o gravador registrou, ainda, que o torque era de 45%.

Registros do HFDM das supracitadas aproximações precedentes para a P-37 indicavam a utilização média de torque entre 77 e 88%, próximo ao momento do pouso (entre o LDP e o pouso). O HFDM registrou que o torque aplicado no momento imediatamente anterior ao toque do PR-MEY no *helideck* era de 91%.

Ao se aproximar da estrutura do navio, o PIC afirmou ter sido surpreendido por um aumento abrupto da velocidade lateral e da razão de descida da aeronave e que observou, através da visão periférica, a rápida passagem das janelas existentes no casario do navio. Disse, ainda, que aplicou os comandos de cíclico e coletivo na tentativa de atenuar o incremento de velocidade lateral e da razão de descida, porém não obteve resposta da aeronave.

Por meio da gravação de áudio do MPFDR, foi possível constatar que a tripulação percebeu o afundamento excessivo da aeronave nos últimos momentos da aproximação final. Dados do HFDM indicaram que a aeronave afundou sobre o *helideck* a uma razão de descida de 3.250 ft/min, variando a altura de 89 ft para 9 ft em apenas 2 segundos.

Os registros de HFDM das mesmas aproximações anteriores de diferentes aeronaves S-76C para a P-37 indicaram que ocorreu um aumento da razão de descida próximo ao momento do pouso, com uma média de 1.038f t/min (Figura 13).



PR-MEY 01MAR2017	VOO 1	VOO 2	VOO 3	VOO 4	VOO 5
-3250	-1064	-1024	-928	-1328	-848
MÉDIA: -1038 ft/min					

Figura 13 - Tabela com dados de razão de descida de outras cinco aproximações para a P-37.

A aeronave efetuou o pouso brusco sobre o *helideck*, com o toque do trem de pouso esquerdo antes do direito, seguido de um rolamento dinâmico para a direita. Após o tombamento da aeronave, a mesma deslizou para a direita até sua parada total, permanecendo sobre o *helideck*.

Durante o deslizamento da aeronave sobre o *helideck*, houve o acionamento dos flutuadores de emergência. Nem o PIC, nem o SIC se recordam de terem acionado os flutuadores de emergência durante o deslizamento da aeronave sobre o *helideck*.

O PIC relatou em entrevista que, após o tombamento da aeronave, atuou nos manetes de corte dos motores, acionou o freio rotor e desligou todas as chaves do sistema elétrico. Por outro lado, o SIC não demonstrou se recordar de detalhes nesses poucos segundos.

Após a parada dos rotores e motores, a tripulação e os passageiros evacuaram a aeronave.

### 1.19. Informações adicionais.

#### Ocorrência anterior.

No dia 26AGO2011, a aeronave PR-SEC, operada pela Senior Táxi Aéreo, efetuou um pouso brusco no *helideck* da plataforma P-35, causando danos estruturais à aeronave.

Destaca-se que a P-35 possuía características similares às da P-37 (Figura 14).



Figura 14 - Vista do navio-plataforma P-35, com destaque para o *helideck* na popa da embarcação.

A ocorrência foi classificada como Incidente Grave pelo CENIPA.

No Relatório Final da investigação, consta a informação de que um dos fatores contribuintes para a ocorrência foi a infraestrutura aeroportuária, pois, durante a investigação, inferiu-se que a massa de ar que passava pela estrutura da embarcação chegou turbilhonada sobre o *helideck*, ou provocou o surgimento de rajadas de vento descendentes, dificultando o controle da aeronave na curta final.

Ademais, no Relatório Detalhado de Investigação (RDI) nº 008/2011 de 30JUL2011 da Petrobras, a empresa descreveu como fator causal a “turbulência e corrente

descendente de vento ocasionada pelo fluxo do ar que ascende quando o vento se choca na estrutura avante ao *helideck*, tornando-se descendente e turbilhonado após a passagem da estrutura, interferindo com a rampa de aproximação”.

À época, a Petrobras adotou, como ação mitigadora inicial, a redução temporária da carga paga para o *helideck* da P-35.

#### Envelope de Pouso e Decolagem.

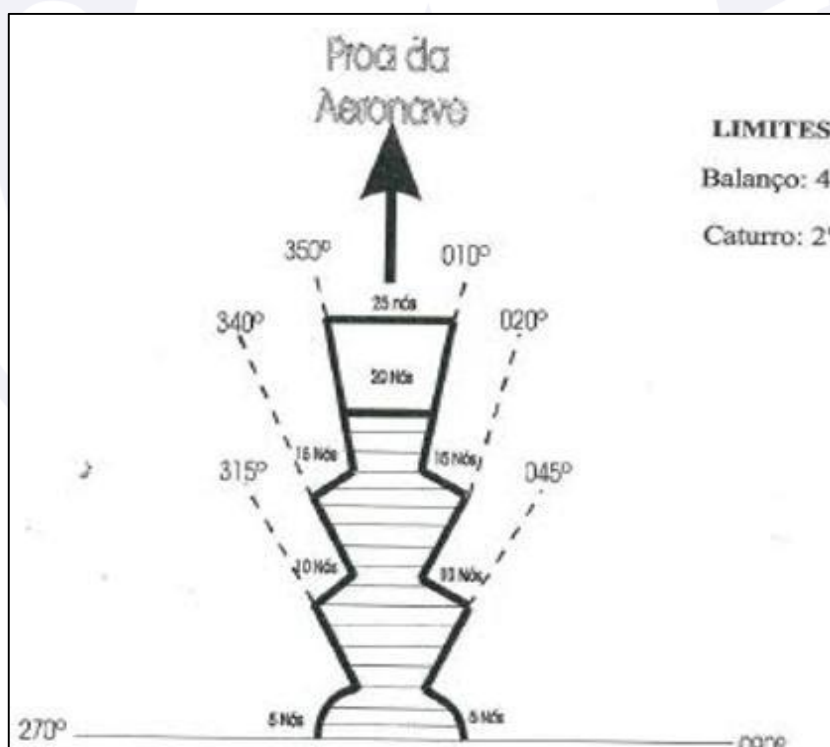
O desenvolvimento de envelopes de pouso e decolagem específicos para as diversas UM, que contenham restrições para que a operação seja realizada em segurança, é uma tarefa complexa. Havia a necessidade de estudos profundos sobre as forças aerodinâmicas que agiam sobre cada tipo diferente de *helideck*, bem como análises sobre o perfil de voo de cada aeronave que operava nessas unidades.

Não havia envelope de pouso e decolagem específico para a P-37, que restringisse a operação, especialmente, quando da incidência de ventos fortes entrando pela proa do navio, situação que poderia causar efeitos de alteração do vento ou turbulência sobre o *helideck*.

O manual da aeronave S-76C não estabelecia limites de vento para pousos e decolagens, apenas limites de vento no voo pairado (*hover*):

*Maximum airspeed for sideward flight or crosswind hover is 35 knots. Maximum airspeed for rearward flight or tailwind hover is 35 knots.*

A Marinha do Brasil, a título de comparação, possuía envelopes específicos de pouso e decolagem para determinadas aeronaves e navios selecionados. No entanto, para que a operação de toda a frota de aeronaves, em todos os *helidecks* disponíveis, fosse feita com segurança, ela possuía também um envelope de voo genérico, que continha limitações de vento (Figura 15).



A aeronave deverá estar alinhada ao eixo de referência para aproximação e decolagem. No período diurno/VMC utilizar todo o envelope. No período noturno ou diurno/IMC, utilizar a parte hachurada.

Figura 15 - Envelope de voo genérico utilizado pela Marinha do Brasil.

O Manual Geral de Operações (MGO) da empresa operadora também estabelecia limites genéricos de vento.

Salvo em emergência ou operação de salvamento de vidas humanas, a critério do Comandante, nenhum piloto da OMNI deverá pousar ou decolar quando a velocidade do vento for superior a 45 Knots para navios ou 55 Knots para plataformas.

#### Treinamento em Simulador de Voo e Simulação de Turbulência.

O PIC realizou treinamento em simulador de voo no mês de janeiro de 2017 e o SIC no mês de junho de 2016.

Nas seções de simuladores não estava previsto o treinamento em ambientes de turbulência nas proximidades das instalações marítimas.

Durante o período da investigação, o Diretor de Operações da operadora determinou a verificação da possibilidade de simulação de turbulência no treinamento dos tripulantes.

Nos ensaios realizados, foram executadas aproximações para uma UM do banco de dados do simulador, com uma estrutura do tipo anteparo próximo ao *helideck*, característica similar ao *helideck* da P-37, mas teoricamente menos crítica em comparação à esta, e vento ajustado em 35 kt vindo por trás dessa estrutura.

Entretanto, não houve efeito prático, pois o *software* do simulador não reconhecia as estruturas como algo real, que pudesse interferir no vento de forma a turbilhoná-lo. Em seguida, o instrutor sugeriu usar turbilhonamento normal enquanto a aeronave estivesse na aproximação, e introduzir um turbilhonamento severo no exato momento em que a aeronave entrasse na região, bem próximo e sobre o *helideck*, onde sofreria com o vento turbilhonado.

Pôde-se concluir, com base nas simulações, que um turbilhonamento severo aumentava a carga de trabalho e o grau de dificuldade da operação, mas não foi possível simular a perda de sustentação causada pelo turbilhonamento do ar sobre o *helideck*.

#### Experiência dos Pilotos na P-37 ou UM semelhantes.

Nos últimos noventa dias antes da ocorrência, o PIC havia realizado um pouso na P-37 e três pousos em UM com características semelhantes (P-33, P-47 e P-53). O SIC havia realizado três pousos na P-37 e seis pousos em UM com características semelhantes (P-31 e P-38).

O PIC da aeronave já tinha enfrentado situação de turbulência próximo do *helideck* na P-37 e em outras UM com características semelhantes.

Havia diversos relatos de pilotos sobre turbulência na aproximação e pouso em algumas UM, entre elas, a P-37.

#### Treinamento e Instrução.

O programa de treinamento e instrução da empresa alertava a respeito dos tipos de ameaças que poderiam causar um desvio da trajetória de voo na operação *offshore*, dentre os quais era identificada a ameaça de “condições ambientais adversas”, englobando a ação da turbulência, como resultado do vento passando pela estrutura do navio, e a interferência da exaustão de gases quentes sobre os *helidecks*.

No entanto, não havia um documento oficial de instrução ou treinamento, com procedimentos a serem executados pela tripulação em caso de turbulência sobre os *helidecks* nas operações *offshore*.

### Equipamento *Helideck Monitoring System (HMS)* do navio.

O *Helideck Report* da P-37, às 15h11min (UTC) do dia da ocorrência, informava as seguintes condições de movimento da UM: 0,5° de *pitch*, 2° de *roll*, 0,9 m de *heave*, 0,2 m/s de *heave rate* e 2,1° de inclinação.

Considerando a classe do *helideck* do navio (classe 1) e a categoria da aeronave (categoria B), os parâmetros se encontravam dentro dos limites (Figura 16).

Helicóptero	Período de Operação	Helideque											
		Classe 1				Classe 2				Classe 3			
		B/C	Inc	VARf (m/s)	Arf (m)	B/C	Inc	VARf (m/s)	Arf (m)	B/C	Inc	VARf (m/s)	Arf (m)
Categoria A	Diurno	+/- 3°	3,5°	1,3	5,0	+/- 2°	2,5°	1,0	3,0	+/- 2°	2,5°	1,0	3,0
	Noturno	+/- 3°	3,5°	1,0	4,0	+/- 2°	2,5°	0,5	1,5	+/- 1°	1,5°	0,5	1,5
Categoria B	Diurno	+/- 4°	4,5°	1,3	5,0	+/- 3°	3,5°	1,0	3,0	+/- 3°	3,5°	1,0	3,0
	Noturno	+/- 4°	4,5°	1,0	4,0	+/- 2°	2,5°	0,5	1,5	+/-1,5°	2,0°	0,5	1,5

B/C	Balço e caturro (roll e pitch)
Inc	Inclinação
VARf	Velocidade de Arfagem - Velocidade média do centro do helideque, quando se desloca entre o máximo e o mínimo da maior oscilação vertical ocorrida nos últimos 20 minutos de intervalo.
Arf	Arfagem - Deslocamento vertical do centro do helideque

Figura 16 - Tabela com os limites de operação de helicóptero em relação aos movimentos da UM.

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo com a finalidade de transportar oito passageiros entre SBFS e a plataforma P-37.

A tripulação estava com o CMA válido, era qualificada e possuía experiência no tipo de voo. O CA da aeronave estava válido e os registros de manutenção foram considerados adequados.

O peso da aeronave no momento da decolagem de SBFS e no momento do pouso na P-37 foi considerado dentro dos limites de peso e balanceamento para a operação.

As condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual, tanto em SBFS quanto na P-37. Segundo as informações contidas no *Helideck Report* recebido pela tripulação, considerando a classe 1 do *helideck* do navio e a categoria B da aeronave, os parâmetros se encontravam dentro dos limites.

Durante o voo em rota, não foram percebidas pela tripulação quaisquer anormalidades nos sistemas da aeronave. A tripulação fez os contatos normais com os órgãos de controle e com a UM, incluindo um último contato, cinco minutos antes da hora prevista para o pouso, quando a tripulação recebeu a liberação para pouso e as condições do *helideck*.

Nesse momento, a tripulação recebeu as informações das seguintes condições de vento: 023° de direção com 16 kt de intensidade. Em seguida, cumpriu os procedimentos e cheques previstos para a identificação da plataforma e informou no ingresso na aproximação final.

O áudio registrado nos gravadores da aeronave destacou um *briefing* efetuado pelo *pilot flying*, no qual ele alertava o outro piloto quanto à possibilidade de enfrentarem turbulência na aproximação para o pouso e sobre o *helideck* da P-37.



O alerta sobre a possibilidade de enfrentarem turbulência na aproximação fundamentava-se por sua experiência anterior, pois ele já havia percebido turbulência em outras ocasiões de aproximação e pouso, naquela e em outras plataforma com características semelhantes, quais sejam: *helideck* localizado na parte traseira (popa) da embarcação e em uma posição inferior (mais baixa) em relação às estruturas verticais da plataforma.

O risco deste tipo de operação em *helidecks* com tais características já era de conhecimento geral, em função dos diversos relatos dos pilotos sobre turbulência na aproximação e pouso em algumas plataformas, bem como devido à ocorrência com a aeronave PR-SEC, no dia 26AGO2011, quando foi efetuado um pouso brusco no *helideck* da plataforma P-35 (com características similares às da P-37), causando danos estruturais à aeronave.

No Relatório Final do CENIPA para aquele evento, classificado como Incidente Grave, constava a participação da infraestrutura aeroportuária como um dos fatores contribuintes para a ocorrência, pois inferiu-se que a massa de ar que passava pela estrutura da embarcação chegou turbilhonada sobre o *helideck* ou provocou o surgimento de rajadas de vento descendentes, dificultando o controle da aeronave na curta final.

Em um Relatório Detalhado de Investigação sobre o caso, a Petrobras destacou a turbulência e as correntes descendentes de vento ocasionadas pelo fluxo do ar que ascende quando o vento se choca na estrutura avante ao *helideck*, tornando-se descendente e turbilhonado após a passagem da estrutura, interferindo com a rampa de aproximação. À época, foi adotada, como ação mitigadora inicial, a redução temporária da carga paga para o *helideck* da P-35.

Entretanto, o desenvolvimento de envelopes de pouso e decolagem específicos para as diversas UM, que contivessem restrições para que a operação fosse realizada em segurança, constituir-se-ia em uma tarefa complexa. Havia a necessidade de estudos profundos sobre as forças aerodinâmicas que agiam sobre cada tipo diferente de *helideck*, bem como análises sobre o perfil de voo de cada aeronave que operava nessas unidades.

É provável que a ação mitigadora adotada pela Petrobras para as operações de pouso e decolagem no *helideck* da P-35 tenham sido precedidas de uma análise aprofundada, porém, muito provavelmente, tais estudos complexos somente ocorreram em função do incidente anterior ocorrido.

Analogamente, não foram adotadas medidas que restringissem a operação com a incidência de ventos fortes entrando pela proa do navio, situação que poderia causar efeitos de alteração do vento ou turbulência sobre o *helideck*.

O manual da aeronave S-76C não estabelecia limites de vento para pousos e decolagens, mas apenas o limite de 35 kt de vento no voo pairado. O MGO da empresa operadora estabelecia limites genéricos de vento para pousos e decolagens, de 45 kt e 55 kt, para navios e plataformas, respectivamente.

A Marinha do Brasil, a título de comparação, possuía envelopes específicos de pouso e decolagem para determinadas aeronaves e navios selecionados. No entanto, para que a operação de toda a frota de aeronaves fosse feita com segurança em todos os *helidecks* disponíveis, ela possuía também um envelope de voo genérico, que continha limitações de vento.

O PIC da aeronave realizou uma aproximação paralela ao eixo longitudinal da plataforma, pelo seu lado, uma vez que atuava como *pilot flying*. Dados dos gravadores mostraram que a trajetória e o perfil da aproximação realizada pela tripulação foram compatíveis com os parâmetros de uma aproximação estabilizada descrita no RFM e com as condições de vento informadas pelo navio.



Durante a aproximação final para o LDP, o piloto manteve uma rampa livre de obstáculos e uma direção que permitiria a realização de uma arremetida com segurança. Por meio da análise dos dados registrados nos gravadores de voo e no HFDM da aeronave, foi constatado que os motores apresentavam parâmetros de funcionamento normais.

O *pilot flying* manteve a proa constante durante toda a descida até atingir 175 ft de RA. A partir dessa altura, variou a proa para a esquerda cerca de 10° até atingir o LDP. No LDP, a aeronave encontrava-se, de acordo com informações do HFDM, a 150 ft.

Tendo em vista que o PIC tinha o propósito de melhor visualizar o local de pouso durante o deslocamento para o ponto de toque e minimizar o tempo de exposição a uma possível turbulência, ele decidiu realizar uma aproximação lateral, paralela ao eixo do navio.

Considerando, ainda, a altura do *helideck* de 63 ft, registrada no HLL, o LDP anunciado pelo PIC a 120 ft de altura encontrava-se 32 ft mais alto do que o LDP previsto de 88 ft (63 ft + 25 ft) no manual da aeronave.

Essa constatação é condizente com o planejado pelo comandante de efetuar uma aproximação mais alta para situações em que existia a previsão de encontrar ambiente turbilhonado, de acordo com a sua experiência e em conformidade com padrões internacionalmente adotados em operações *offshore*.

O peso e as condições de temperatura e pressão, consideradas na hora do pouso na P-37, permitiam um desempenho suficiente para garantir uma manobra segura, frente às condições de vento e inclinação do *helideck*, informadas no *Helideck Report*.

De acordo com os dados do HFDM, verificou-se uma aplicação de comando de cíclico para a direita com inclinação máxima e momentânea de 6°, no período compreendido entre o LDP e início do deslocamento para o *helideck*.

De forma similar, dados do HFDM e imagens da câmera de vídeo do *helideck* da P-37 indicaram que, próximo ao LDP e na aproximação para o pouso, a proa da aeronave indicava direção Norte, combinada com uma aplicação de pedal (*yaw*) para a esquerda e inclinação gradual para a esquerda, até o máximo de 8°, no momento que antecedeu o toque no *helideck*.

O HFDM também registrou que a velocidade indicada no momento do início do *flare* era de 39 kt e, ao final, no início da aproximação lateral, era de 21 kt.

Ademais, o torque aplicado no LDP era de 45%, enquanto no momento imediatamente anterior ao toque do PR-MEY no *helideck* era de 91%.

Os registros do HFDM de outras cinco aproximações de diferentes aeronaves para a P-37, com condições de vento semelhantes às do dia do acidente com o PR-MEY, indicavam que foram utilizadas amplitudes médias de cíclico (para a direita ou esquerda, dependendo do lado da aproximação), próximo ao momento do início de deslocamento para entrada no *helideck*, com ângulo de inclinação de no máximo 5°. Com relação ao comando coletivo, os dados indicavam uma utilização de torque médio entre 77% e 88%, próximo ao momento do pouso (entre o LDP e o pouso).

Portanto, com base nos registros gravados e nas aproximações anteriores, sob condições similares, pode-se concluir que a aplicação de comandos efetuada pelo PIC do PR-MEY foi adequada e considerada normal para a fase do voo.

Ao se aproximar da estrutura do navio, o PIC afirmou ter sido surpreendido por um aumento abrupto da velocidade lateral e da razão de descida da aeronave. Disse, ainda, que atuou nos comandos de cíclico e coletivo na tentativa de atenuar o incremento da velocidade lateral e da razão de descida, porém não obteve resposta da aeronave.

Por meio da gravação de áudio do MPFDR, constatou-se que a tripulação percebeu o afundamento excessivo da aeronave nos últimos momentos da aproximação final. Entretanto, considerando os dados do HFDM em relação à razão de descida de 3.250 ft/min sofrida pela aeronave, inferiu-se que as ações corretivas executadas pela tripulação não tenham sido suficientes para reverter aquela condição.

O programa de treinamento e instrução da empresa contemplava os tipos de ameaças que podiam causar um desvio da trajetória de voo na operação *offshore*, dentre as quais a ameaça de “condições ambientais adversas”, englobando a ação da turbulência, como resultado do vento passando pela estrutura do navio, e a interferência da exaustão de gases quentes sobre os *helidecks*.

No entanto, não havia um documento oficial de instrução ou treinamento específico para situações com presença de turbulência sobre os *helidecks* nas operações *offshore*, nem procedimentos a serem realizados pela tripulação ao se deparar com alguma das ameaças descritas, de forma a permitir uma aproximação e uma possível manobra evasiva a tempo de evitar consequências mais drásticas.

Apesar de ambos os pilotos estarem com os seus respectivos treinamentos em simulador de voo válidos, esse tipo de treinamento não contemplava o risco em questão, pois não estava previsto o treinamento simulado em ambientes de turbulência nas proximidades das instalações marítimas.

Durante o período da investigação, foi verificada a possibilidade de simulação no treinador sintético de aproximação para UM com estrutura do tipo anteparo próximo ao *helideck*, com o intuito de criar uma turbulência conforme a encontrada no acidente. Entretanto, não houve efeito prático.

Em seguida, foi utilizada uma turbulência normal enquanto a aeronave estava na aproximação e um turbilhonamento severo no exato momento em que a aeronave entrava na região onde sofreria com o vento turbilhonado, ou seja, bem próximo e sobre o *helideck*.

Pôde-se concluir, com base nas simulações, que um turbilhonamento severo aumentava a carga de trabalho e o grau de dificuldade da operação, mas não foi possível simular a perda de sustentação causada pelo turbilhonamento do ar sobre o *helideck*, o que pode ter ocorrido com o PR-MEY.

É provável que a aeronave tenha encontrado um vento turbilhonado muito próximo ao *helideck*, em maior intensidade, apesar da informação recebida do Rádio Operador de 16 kt de intensidade.

A UMAR, que estava acoplada à P-37 e se encontrava em uma posição livre de obstáculos e alinhada com o vento predominante, apresentava vento de 28 kt e 24 kt de intensidade, às 14h50min (UTC) e 17h15min (UTC), respectivamente.

Corroborando com essa análise, as informações do METAR de SBMM das 16h00min (UTC), o qual apresentava vento de 28 kt e outras duas UM próximas, P-35 e P-08, as quais indicavam vento de 28 kt e 26 kt, respectivamente.

Assim, concluiu-se que o vento estivesse com intensidade ainda maior, naquele exato momento do acidente, pois havia relatos, de outras aeronaves, de rajadas de 40 kt de intensidade, logo após o acidente.

Diante da possibilidade de contribuição do vento turbilhonado no acidente, foram realizados testes de verificação de intensidade e direção do vento no *helideck* da P-37 e no local de instalação da biruta na UM, logo após o acidente, utilizando-se fumígenos sinalizadores. O resultado dos testes comprovou a existência de considerável discrepância entre as informações observadas. Enquanto o vento indicado na biruta apresentava uma

direção e intensidade constante, o vento, no local de toque no *helideck*, apresentava múltiplas variações de direção e intensidade.

Tais discrepâncias se deviam ao posicionamento da biruta, que ficava em um ponto elevado da embarcação, recebendo um vento “limpo” (sem interferência de obstáculos), enquanto o *helideck* estava situado próximo a diversos obstáculos, que provocavam o turbilhonamento do ar em sua superfície.

Apesar da tentativa de antecipar-se a um cenário de turbilhonamento sobre o *helideck*, ao efetuar um LDP mais alto que o habitual e realizar uma entrada lateral, visando reduzir o tempo de exposição à turbulência, o PIC foi surpreendido por condições ambientais mais intensas do que aquelas esperadas, as quais provocaram a perda de sustentação e o afundamento repentino da aeronave.

Diante da impossibilidade da tripulação em reverter a situação, a aeronave efetuou o pouso brusco em atitude de rolagem à esquerda (aproximadamente 5°), causando o toque do trem de pouso esquerdo antes do direito na parte central do *helideck*, seguido de um rolamento dinâmico para a direita.

Após o tombamento da aeronave, houve a quebra das pás do rotor principal, do rotor de cauda, além de danos na sua estrutura.

Durante o deslizamento sobre o *helideck*, houve o acionamento dos flutuadores de emergência, porém, nem o PIC, nem o SIC se recordam de os terem acionado. É possível que um dos tripulantes tenha acionado os flutuadores de emergência inadvertidamente.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) os pilotos estavam com as habilitações de aeronave tipo SK76 e de Voo por Instrumentos - Helicóptero (IFRH) válidas;
- c) os pilotos estavam qualificados e possuíam 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 motores estavam atualizadas;
- g) a aeronave realizava transporte de passageiros *offshore* de SBFS para a plataforma P-37;
- h) o *Helideck Report* da P-37 informava condições de movimento da UM dentro dos limites de operação;
- i) o *helideck* estava localizado na parte traseira (popa) da embarcação e em uma posição inferior (mais baixa) em relação às estruturas verticais da plataforma;
- j) havia discrepâncias de intensidade e direção do vento entre o *helideck* da P-37 e o local de instalação da biruta;
- k) a tripulação cumpriu todos os itens previstos no *checklist* antes do pouso;
- l) o PIC realizou uma aproximação paralela ao eixo longitudinal da plataforma, pelo seu lado, enquanto atuava como *pilot flying*;
- m) a trajetória e o perfil de aproximação realizadas pela tripulação foram compatíveis com os parâmetros de aproximação estabilizada do RFM e com as condições de vento informadas pelo navio;

- n) o LDP anunciado pelo comandante a 120 ft de altura encontrava-se 32 ft mais alto do que o LDP ideal calculado;
- o) não havia envelope de pouso e decolagem específico para a P-37;
- p) o manual da aeronave S-76C não estabelecia limites de vento para pousos e decolagens, apenas limites de vento no voo pairado;
- q) o MGO da empresa operadora estabelecia limites de vento para operações de decolagem e pouso de 45 kt e 55 kt, para navios e plataformas, respectivamente;
- r) dados do HFDM indicaram que a aeronave afundou sobre o *helideck* a uma razão de descida de 3.250 ft/min, variando a altura de 89 ft para 9 ft em 2 segundos;
- s) o treinamento em ambientes de turbulência nas proximidades das instalações marítimas não estava previsto no programa de treinamento em simulador de voo;
- t) a aeronave efetuou um pouso brusco sobre o *helideck*, com o toque do trem de pouso esquerdo antes do direito, seguido de um rolamento dinâmico para a direita;
- u) após o tombamento, a aeronave deslizou para a direita até sua parada total, permanecendo sobre o *helideck*;
- v) a aeronave teve danos substanciais;
- w) o SIC, sete passageiros e uma pessoa na plataforma sofreram lesões leves; e
- x) o PIC e um passageiro saíram ilesos.

### 3.2. Fatores contribuintes.

#### - Capacitação e treinamento - indeterminado.

Apesar de ambos os pilotos estarem com os seus respectivos treinamentos em simulador de voo válidos, o fato de o *software* do simulador não contemplar a previsão de treinamento em condições semelhantes às encontradas na ocorrência sugere a possibilidade de uma falta de familiarização da tripulação com a situação vivenciada.

#### - Infraestrutura aeroportuária - contribuiu.

As características de construção e posição do *helideck* da P-37, associadas à direção e intensidade do vento reinante no momento da ocorrência, propiciaram a formação de um microambiente com ar turbilhonado com correntes de vento verticais e horizontais acentuadas, o que influenciou no desempenho aerodinâmico da aeronave, surpreendendo o piloto com o aumento da razão de descida e deslocamento lateral sobre o *helideck*.

Além disso, a posição em que a biruta da P-37 se encontrava não permitia que ela indicasse o vento correto sobre o *helideck*.

#### - Instrução - contribuiu.

A inexistência de um documento oficial de instrução ou treinamento, específico para situações com presença de turbulência sobre os *helidecks* em operações *offshore* não permitiu que a tripulação estivesse preparada e treinada para realizar a aproximação ou uma possível manobra evasiva a tempo de evitar o pouso brusco sobre o *helideck*.

#### - Sistemas de apoio - contribuiu.

A inexistência de envelopes de pouso elaborados em função da incidência da direção e intensidade do vento na plataforma, que permitissem reduzir o peso ou impedir o pouso na plataforma, contribuiu para a ocorrência, na medida que não havia limitações que favorecessem o estabelecimento de condições mais seguras de operação.



#### - Supervisão Gerencial - contribuiu.

Houve uma inadequada supervisão das atividades de planejamento operacional, haja vista a ausência de mecanismos eficazes de mitigação do risco, como o estabelecimento de limites de vento e de carga paga para a operação, que pudessem reduzir a probabilidade de se realizar uma aproximação para pouso em um *helideck* sujeito à turbulência devido às características físicas da UM.

#### 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

*Recomendação 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-036/CENIPA/2017 - 01**

**Emitida em: 05/08/2022**

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação às empresas aéreas que realizam operações *offshore*, a fim de que o setor de operações adote medidas para mitigar os riscos nas operações de pouso e decolagem em *helidecks* com características similares aos da P-37.

##### À Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, recomenda-se:

**A-036/CENIPA/2017 - 02**

**Emitida em: 05/08/2022**

Analisar a viabilidade de solicitar à Petrobras a realização de estudo do ambiente eólico sobre o *helideck* da P-37 e demais plataformas com características similares às da P-37, conforme disposto nas observações do item 0202 da NORMAM--27/DPC.

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

Em 31MAR2017, a empresa OMNI Táxi Aéreo publicou, internamente, o Relatório de Investigação de Evento de Segurança Operacional nº ESO 004/2017 com as seguintes recomendações de segurança e ações mitigadoras, as quais foram posteriormente cumpridas:

Ao Gerente de Segurança Operacional

- a) Estabelecer eventos de HFDM para monitorar situações de potência aplicada que permitam sustentação da aeronave após o pouso em UM, a fim de monitorar a estabilidade das aeronaves sobre o *helideck* - (Classe II - Até 60 dias).
- b) Introduzir no processo LOSA no campo "estado indesejável da aeronave" a "instabilidade da aeronave sobre o *helideck*". (Classe II - Até 60 dias).
- c) Incentivar os tripulantes que reportem sempre que encontrem incoerência ou falta de informações nos dados fornecidos no boletim meteorológico das UM, de forma que os processos sejam revistos e as informações estejam atualizadas e disponíveis aos Pilotos. (Classe I - Até 30 dias).
- d) Estabelecer um *Safety Action Group* para estudar as melhores práticas para aproximações em UM em condições ambientais adversas com a finalidade de incorporar na operação da empresa, mitigando os riscos envolvidos nessas operações. (Classe II - Até 60 dias).



Ao Diretor de Operações

- a) Até que sejam apresentadas orientações específicas, recomendar para todas as frotas, que não sejam realizadas aproximações com entrada lateral nas mesmas condições do acidente - *helideck* à ré e em posição inferior à superestrutura e com ventos alinhados de direção, entrando pela proa ou até 15° em relação ao aproamento do navio - utilizando a aproximação a 45° ou conforme orientação do RFM de cada equipamento. (Classe I - Até 30 dias)
- b) Divulgar o presente relatório a todos os tripulantes da empresa de forma a contribuir com a elevação do conhecimento por meio de apresentações e publicação na biblioteca técnica da empresa. (Classe II - Até 60 dias)
- c) Criar uma instrução com estudo e orientações sobre os fatores ambientais adversos encontrados nas proximidades e sobre o *helideck*: - turbulência, turbilhonamento de ar, gases quentes e de produção. Informações sobre design e projetos das construções nas instalações petrolíferas e as melhores práticas no que se refere no posicionamento do *helideck*. (Classe II - Até 60 dias)
- d) Estudar a possibilidade de inclusão no treinamento periódico das frotas da empresa um tópico sobre turbulência e condições ambientais adversas, e a reação ao cenário em cada modelo respectivamente. (Classe II - Até 60 dias).
- e) Garantir que estejam presentes nos treinamentos dos pilotos, apresentações sobre os principais riscos (top 10) mapeados no *Safety Case* da empresa, com a finalidade de prover a melhoria contínua do SGSO. (Classe I - Até 30 dias).
- f) Incluir o *briefing* para o pouso no *check list before landing*. Verificar se este procedimento existe para todas as frotas da empresa. Exemplificar quais os pontos que devem ser abordados nesse briefing (arremetida, potência, tipo de aproximação, tráfego na área, etc.). (Classe II - Até 60 dias).

Em 10DEZ2018, por meio da Portaria nº 394, a Diretoria de Portos e Costas (DPC) da Marinha do Brasil publicou a NORMAM-27/DPC, 2018, Rev 2 Mod 1 com alterações no Capítulo 2 - Projeto de helideque, seção 0202, incluindo, na letra c, a exigência de estudo do ambiente eólico sobre o helideque para os novos projetos de construção, os quais devem levar em consideração o CAP 437 - *Offshore Helicopter Landing Areas - Guidance on Standards - UK Civil Aviation Authority*, conforme texto a seguir:

- a) a localização de um helideque em plataformas marítimas fixas, em navios mercantes e em embarcações empregadas em operações offshore é quase sempre uma solução de compromisso entre as diferentes exigências básicas do projeto, tais como a limitação de espaço e a necessidade de desempenhar diversas funções. A localização do helideque deve ser cuidadosamente escolhida de modo a atender a essas diferentes necessidades;
- b) a AAFD deve estar posicionada, em relação às demais estruturas, de tal forma que exista um setor livre de obstáculos abaixo do nível do helideque, fora do setor de gradiente negativo, que permita uma aeronave aproximar-se e decolar ou arremeter com segurança, mesmo que apresente perda de potência dos motores;
- c) a AAFD deve também ser localizada de forma a minimizar a ocorrência de turbulência sobre o helideque, originada pelo escoamento do vento nas estruturas da instalação; para os novos projetos de construção, iniciados a partir de 2018, as embarcações/plataformas devem possuir um estudo do ambiente eólico sobre o helideque em que os helicópteros deverão operar cujos critérios encontram-se no documento do item 0103, alínea f;
- d) não devem existir, sobre o helideque, gases da combustão de queimadores ou de outros equipamentos que possam despejar gases quentes que alterem os parâmetros ambientais para os quais o voo foi planejado. Aumentos repentinos na temperatura ambiente podem causar diminuição de desempenho do motor e da eficácia do rotor em um estágio crítico da operação do helicóptero. Os projetistas devem, portanto, tomar muito cuidado com a localização e com a elevação das

descargas de gases em relação à AAFD; as embarcações/plataformas devem realizar testes em túnel de vento ou de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) do helideque para determinar os parâmetros eólicos para o pouso e decolagens de aeronaves;

Observação: em projetos anteriores a 2018, a DPC poderá solicitar a realização do estudo acima, quando houver histórico de formação de turbulência no helideque.

Em 10AGO2021, a Divisão de Helideques da Diretoria de Portos e Costas informou, por meio de mensagem eletrônica, que, em 17JUN2021, a unidade P-37 passou por vistoria de renovação da certificação do helideque, sendo que, na ocasião, foi verificada a calibração dos anemômetros (realizada a cada 2 anos) e o posicionamento das birutas de forma a evitar a influência de eventual turbulência gerada pela superestrutura.

Em, 5 de agosto de 2022.

