

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-093/CENIPA/2020

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PR-MJX
MODELO:	AS-350 B2
DATA:	30JUL2020



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 da Investigação SIPAER 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 Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (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 se resguardarem 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.

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-MJX, modelo AS-350 B2, ocorrido em 30JUL2020, classificado como “[CFIT] Voo controlado contra o terreno”.

Durante a aproximação final para pouso no estacionamento de uma faculdade, as pás do rotor principal colidiram contra a fachada de uma edificação.

A aeronave teve danos substanciais.

Todos os ocupantes sofreram lesões leves.

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



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	7
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave.	7
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	9
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	9
1.5.2. Formação.....	9
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	9
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	9
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	9
1.6. Informações acerca da aeronave.....	9
1.7. Informações meteorológicas.....	10
1.8. Auxílios à navegação.....	10
1.9. Comunicações.....	10
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11. Gravadores de voo.....	12
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	12
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	12
1.13.1. Aspectos médicos.....	12
1.13.2. Informações ergonômicas.....	13
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	13
1.14. Informações acerca de fogo.....	13
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	13
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	13
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	13
1.18. Informações operacionais.....	21
1.19. Informações adicionais.....	25
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	37
2. ANÁLISE.....	37
3. CONCLUSÕES.....	40
3.1. Fatos.....	40
3.2. Fatores contribuintes.....	41
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	42
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	43

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADE	Categoria de Registro de Aeronave de Administração Direta Estadual
AFM	<i>Aircraft Flight Manual</i> - manual de voo da aeronave
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BEA	<i>Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile</i>
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CBMSC	Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CRM/TRM	<i>Crew Resource Management</i> - gerenciamento de recursos de equipe - tripulação
CVA	Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade
ESAV	Esquadrão de Aviação
GAVOP	Grupamento de Aviação Operacional
HRM	<i>Hover Reference Markers</i> - ponto de referência no pairado
MCA	Manual do Comando da Aeronáutica
MEL	<i>Minimum Equipment List</i> - lista de equipamentos mínimos
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MGSO	Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional
MOP	Manual de Operações
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> - Organização do Tratado do Atlântico Norte
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PCR	Parada Cardiorrespiratória
PIC	<i>Pilot in Command</i> - piloto em comando
PMD	Peso Máximo de Decolagem
POP	Procedimentos Operacionais Padronizados
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RIDE-DF	Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno
RTO	<i>Research and Technology Organisation</i>
SBBR	Designativo de localidade - Aeródromo Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, DF
SBFZ	Designativo de localidade - Aeródromo Pinto Martins, Fortaleza, CE

SBMK	Designativo de localidade - Aeródromo Mario Ribeiro, Montes Claros, MG
SERIPA	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SGSO	Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional
SIC	<i>Second in Command</i> - segundo em comando
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SOP	<i>Standard Operating Procedures</i> - procedimentos operacionais padronizados
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
SPECI	<i>Aviation Selected Special Weather Report</i> - informe meteorológico aeronáutico especial selecionado
UAP	Unidade Aérea Pública
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual
ZPH	Zona de Pouso de Helicópteros

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: AS-350 B2 Matrícula: PR-MJX Fabricante: HELIBRAS	Operador: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF)
Ocorrência	Data/hora: 30JUL2020 - 14:30 (UTC) Local: Região Administrativa de Vicente Pires Lat. 15°49'11"S Long. 048°01'19"W Município - UF: Brasília-DF	Tipo(s): [CFIT] Voo controlado contra o terreno

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Heliponto do Grupamento de Aviação Operacional (GAVOP) do CBMDF, Brasília, DF, com destino a uma área não cadastrada localizada na Região Administrativa de Vicente Pires, DF, a fim de fazer o atendimento inicial a uma vítima de parada cardiorrespiratória (PCR), com cinco tripulantes a bordo.

Durante a aproximação final para pouso no estacionamento da faculdade, as pás do rotor principal colidiram contra a fachada de uma edificação.



Figura 1 - Vista do PR-MJX no sítio do acidente.

A aeronave teve danos substanciais e os tripulantes sofreram lesões leves.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	5	-	-
Ilesos	-	-	-

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos generalizados em toda a sua estrutura.

1.4. Outros danos.

Houve danos a um veículo estacionado no local, à fachada do prédio da faculdade e a uma vidraça de uma edificação próxima ao local do acidente (Figuras 2, 3 e 4).



Figura 2 - Danos à fachada do prédio.



Figura 3 - Danos ao veículo causados pelo esqui do helicóptero.



Figura 4 - Vidraça quebrada pelos destroços.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas		
Discriminação	PIC	SIC
Totais	883:55	432:25
Totais, nos últimos 30 dias	05:00	04:45
Totais, nas últimas 24 horas	00:15	00:15
Neste tipo de aeronave	508:20	232:15
Neste tipo, nos últimos 30 dias	05:00	04:45
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:15	00:15

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram fornecidos pela Seção de Operações do Grupamento de Aviação Operacional.

1.5.2. Formação.

Os pilotos realizaram o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH), na EDRA Aeronáutica, SP, em 2007 e 2013, respectivamente.

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

O Piloto em Comando (PIC) possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válida.

O piloto Segundo em Comando (SIC) possuía a licença de PPH e estava com a habilitação de HMNT válida.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Ambos 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 AS-350 B2, de *Serial Number* (SN) 4254, foi fabricada pela HELIBRAS, em 2007, e estava inscrita na Categoria de Registro Administração Direta Estadual (ADE).

O Peso Máximo de Decolagem (PMD) do helicóptero estabelecido era de 2.250 kg.

O Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) estava válido.

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

A última inspeção, do tipo "100 horas", foi realizada, em 08JUN2020, pela Organização de Manutenção (OM) Helistar Manutenção de Aeronaves Ltda., COM 1202-61/ANAC, estando com 62 horas e 50 minutos voados após a inspeção.

Não foram encontradas evidências de falhas, mau funcionamento da aeronave ou de seus componentes que pudessem ter contribuído para a ocorrência.

De acordo com o Manual de Voo do AS350, Seção 7.1, página 1, a aeronave possuía as seguintes dimensões mostradas na Figura 5.

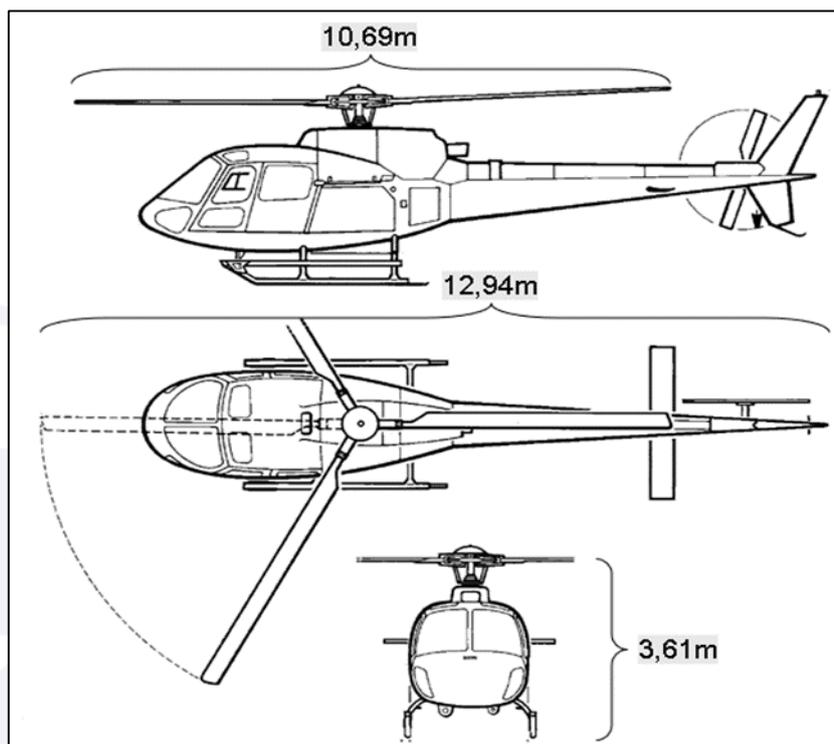


Figura 5 - Dimensões básicas do AS-350 B2.

1.7. Informações meteorológicas.

As condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual.

O *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) e o *Aviation Selected Special Weather Report* (SPECI - informe meteorológico aeronáutico especial selecionado) do Aeródromo Presidente Juscelino Kubitschek (SBBR), distante 6,5 NM do local do acidente traziam as seguintes informações:

METAR SBBR 301400Z 10013KT CAVOK 26/07 Q1024=

SPECI SBBR 301420Z 08011G21KT CAVOK 27/06 Q1024=

De acordo com relatos dos pilotos e da equipe de solo, o vento predominante no local de pouso era de través esquerdo, com pouca intensidade.

O período de estiagem no DF havia iniciado no dia 19MAIO2020. Desse modo, não chovia no local do acidente há pelo menos 73 dias.

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.

O estacionamento utilizado para pouso possuía formato retangular com dimensões aproximadas de 28,5 x 74,3 m.

Verificou-se, ainda, que havia uma pequena arquibancada na lateral direita do estacionamento, que reduzia a dimensão lateral da área para 25,6 m.

A superfície da área de pouso era de concreto. Entretanto, havia muita poeira acumulada e detritos - constituídos por pequenos pedaços de concreto, areia e brita - em

razão do prolongado período de estiagem no DF e da degradação do piso do estacionamento (Figura 6).



Figura 6 - Estado da superfície da área de pouso.

Os limites da área selecionada para o pouso eram delimitados pelos obstáculos assinalados na Figura 7.



Figura 7 - Obstáculos localizados na área de pouso.
Fonte: adaptado Google Maps.

A Figura 8 mostra, com destaque, a grade, a pequena arquibancada e o restaurante localizados nos limites da área de pouso.



Figura 8 - Detalhe dos obstáculos situados na área de pouso.

As edificações localizadas no entorno da área de pouso eventual dificultavam a dispersão da poeira levantada pelo *downwash* do rotor principal do helicóptero.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

O impacto ocorreu na aproximação para pouso no estacionamento da faculdade, quando as pás do rotor principal da aeronave colidiram contra a fachada do prédio localizado à esquerda da área de pouso (Figuras 9 e 10).



Figura 9 - Sequência da colisão do PR-MJX contra o prédio da faculdade.

Houve grande concentração de destroços próximo ao prédio onde houve a colisão (Figura 10).



Figura 10 - Local da concentração dos destroços do PR-MJX.

Durante a Ação Inicial, verificou-se que o prédio tinha altura de, aproximadamente, 9,35 m, tendo a colisão ocorrido em seu limite superior.

Não houve o desprendimento de partes da aeronave antes do impacto contra o prédio.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

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

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos psicológicos.

Não houve evidência de que ponderações de ordem psicológica tenham afetado o desempenho dos tripulantes.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

Nada a relatar.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Nada a relatar.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Em 11ABR2019, a ANAC publicou a Resolução nº 512 - Emenda nº 00, aprovando o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 90, intitulado "Requisitos para operações especiais de aviação pública".

Segundo o Art. 2º da Resolução, deveriam ser aplicadas as seguintes disposições transitórias ao RBAC nº 90, Emenda nº 00:

[...]

V - as etapas do plano de implantação do MOP deverão se efetivar nos seguintes prazos:

- a) até 12 de abril de 2020, para elaboração dos MOP;
- b) até 12 de julho de 2020, para aprovação dos MOP pelo gestor da UAP;
- c) até 12 de outubro de 2020, para a divulgação do conteúdo dos MOP aos envolvidos nas operações aéreas da UAP; e
- d) até 12 de abril de 2021, para a implantação de todos os procedimentos e políticas definidos nos MOP pela UAP;

VI - as etapas do plano de implantação dos SOP deverão se efetivar nos seguintes prazos:

- a) até 12 de abril de 2020, para elaboração dos SOP;
- b) até 12 de julho de 2020, para aprovação dos SOP pelo gestor da UAP;
- c) até 12 de outubro de 2020, para a divulgação do conteúdo dos SOP aos envolvidos nas operações aéreas da UAP; e
- d) até 12 de abril de 2021, para a implantação de todos os procedimentos e políticas definidos nos SOP pela UAP;

VII - os órgãos e entes públicos devem cumprir as disposições da Subparte K do RBAC nº 90 a partir de 12 de abril de 2020;

VIII - os órgãos e entes públicos terão até o dia 12 de julho de 2020 para cumprir com as disposições da Subparte M do RBAC nº 90, sendo permitido o uso de programas de treinamento aprovados segundo a Subparte K do RBHA 91 durante a vigência dessa disposição transitória;

[...]

Dessa forma, o RBAC era composto, entre outras, pelas seguintes Subpartes:

[...]

SUBPARTE H - SISTEMA DE MANUAIS DA UAP

90.101 Requisitos gerais

SUBPARTE I - MANUAL DE OPERAÇÕES (MOP)

90.111 Requisitos gerais

SUBPARTE J - PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRONIZADOS

90.121 Requisitos gerais

SUBPARTE K - SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL

90.131 Requisitos gerais

90.133 Estrutura

90.135 Componente 1 - política e objetivos de segurança operacional

90.137 Componente 2 - gerenciamento de riscos à segurança operacional

90.139 Componente 3 - garantia da segurança operacional

90.141 Componente 4 - promoção da segurança operacional.

[...]

Com relação à seção 90.101 Requisitos gerais da Subparte H, o sistema de manuais da Unidade Aérea Pública (UAP) deveria ser composto pelas seguintes publicações:

- (1) MOP, segundo a subparte I deste Regulamento;
- (2) programa de treinamento;
- (3) SOP, segundo a subparte J deste Regulamento;
- (4) MGSO, segundo a subparte K deste Regulamento;
- (5) MEL, se aplicável, nos termos da seção 90.87 deste Regulamento; e
- (6) outros manuais e publicações a critério da UAP.

Por sua vez, a seção 90.111 Requisitos gerais da Subparte I, o Manual de Operações (MOP) deveria:

- (1) ser um mecanismo de padronização para o alcance do desempenho da segurança operacional da UAP;
 - (2) ser aprovado pelo gestor da UAP;
 - (3) prover instruções detalhadas das atividades da UAP, com orientações relativas à segurança operacional;
 - (4) ser aplicado com consistência e uniformidade dentro da UAP;
 - (5) incentivar o reporte de discrepâncias, melhorias, atualizações, melhores práticas para a implantação e revisão desta publicação;
 - (6) ser integrado ao SGSO do órgão ou ente público; e
 - (7) ser utilizado durante os treinamentos.
- (b) Ações ou operações previstas em outras publicações da UAP poderão integrar um MOP.
- (c) O conteúdo do MOP deverá observar as especificidades operacionais, atribuições do órgão ou ente público, o tipo de pessoal envolvido e a característica da frota da UAP.
- (d) O MOP deverá ser revisado pela UAP sempre que necessário, mesmo após sua implantação, para preservação do desempenho da segurança operacional da referida UAP.

Por seu turno, a seção 90.121 Requisitos gerais da Subparte J, Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) estabelecia que estes deveriam:

[...]

- (1) ser um mecanismo de padronização para o alcance do desempenho da segurança operacional da UAP;
- (2) ser aprovados pelo gestor da UAP;
- (3) ser elaborados por modelo de aeronave quando houver diferenças significativas na operação dos diversos modelos da frota da UAP, independentemente da habilitação requerida para sua pilotagem. No entanto, para manter uma filosofia operacional única, as diferenças entre os SOP para cada modelo de aeronave devem se limitar às diferenças e às especificidades de cada modelo, facilitando a transição dos tripulantes (ou de outras pessoas com função a bordo) entre os referidos modelos;
- (4) ser uma publicação formal, clara e abrangente, que verse sobre atividades rotineiras da UAP e que tenha como objetivo o estabelecimento de um padrão adequado para a realização da tarefa, de forma segura, organizada, coerente e sustentável;
- (5) ser mantidos a bordo da aeronave, para consulta dos tripulantes e das outras pessoas com função a bordo;
- (6) basear-se em conceitos centrais de CRM que visam uma coordenação de cabine eficaz, associada ao desempenho da tripulação e das outras pessoas com função a bordo para as atividades relativas a cada função;
- (7) orientar os membros da tripulação e as outras pessoas com função a bordo quanto às operações, em todas as fases de voo, de maneira segura, eficiente, lógica e previsível;
- (8) abarcar os procedimentos normais, anormais e de emergência;
- (9) compor o programa de treinamento da UAP;
- (10) prover instruções detalhadas da atividade a ser realizada, além de apresentar orientações de segurança operacional;
- (11) estabelecer procedimentos práticos e apropriados para cada situação/operação;
- (12) fornecer um modelo mental consistente e padronizado de cada tarefa que será realizada, por tripulante e pessoa com função a bordo, durante cada fase do voo e durante qualquer situação de emergência razoavelmente previsível;
- (13) descrever parâmetros para a realização das atividades com definição das atribuições para cada tripulante e pessoa com função a bordo e para cada função (piloto voando, piloto monitorando, piloto em comando, piloto segundo em comando), em cada fase do voo, com critérios para a escolha entre os diferentes procedimentos possíveis, caso existam;
- (14) refletir a operação padrão da UAP, bem como seu dia a dia, não devendo seu uso ser relegado apenas a treinamento, avaliações, exames de proficiência e/ou de observação;
- (15) ser aplicados com consistência e uniformidade dentro da UAP;
- (16) conter descrições detalhadas e/ou cartazes pictóricos das manobras aplicáveis;
- (17) ser redigidos de forma concisa, passo a passo, de fácil leitura e entendimento. Suas informações deverão evitar a ambiguidade. A voz ativa e os verbos no infinitivo deverão ser utilizados. A informação deverá ser clara e explícita, de forma que não exista qualquer dúvida quando aplicada;
- (18) apresentar procedimentos preferencialmente sequenciais, com uma nova ação iniciando-se apenas após o término da ação que a precede;
- (19) ser redigidos no idioma português. Caso o órgão apresente os SOP, ou partes deles, em língua inglesa, a UAP deverá garantir que o pessoal envolvido com a referida publicação possua proficiência no referido idioma;
- (20) estabelecer uma rotina para que estes procedimentos estejam sempre atualizados de acordo com o AFM, checklists, boletins, relatórios e diretrizes emitidas pelo fabricante ou autoridades de aviação;

- (21) ser constantemente avaliados e revistos pelos tripulantes da UAP, assim como pelas pessoas com função a bordo;
- (22) incentivar seus tripulantes e pessoas com função a bordo a reportarem discrepâncias, melhorias, atualizações, melhores práticas para a implantação e revisão desta publicação;
- (23) ser integrados ao SGSO do órgão ou ente público. Idealmente as revisões dos SOP deverão ser discutidas em reuniões da CSO, a fim de verificar seu impacto na segurança das operações. Ademais, as revisões dos SOP poderão ser propostas como forma de mitigar riscos detectados pelo órgão ou ente público;
- (24) estar disponíveis na cabine de comando da aeronave ou local de trabalho do profissional envolvido na operação;
- (25) ser elaborados com a participação dos profissionais da UAP, conforme aplicável;
- (26) fornecer, aos tripulantes e pessoas com função a bordo, linhas gerais para a condução dos briefings, bem como o conteúdo a ser abordado; e
- (27) observar outros aspectos julgados relevantes pela UAP.

Nesse cenário, encaixavam-se as missões realizadas pelo GAVOP do CBMDF.

O GAVOP era uma UAP responsável pela execução das atividades aéreas relacionadas às diversas missões desempenhadas pelo CBMDF e possuía as seguintes competências:

- I - executar as atividades especializadas de aviação operacional;
- II - promover a capacitação continuada do pessoal lotado nos esquadrões;
- III - levantar a demanda dos materiais e equipamentos junto às Unidades subordinadas, remetendo-a, mensalmente, ao escalão superior;
- IV - distribuir os materiais e equipamentos utilizados para as atividades de aviação operacional para os esquadrões;
- V - zelar pelo cumprimento da legislação aeronáutica;
- VI - assessorar os escalões superiores quanto ao cumprimento das recomendações de segurança emitidas para a Corporação pelos órgãos competentes, em decorrência de investigação de acidente ou incidente aeronáutico e da realização de vistorias de segurança de voo;
- VII - realizar, em conformidade com a legislação específica, os serviços de manutenção das aeronaves, por meios próprios ou por intermédio de terceiros;
- VIII - prestar o apoio necessário aos órgãos de prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos, quando solicitado.

No entanto, o atendimento pré-hospitalar, principal ocorrência atendida pelas aeronaves do CBMDF, tinha como referência o Sistema de Urgência e Emergências publicado na Portaria nº 2048, de 05NOV2002, do Ministério da Saúde.

Nesse documento, o atendimento pré-hospitalar móvel primário era definido como o pedido de socorro oriundo de um cidadão, enquanto o atendimento pré-hospitalar móvel secundário referia-se à solicitação proveniente de um serviço de saúde, no qual era necessária a condução do paciente para outra unidade de maior complexidade para a continuidade do tratamento.

O GAVOP do CBMDF empregava aeronaves e tripulações de acordo com o tipo de missão, sendo composto por dois Esquadrões de Aviação (ESAV): um de asas rotativas e outro de asa fixa. Ambos possuíam normas, divulgadas nos boletins gerais da corporação, que regulavam seu funcionamento.

O GAVOP possuía dois documentos publicados para o acionamento de aeronaves de asas rotativas:

- Portaria n.º 60 de 14NOV2002, Boletim Geral n.º 216, de 18NOV2002 - Critérios para acionamento de aeronave de asa rotativa; e
- Boletim Geral n.º 082 de 02MAIO2012, LII - Critérios para acionamento imediato das aeronaves de asa rotativa do CBMDF.

O acionamento imediato das aeronaves do GAVOP levava em consideração dois fatores principais:

- Fator Tempo

a. Acidentes com mais de 30 km de distância dos hospitais de referência em trauma, especialmente nas principais rodovias de acesso ao DF (BR 010, 020, 040, 060, 070, 080 e 251); e

b. Acidentes em que o tempo de deslocamento do local da ocorrência ao hospital de referência, em função das condições de tráfego, fosse superior a 15 minutos.

- Fator Situacional

a. Possível existência de vítimas em número superior a quatro;

b. Afogamentos; e

c. Incêndios florestais nas unidades de conservação prioritárias listadas abaixo:

- Estação Ecológica de Águas Emendadas;
- Reserva Ecológica do IBGE;
- Parque Nacional de Brasília;
- Jardim Botânico de Brasília;
- Residência Oficial da Granja do Torto;
- Fazenda Água Limpa - FAL/UnB;
- Floresta Nacional;
- Proximidades do Aeroporto Internacional de Brasília; e
- Chapada Imperial.

A coordenação das aeronaves empenhadas nos sinistros e desastres era realizada pelos próprios integrantes do CBMDF, conforme preconizava os princípios do Sistema de Comando de Incidentes.

O tempo de deslocamento dependia do local e poderia ocorrer em qualquer ponto da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE). A RIDE abrangia uma grande quantidade de municípios do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais. Esses municípios integravam uma área de planejamento e geração de políticas públicas comuns a eles, a fim de propiciar o desenvolvimento da sua população.

De acordo com o Plano de Emprego Operacional do CBMDF, as fases do socorro eram estabelecidas conforme as seguintes ações majoritárias:

- a. Aviso/Acionamento;
- b. Partida;
- c. Deslocamento;
- d. Reconhecimento;
- e. Planejamento;
- f. Estabelecimento;
- g. Operação (Ações de Socorro);

- h. Controle;
- i. Inspeção Final/Rescaldo; e
- j. Desmobilização/Retorno.

Entre as fases apresentadas acima, o Manual do GAVOP estabelecia os seguintes procedimentos para a fase de socorro aéreo com aeronaves de asas rotativas:

[...]

e. **Reconhecimento e pouso:** a tripulação visualiza a ocorrência como um todo e define o melhor procedimento a ser realizado para prestar o apoio aéreo sem comprometer a segurança de voo e das equipes. Ocorre a análise do local, aproximação e pouso. O copiloto coordena com as equipes de solo o apoio para isolamento do local de pouso.

[...]

O Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) do GAVOP estabelecia, no item 4 - "Programas Específicos de Prevenção", as seguintes ferramentas de prevenção, dentre outras:

a. **Gerenciamento do Risco Operacional:** é o processo de identificação dos perigos, suas consequências, avaliação de suas implicações (riscos), decidindo por um curso de ação e a avaliação dos resultados. Possui a finalidade de orientar a alocação equilibrada dos recursos humanos e materiais de uma organização, visando ao controle e à mitigação do risco.

b. **Gerenciamento de Recursos de Tripulação/Equipe (CRM/TRM - Crew Resource Management / Team Resource Management):** ferramenta de treinamento que, por meio de atividades teóricas e práticas, propõe-se a trabalhar com as atitudes e, conseqüentemente, os comportamentos dos aeroviários, visando à segurança da operação aérea.

[...]

d. **Prevenção de CFIT (Collision Flight Into Terrain - Voo Controlado contra o Terreno):** ocorrência na qual uma aeronave, em condições de voo totalmente controlado, colide com o terreno, água ou obstáculo, sem que a tripulação tenha percepção do fato. A característica mais marcante do CFIT reside no fato de que o período de voo que antecede à colisão se desenvolve de modo totalmente controlado.

O Manual trazia ainda, no Capítulo IV - Regras Gerais de Tráfego Aéreo, as seguintes definições e procedimentos relacionados à Zona de Pouso de Helicópteros (ZPH).

Zona de pouso de helicópteros é qualquer área, homologada ou não, destinada às operações de pouso e decolagem de aeronaves de asas rotativas. Locais de pousos eventuais não homologados são amparados pela RBAC 90, que dispensa o CBMDF das exigências estabelecidas para pousos e decolagens registrados e aprovados para o tipo de aeronave envolvida e para a operação proposta pela regulamentação.

Portarias ou outras regulamentações não definem as medidas para áreas de pouso ocasional ou de emergência. Por isso, cabe à tripulação definir a área de acordo com conhecimento do grupamento e as limitações da ocorrência.

A definição do local para pouso e o estabelecimento de uma ZPH depende, principalmente, dos seguintes aspectos relacionados à segurança:

- Dimensões da área de toque (17 metros X 17 metros);
- A área estar completamente livre;
- Topografia do terreno (reto e nivelado);
- Características do solo e/ou vegetação da área de toque (solo compatível com o peso da aeronave, vegetação rasteira);
- Proximidade de áreas vulneráveis (barracos, entulhos, alagados, areia);

- Facilidade de isolamento (recursos necessários para garantir a segurança e isolamento da área).

Em regra geral, só será estabelecida uma ZPH quando for assegurada:

- A viabilidade técnica para o pouso e a posterior decolagem; e
- A segurança da tripulação, da aeronave, do pessoal envolvido na ocorrência e do público geral que se encontra nas proximidades do evento.

Para a utilização de uma ZPH em área urbana, o manual orientava que fossem observados os pontos descritos abaixo:

ZPH EM ÁREA URBANA

Para a confecção de uma ZPH em área urbana, deverão ser considerados os pontos descritos abaixo:

- Observar todas as orientações em relação à segurança do local preconizadas pelo CBMDF;
- Evitar estabelecer a ZPH muito próximo ao local do evento principal. Isso eleva o risco de acidentes e prejudica o trabalho das equipes. Estabelecer a ZPH a uma distância de cerca de 50 metros do evento, conforme figura abaixo;

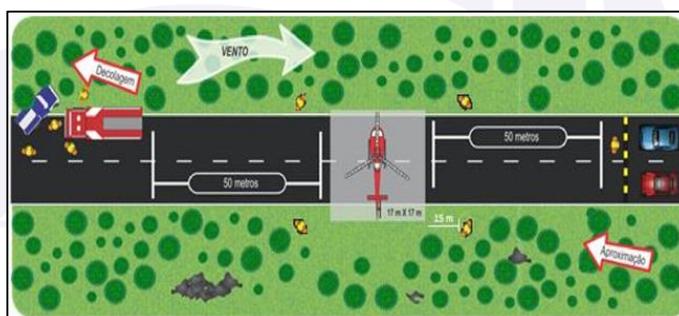


Figura 11 - Estabelecimento de ZPH em rodovia.

- Nos acidentes rodoviários, priorizar o pouso no centro da estrada. O fluxo de veículos deverá ser bloqueado nos dois sentidos a uma distância compatível com a velocidade da via (mínimo de 50m);
- Pousar nos canteiros centrais ou laterais das rodovias desde que observados todos os itens para o estabelecimento;

Em locais de terreno arenoso ou barrento e existindo a disponibilidade de viatura com água, preparar a área de pouso molhando o ponto de toque a fim de evitar que a poeira prejudique o pouso da aeronave, comprometendo assim a segurança da operação (grifo nosso);

- Evitar áreas para pouso nas proximidades de curvas. Considerar sempre o risco de colisões de automóveis com a aeronave;
- Sempre que possível, as rampas de aproximação e de decolagem deverão estar livres de obstáculos significativos;
- Manter um militar no rádio, de modo a garantir efetiva troca de informações entre o socorro em terra e a tripulação da aeronave;
- Se for o caso e com antecedência, informar a tripulação da aeronave sobre a presença de outras aeronaves e aves, em especial urubus, nas proximidades do local da operação;
- Distribuir os homens em torno da área de toque, que é a parte da área de pouso e decolagem, com dimensões definidas, na qual é recomendado o toque do helicóptero ao pousar;
- Observar a existência de fiação cruzando a rodovia nas proximidades da área de toque. Caso haja, alertar a tripulação da aeronave via rádio;

- Manter todas as pessoas, inclusive as diretamente envolvidas na ocorrência, afastadas da área de toque no momento do pouso. A distância mínima é de 15 metros além da ZPH;
- Redobrar a atenção na presença de crianças e animais nas proximidades da ocorrência;
- Um militar poderá balizar o pouso na ZPH. Esse procedimento facilita a definição da rampa de aproximação além de demonstrar que no local encontram-se componentes capacitados a oferecer a segurança necessária;
- Caso esteja no período noturno, manter as viaturas com os sinais luminosos ligados e faróis sempre acesos. Observe, porém, que os faróis podem ofuscar a visão dos pilotos e tripulantes operacionais.

Para a utilização de uma ZPH em área não urbana, o manual orientava que fossem observados os pontos descritos abaixo:

ZPH EM ÁREA NÃO URBANA

- Nos eventos em áreas não urbanas, onde há a necessidade da confecção de uma ZPH, as observações quanto às dimensões são as mesmas (17m X 17m);
- Livrar completamente a área de toque. Não deverá haver qualquer tipo de obstáculo que possa oferecer risco à barca, trem de pouso, rotor de cauda, farol de busca e gancho da aeronave;

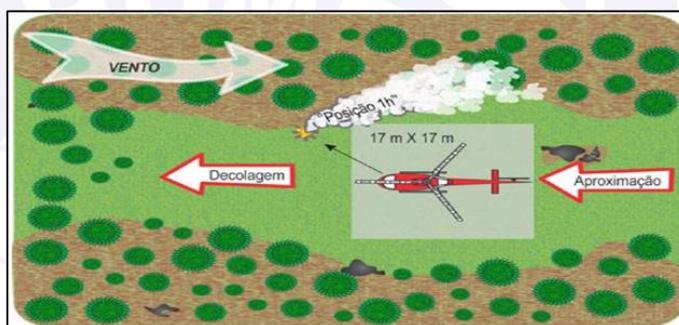


Figura 12 - Estabelecimento de ZPH em área rural.

Os galhos e troncos da vegetação cortada devem ser lançados em áreas estipuladas e fora da ZPH cerca de 5 metros;

- Sempre que possível, as rampas de aproximação e de decolagem devem estar livres de obstáculos significativos. Podar as árvores mais altas localizadas nas rampas é uma solução;
- Utilizar fogo para produção de fumaça e, com isso, indicar a localização da ZPH e a direção e intensidade do vento. A fogueira deve ser confeccionada cerca de 15 metros fora da área da ZPH e nela deve haver um aceiro;
- A fogueira não é imprescindível para a operação e, quando confeccionada, deve estar posicionada na parte superior direita da ZPH, devendo-se observar a vegetação em clima seco para não ocasionar incêndio florestal;
- Um militar poderá balizar o pouso na ZPH. Esse procedimento facilita a definição da rampa de aproximação além de demonstrar que no local encontram-se componentes capacitados a oferecer a segurança necessária;
- Durante o pouso, haverá grande elevação de partículas sólidas.

[...]

Já o Capítulo IV do manual, item 1. Tripulação da Aeronave, trazia as seguintes considerações:

1. TRIPULAÇÃO DA AERONAVE

Pilotos (PIL), tripulantes operacionais (TOp) e médicos (DOC) são os profissionais que participam ativamente da comunicação de cabine que envolvem procedimentos de pouso e decolagem em missões operacionais. No comando da aeronave estará

o 1P, como copiloto estará o 2P, na porta da direita o TOp1 ou TOp3 e na porta da esquerda o TOp2 ou o DOC. O TOp3 será o tripulante lançador nas missões que necessitem de embarque e desembarque no pairado por qualquer das técnicas que venham a ser utilizadas.

Caso haja outro indivíduo ou profissional embarcado, ele poderá participar da comunicação desde que a informação a ser repassada tenha pertinência com o voo. Deverá usar a padronização descrita neste capítulo como para alertar, por exemplo, em relação à posição de objetos que possam vir a colidir com a aeronave durante o voo.

1.18. Informações operacionais.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e do Centro de Gravidade (CG) especificados pelo fabricante.

De acordo com os relatos dos pilotos, no dia do acidente, por volta das 08h00min (local), foi realizado o *briefing* com a tripulação de serviço, no qual foram lembrados os procedimentos normais e de emergência relativos à missão de socorro com aeronave de asas rotativas.

Após terem assumido o serviço, ambos os pilotos se deslocaram para seus setores de trabalho, onde permaneceram até o acionamento para o voo.

Aproximadamente, às 10h10min (local), a tripulação foi acionada via rádio para dar apoio ao atendimento de vítima de PCR na região administrativa de Vicente Pires, DF e removê-la para uma unidade hospitalar.

O SIC tomou ciência do endereço e das coordenadas do local da emergência, verificou a natureza da ocorrência, solicitou o deslocamento da equipe de solo para dar apoio ao pouso e se dirigiu para a aeronave escalada.

A decolagem, sob condições visuais, foi realizada do Heliponto do GAVOP no sentido da pista 11, na proa do Autódromo Internacional de Brasília. Após a decolagem, o SIC assumiu os comandos de voo e conduziu a aeronave até as proximidades do local de resgate.

O percurso de, aproximadamente, 12,5 km até a área do pouso durou cerca de 5 minutos.

Na sequência, o PIC assumiu o controle da aeronave e ficou sobrevoando a região, durante 5 minutos, com o objetivo de analisar os possíveis locais de pouso e aguardar a chegada da equipe de solo.

Em coordenação com o helicóptero, a viatura que conduzia a equipe de solo deslocou-se para o pátio da Faculdade Mauá, local já utilizado para pousos anteriores. Em seguida, os militares no solo fizeram o balizamento para a aproximação da aeronave.

O PIC executou duas órbitas para verificar as condições de pouso, tais como: vento predominante, tipo de piso e obstáculos. Após avaliar os fatores que poderiam interferir em uma aterragem segura, foi escolhida a proa no sentido norte, pois considerou-se como melhor alternativa para realizar uma arremetida. A seguir, foi iniciado o procedimento de pouso, empregando uma aproximação de grande ângulo.

A partir desse momento, as manobras que antecederam o acidente foram amplamente registradas em vídeos por observadores que se encontravam nas proximidades da área de pouso pretendida.

A sequência da aproximação para pouso do PR-MJX está registrada entre as Figuras 13 e 15.



Figura 13 - Segmento inicial da aproximação do PR-MJX.



Figura 14 - Vista frontal direita da aproximação do PR-MJX.



Figura 15 - Vista lateral direita da aproximação do PR-MJX.

A Figura 16 registra o helicóptero cruzando a altura dos prédios e o início do efeito *brownout*. Nesse ponto, observa-se que o *downwash* (fluxo de ar) do rotor principal começou a levantar as partículas de poeira existentes no local de pouso.



Figura 16 - Início do efeito *brownout* (vista lateral esquerda).

As Figuras 17 e 18 mostram as vistas frontal e traseira do início do efeito *brownout*.



Figura 17 - Vista frontal do início do efeito *brownout*.



Figura 18 - Vista traseira do início do efeito *brownout*.

Nos dois segundos seguintes, o efeito *brownout* se intensificou e a visibilidade ficou degradada, fazendo com que os pilotos perdessem as referências visuais com o solo (Figura 19).



Figura 19 - Vista do efeito *brownout* se intensificando.

Tão logo perdeu as condições visuais, o PIC iniciou a arremetida. Todavia, o helicóptero teve um pequeno deslocamento lateral para a esquerda, o que acarretou a colisão do rotor principal contra a parte superior do prédio da faculdade (Figura 20).



Figura 20 - Momento em que as pás do rotor principal colidem contra a fachada do prédio.

Os reportes dos pilotos à Comissão de Investigação revelaram que as percepções de ambos, nos instantes que antecederam a colisão com o prédio, eram semelhantes.

Segundo o relato do PIC, assim que a poeira começou a cobrir o helicóptero, o tripulante operacional deu a voz de comando “Mantém!”. Com isso, ele procurou manter a aeronave em voo pairado, na vertical da área de pouso, com o intuito de esperar a poeira dissipar.

Durante esse pairado, foi solicitado ao SIC que acionasse o filtro de areia (*sand filter*). Nesse instante, ouviu do médico a voz de comando “Pra direita!”. Segundo ele, essa demanda foi imediatamente adotada, juntamente com a tentativa de arremetida. Todavia, ele sentiu nos comandos de voo a colisão e o barulho do impacto das pás contra a edificação.

O PIC registrou, ainda, que não percebeu o deslocamento do helicóptero à esquerda e que, apesar de o vento estar de través esquerdo (ou seja, da esquerda para a direita), ele acreditava que as estruturas dos prédios tenham interferido e “empurrado” a aeronave para a esquerda, acarretando a colisão.

Por sua vez, o SIC relatou que tudo estava normal até a poeira cobrir a aeronave, ocasião em que tentou, por alguns segundos, visualizar o solo por meio da bolha inferior esquerda, sem sucesso.

Imediatamente após acionar o filtro de areia, o SIC olhou para a esquerda e viu que a parede da edificação estava próxima. Concomitantemente, ouviu o médico que tripulava a aeronave na porta da esquerda gritar: “Pra direita!”. Nesse momento, ele tentou comandar o cíclico para a direita quando ouviu o barulho do impacto.

De acordo com os tripulantes, não foram percebidos barulhos anormais na aeronave, acendimento de luzes no painel, mau funcionamento de sistemas, alteração nos parâmetros do motor ou guinadas, cabradas e rolagens excessivas até o impacto.

O diâmetro do rotor principal tinha 10,69 m e o comprimento da aeronave - determinado pela distância entre a ponta da pá do rotor principal mais avançada e a ponta da pá do rotor de cauda mais recuada - tinha 12,94 m.

Considerando-se que o local de pouso possuía 25,6 m de dimensão lateral, já descontada a área da arquibancada, é possível afirmar que, em uma aproximação para o ponto central da área selecionada, havia pelos menos 14,9 m disponíveis para executar quaisquer variações necessárias nos eixos do helicóptero (Figura 21).

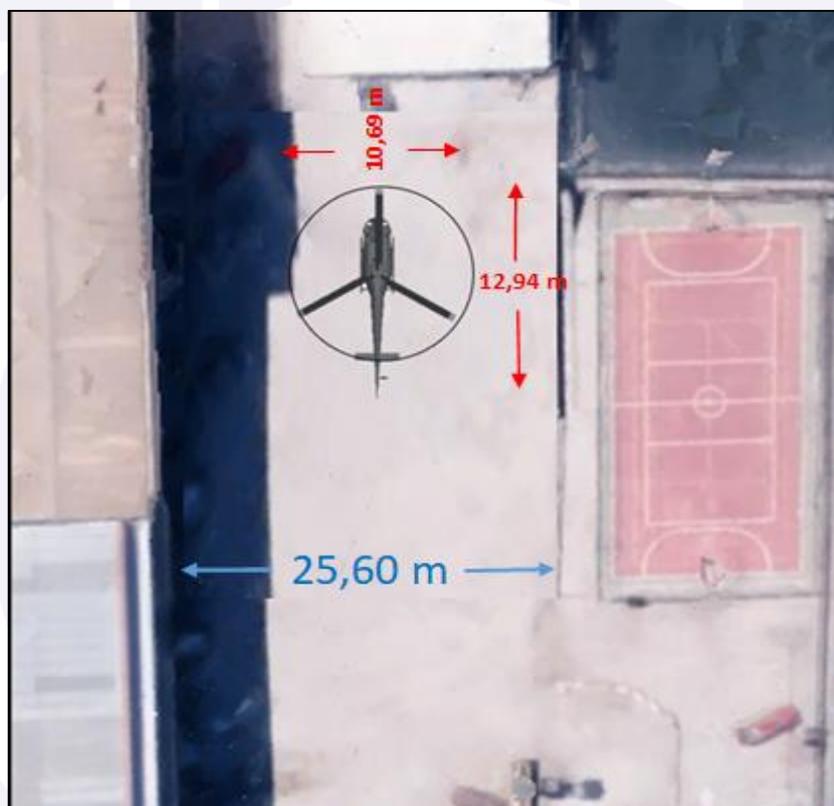


Figura 21 - Croqui do local do acidente com as dimensões da área de pouso e do helicóptero. Fonte: adaptado *Google Maps*.

1.19. Informações adicionais.

O Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-6 Manual de Investigação do SIPAER, ao abordar o tópico “Características das Áreas de Pouso e Decolagem” alertava para o fato de que:

Áreas não preparadas podem apresentar seus próprios desafios à operação dos helicópteros. Procedimentos inadequados durante decolagens e pousos podem gerar restrições à visibilidade, causada pelo efeito *downwash* do rotor na terra, areia ou neve. Em áreas não preparadas, considere a possibilidade de o trem de pouso ter atingido objetos do terreno como rochas, montes de terra, cupinzeiros, vegetação densa, iniciando a sequência de eventos do acidente. Erros comuns dos pilotos que operam em áreas não preparadas são: não realizar reconhecimento da área, não checar os dados de desempenho do helicóptero e não evitar áreas proibidas do diagrama altura x velocidade.

A Edição nº15 do Boletim Informativo de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Região Nordeste, de abril de 2014 do Segundo Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA II) apresentou um artigo que tratava do “Efeito *Brownout* e o Risco para a Aviação de Asas Rotativas”

A publicação descrevia o *brownout* como um fenômeno vivenciado por pilotos de helicóptero durante as operações de pouso e decolagem em ambientes com areia ou com partículas de poeira, os quais provocam a suspensão de nuvens de poeira devido ao *downwash* do rotor principal, dificultando a manutenção do voo por referências visuais nas citadas operações.

O *downwash* é caracterizado pelo fluxo de ar descendente produzido pelo rotor principal dos helicópteros.

Com um ângulo positivo do passo das pás, o disco rotor induz um fluxo de ar através dessas, criando uma coluna de ar descendente que é adicionada ao vento relativo rotacional. Esse fluxo descendente de ar é chamado de fluxo induzido (*downwash*). Ele é mais pronunciado em um voo pairado em condições de vento calmo (Figura 22).

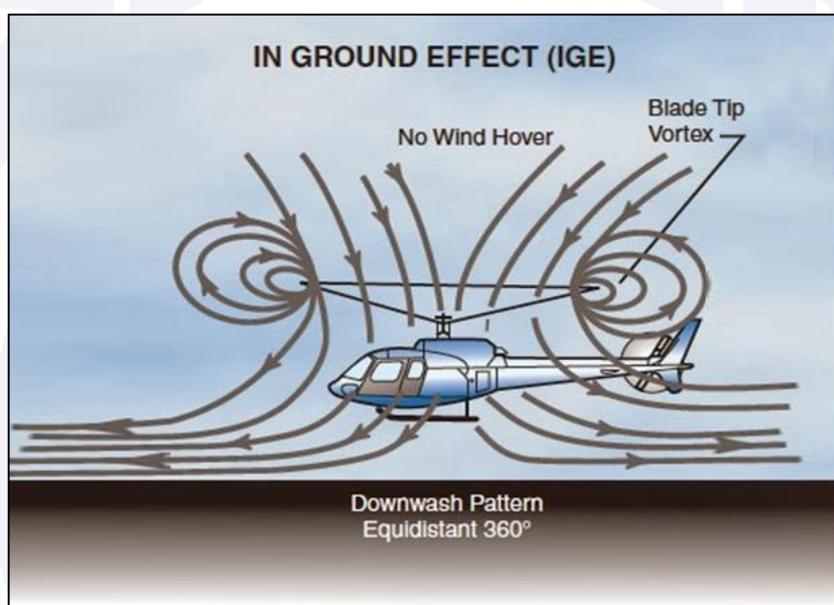


Figura 22 - *Downwash* padrão dentro do efeito solo. Fonte: FAA Safety Team.

Assim, durante a ocorrência do *brownout*, o *downwash* produzido pelo rotor principal provoca o surgimento de nuvens de poeira, dificultando a manutenção das referências visuais externas pelo piloto. Esse cenário prejudica o controle direcional da aeronave, diminuindo a consciência situacional da tripulação e, como consequência, aumenta significativamente os riscos da colisão inadvertida com obstáculos.

De acordo com o estudo da *Research and Technology Organisation* (RTO), da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO), de 2012, *Technical Report - Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training*¹, o *brownout* pode concorrer para uma desorientação espacial pelo seu potencial em reduzir a visibilidade e obscurecer o horizonte. Assim, o *brownout* é uma situação na qual a poeira produzida pelo *downwash* reduz o contato visual com o terreno e oculta a linha do horizonte, podendo ocasionar uma deriva inadvertida, inclinação não detectada ou até mesmo uma falsa sensação de deslocamento.

Na prática, ao passar por 75 ft de altura, o *downwash* produzido pelo rotor pode ocasionar a suspensão das partículas de poeira, o que acarreta a redução da visibilidade (Figura 23).

¹ NATO. RTO. *Rotary-Wing brownout mitigation: technologies and training*. Brussels: NATO, 2012



Figura 23 - Helicóptero entrando em uma condição de *brownout*.

Fonte: *Technical Report - Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training*.

Segundo o estudo, o pouso em condições visuais degradadas é extremamente perigoso. Para tanto, o piloto deve avaliar, adequadamente, o risco da operação. Assim, tripulações qualificadas e preparação e planejamento minuciosos são pré-requisitos essenciais. A área de pouso, sempre que possível, deve ser sobrevoada, atentando-se para os obstáculos, direção do vento, tipo do piso, eixos de arremetida etc.

O pouso contra o vento é sempre desejável, embora a situação tática possa ser um fator restritivo. Caso o vento esteja de través, priorize o pouso pelo piloto que possa permanecer mais tempo fora da nuvem de poeira. A aeronave sempre deve ter potência suficiente para iniciar uma arremetida caso a tripulação fique desorientada ou perca as referências visuais. Finalmente, as tripulações devem estar atentas para vivenciar possíveis ilusões.

A Seção 5.4 *Landing Techniques* do Capítulo 5 - *Risk Management Strategies To Counter Brownout* do *Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training* registrava as seguintes técnicas utilizadas no pouso com as condições visuais degradadas:

- Pouso Direto: é a técnica mais usada, pois reduz o tempo de exposição à nuvem de poeira. No entanto, devido ao movimento do *flare*, há maior risco de colisão do rotor e do cone de cauda contra o solo (Figura 24).

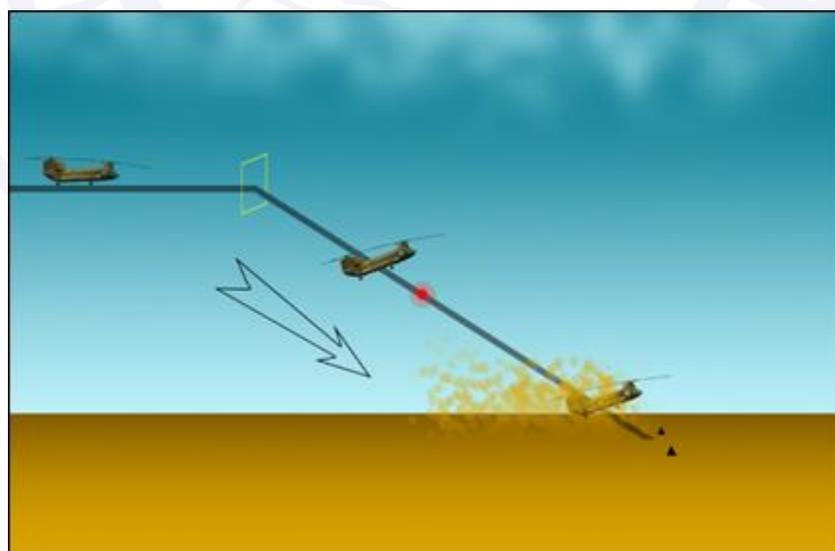


Figura 24 - Pouso direto. Fonte: *Technical Report - Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training*.

- Pouso Corrido Curto: aproximação similar ao pouso direto, terminando com uma pequena corrida no solo. Para tanto, a tripulação deve ter certeza quanto

ao tipo do terreno. A exposição à nuvem de poeira é menor e a estabilidade do helicóptero é mais efetiva. Se a superfície é de terra, um pouso mais rápido deve ser empregado, evitando assim a recirculação após o pouso. A desvantagem dessa técnica é o risco da colisão da cauda da aeronave contra o solo e de danos ao trem de pouso (esqui ou rodas), devido às condições do terreno que não puderam ser analisadas previamente (Figura 25).

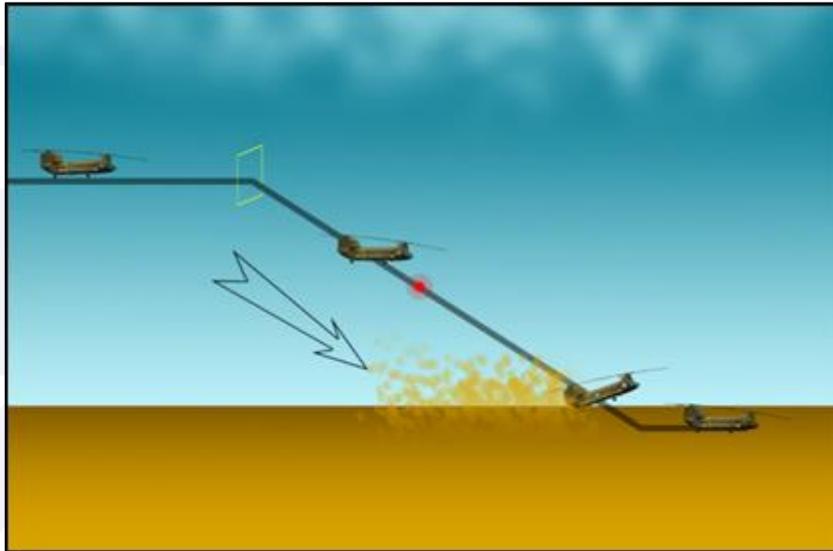


Figura 25 - Pouso corrido curto. Fonte: *Technical Report - Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training*.

- Pouso com pairado baixo: embora essa técnica permita uma visualização melhor do local de pouso, a nuvem de poeira é mais significativa, caso o solo esteja propício a essa condição. Esse tipo de pouso pode comprometer a visualização das referências visuais utilizadas para manter o voo pairado, além de contribuir para a desorientação (Figura 26).

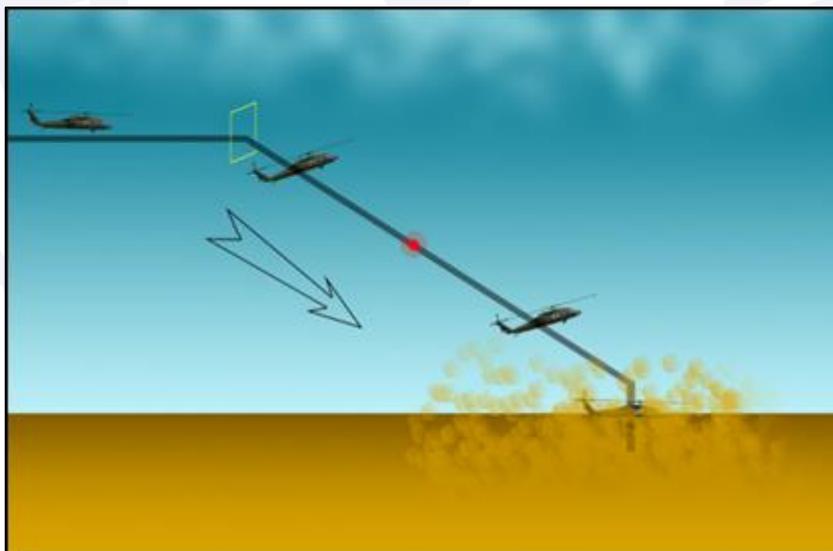


Figura 26 - Pouso com pairado baixo. Fonte: *Technical Report - Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training*.

- Pairado alto com descida na vertical: essa técnica requer um pairado fora do efeito solo. É recomendada para pouso automatizado ou com orientação adicional, a menos que a área de pouso tenha apenas uma fina camada de poeira ou neve e se tenha certeza das condições da superfície (desobstruída e

limpa). É o tipo de pouso no qual o helicóptero estará sujeito à maior exposição de tempo à nuvem de poeira, bem como à desorientação tanto no pairado como na descida na vertical do ponto. (Figura 28).

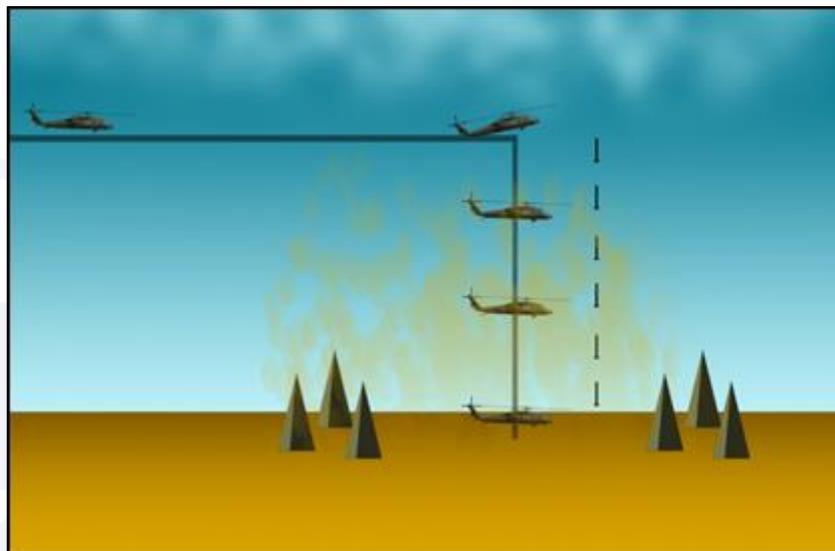


Figura 27 - Pairado alto com descida vertical. Fonte: *Technical Report - Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training*.

A tabela da Figura 28 apresenta uma comparação entre as técnicas de pouso apresentadas no estudo em tela.

Approach	Advantages	Disadvantages	Requirements	Most Suited for
Zero Speed	<ul style="list-style-type: none"> ↓ recirculation exposure. ↓ time in threat zone. No run on. 	<ul style="list-style-type: none"> Nose up attitude. Risk of tail strike. High workload. 	<ul style="list-style-type: none"> Accurate and controlled approach. Improved handling capability, needs adequate training. 	<ul style="list-style-type: none"> LZ in high threat level environment. Precision LZ (e.g., FARP¹). Tandem rotor or aircraft with good tail clearance.
Short Run-On	<ul style="list-style-type: none"> ↓↓ recirculation exposure. ↑ stability in final approach. ↓ time in threat zone. 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ risk from unseen obstructions, slope and poor surface. Risk of undercarriage damage. Risk of tail strike. High workload. 	<ul style="list-style-type: none"> Surveyed LZ. Strong undercarriage. 	<ul style="list-style-type: none"> Hostile LZ. LZ with few ground references. Tandem rotor or good tail clearance. Low CG.
Low Hover	<ul style="list-style-type: none"> Can visualize LZ. ↓ risk of tail strike. 	<ul style="list-style-type: none"> Significant recirculation. Loss of HRM and drift. 	<ul style="list-style-type: none"> Good HRM. 	<ul style="list-style-type: none"> Indistinct surface. Poor tail clearance.
High Hover	<ul style="list-style-type: none"> Can visualize LZ. ↓ risk of tail strike. 	<ul style="list-style-type: none"> Prolonged recirculation. Not suitable in threat environment. Loss of HRM and drift. 	<ul style="list-style-type: none"> Benign tactical environment. Hover holds or orientation aids or good HRM. Light recirculation. 	<ul style="list-style-type: none"> Confined areas. Prepared areas. Poor tail clearance.

Figura 28 - Comparação entre as técnicas de pouso. Fonte: *Technical Report - Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training*.

A publicação ainda esclarecia que o *brownout* concorre para a perda de referência visual próxima ao solo, ocasionando pouca tolerância a erros, correções de comando intempestivas e redução da consciência situacional. A perda repentina de referências visuais induz grandes mudanças no processo de pilotagem, o que aumenta a possibilidade de ocorrer uma desorientação. Da mesma forma, a falta de tecnologia e de instrumentos embarcados que possam mitigar os riscos da operação em local suscetível ao *brownout* agravam ainda mais o problema.

Por seu turno, *Nick Lappos, Sikorsky Aircraft Senior Technical Fellow in Advanced Technology*, em um artigo publicado na revista *Helitac*, citou algumas recomendações que podem ser aplicadas no intuito de evitar a ocorrência de *brownout*:

- Sempre levar em conta a possibilidade de ocorrer o *brownout* ao planejar o pouso;
- Sempre que possível, decole e pouse contra o vento;
- Se possível, faça sempre uma decolagem e pouso diretos (sem estabelecer o voo pairado antes);
- A reserva de potência é importante. Com pouca reserva, as chances de reversão de uma manobra ou arremetidas ficam comprometidas; e
- Se for possível, verifique o local, com antecedência, para se certificar que tem condições de realizar a decolagem direta e o pouso direto ou corrido (área livre de obstáculos, solo com poucas ondulações etc.)

Em sua pesquisa sobre o *brownout* nas operações de serviços aeromédicos do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), Coelho fez uma relação entre o *brownout* e o voo de segurança pública afirmando que:

Na busca por pousar em locais mais próximos ao sinistro, os pilotos em comando das aeronaves gozam de maior liberdade para pousos em locais não homologados e/ou preparados para o pouso de helicópteros. Com isso, maiores são as chances de estes terem que realizar pousos em locais propícios ao *brownout*, como campos de futebol de terra, locais em construção, entre outros ² (COELHO, 2020, p.12).

Para a consecução do objetivo proposto, foi elaborado um questionário que buscava identificar quais as medidas que os pilotos de helicóptero que operavam no Batalhão de Operações Aéreas do CBMSC estavam aplicando em seus voos.

O questionário era composto por 11 perguntas divididas em dois grupos, um para aqueles pilotos que já experimentaram o *brownout* em sua carreira e outro para aqueles que não vivenciaram.

Nove pilotos responderam ao questionário e os resultados obtidos trouxeram informações relevantes acerca da realidade vivenciada pelos tripulantes em suas operações diárias de resgate.

A primeira questão versou sobre a experiência dos pilotos, que variou de 5 a 11 anos de operação.

A segunda questão mostrou que quase a totalidade dos pilotos já havia presenciado o *brownout* em suas missões operacionais (Figura 29).

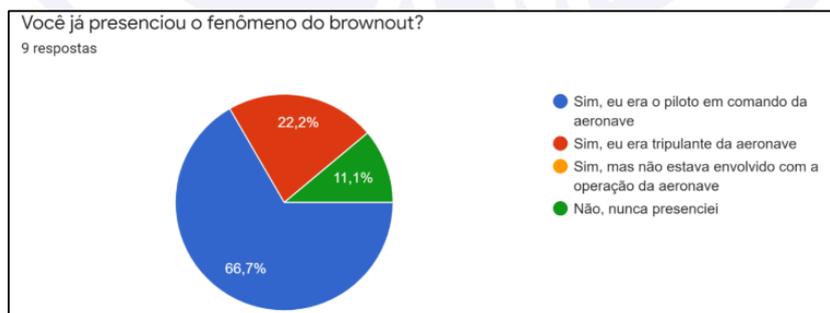


Figura 29 - Percentual de pilotos que já presenciou o *brownout*. Fonte: Coelho, 2020.

² COELHO, M. *O brownout nas operações de serviços aeromédicos do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina* -2020. Monografia, Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, p. 35. 2020.

Os oito pilotos que já haviam presenciado o *brownout* foram direcionados para questões exclusivas, que versaram sobre há quanto tempo havia ocorrido o evento, se era do conhecimento que o local de pouso era propício ao *brownout* e as medidas preventivas adotadas ao perceberem o fenômeno.

Aproximadamente, 38% das respostas obtidas apontavam que os pilotos passaram pelo *brownout* há cerca de um ano. Outros 25% presenciaram o *brownout* há mais de três anos (Figura 30).

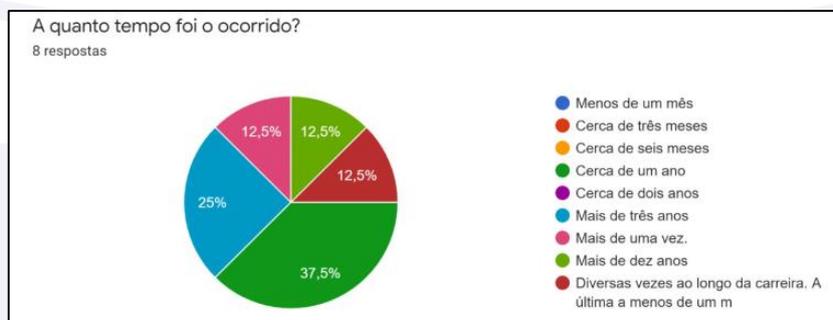


Figura 30 - Tempo em que havia transcorrido o evento. Fonte: Coelho, 2020.

A maioria, cerca de 62,5%, respondeu que não tinha essa ciência, enquanto os outros 37,5% sabiam da possibilidade do fenômeno naquele local (Figura 31).



Figura 31 - Ciência de que o pouso seria realizado em local propício ao *brownout*.
Fonte: Coelho, 2020.

Com relação às medidas tomadas, a maioria dos pilotos, 62,5% buscaram por arremeter e dirigir-se para outro local de pouso que não fosse propício ao *brownout*. Outras ações também foram adotadas pelo restante dos pilotos. 25% prosseguiram para pouso, utilizando técnicas de pouso recomendadas e os outros 12,5%, que equivale a um piloto, ao notar o levantamento da poeira aguardou em um pairado alto até que ela se dissipasse e então realizou o pouso no mesmo local (Figura 32).

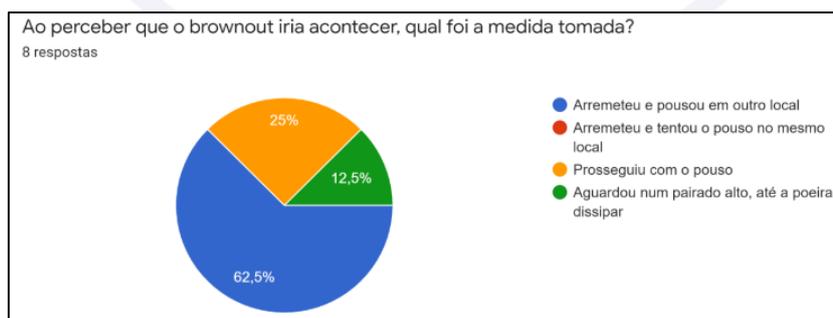


Figura 32 - Medidas preventivas adotadas ao perceber o fenômeno. Fonte: Coelho, 2020.

Coelho (2020) solicitou aos pilotos que fornecessem mais detalhes sobre as medidas que foram tomadas. Os relatos dos pilotos foram organizados de acordo com as ações adotadas, que estão apresentadas nas Figuras 33 e 34.

Procedimento	Relato	Ciência do <i>brownout</i>
Prosseguiu com o pouso	Durante o pouso em uma plantação, em dia muito seco, foi observado uma anormal suspensão de partículas de poeira. Próximo ao solo a visibilidade pelos vidros laterais e frontais da aeronave foi totalmente comprometida. Como pilot-flying, usei da escotilha próximo aos pedais para ter referência do solo, o qual estava visível devido ao downwash do rotor principal. Pouso feito com segurança. A decolagem do mesmo local foi mais fácil, pois, conforme a aeronave ganhava altura, a visibilidade melhorava.	Sim
Prosseguiu com o pouso	Aproximação direto ao ponto de toque a baixa velocidade sem perder totalmente o contato com o solo.	Sim

Figura 33 - Relatos dos pilotos que prosseguiram com o pouso. Fonte: Coelho, 2020.

Procedimento	Relato	Ciência do <i>brownout</i>
Arremeteu e pousou em outro local	No local da ocorrência havia poucos locais próximos para pouso, o mais próximo era um pátio de uma construção. Durante o procedimento de pouso, ao chegar a cerca de 100ft a poeira começou a subir e com cerca de 70ft era certa que iríamos perder visão total do solo. Foi feito o procedimento de arremetida e foi realizado pouso em área gamada um pouco mais afastado. A equipe médica pegou carona em carro de populares até o local da ocorrência.	Não
Arremeteu e pousou em outro local	Nas operações do corpo de bombeiros, na maioria dos casos o pouso é em grupo de zulu, e sempre existe a possibilidade de que a poeira suba. Assim buscamos clarear a área, identificar potenciais riscos, definir a rampa de pouso e brifar o tripulante para que reporte em caso de poeira ou se voar algo (telhado, sacolas etc.), para que seja possível arremeter na rota previamente brifada. Realizamos o procedimento com muita calma para ter margem de tempo para reação.	Sim
Arremeteu e pousou em outro local	A última consegui arremeter. Em duas ocasiões o fenômeno se apresentou a poucos metros do solo, e optei por um pouso assertivo.	Não
Arremeteu e pousou em outro local	Na aproximação final, por conta do tempo seco e do terreno, já se preocupamos com o fenômeno, orientando a tripulação. Ao iniciar o levantamento da nuvem de poeira, procedeu-se a arremetida.	Não
Arremeteu e pousou em outro local	A minha experiência aconteceu no CBMDF em um combate a incêndio florestal. Estava na função de co-piloto e quando estávamos a mais de três horas em combate alertei o comandante sobre a situação de baixa quantidade de combustível. Já havia acionado o caminhão de abastecimento, e buscávamos o melhor local para pouso a fim de que o caminhão pudesse chegar até o helicóptero. Nesse interim, a luz indicativa de combustível acendeu, e estávamos com dificuldade de achar um local para pouso, quando avistamos um campo de futebol de terra e aproximamos para lá. Ao iniciar a aproximação para o pouso na vertical, uma nuvem de poeira começou a subir, e de imediato o tripulante solicitou a arremetida. Devido a inércia do helicóptero em iniciar a arremetida, ficamos cobertos por poeira entrando em condição IMC por segundos. Em seguida o pouso foi realizado em área segura, abastecida a aeronave e dado continuidade ao combate que durou aproximadamente três dias.	Sim

Figura 34 - Relatos dos pilotos que arremeteram e pousaram em outro local. Fonte: Coelho, 2020.

Observa-se, assim, que a maioria dos pilotos adotou a arremetida e o pouso em outro local como a ação mais empregada no caso da ocorrência de um *brownout*.

Consultas informais realizadas pela Comissão de Investigação com diversos Gestores de Segurança Operacional das Unidades Aéreas Públicas indicaram que a decisão de prosseguir ou descontinuar a aproximação ficava a critério da experiência do PIC, uma vez que não havia procedimentos detalhados de como as tripulações deveriam lidar com o fenômeno.

Por sua parte, Pinto (2011, p. 183)³, ao discorrer sobre a possibilidade de erros humanos no cumprimento das missões emergenciais da Aviação de Segurança Pública no Brasil, ressaltou que:

Um piloto de helicóptero da aviação de segurança pública poderá, durante uma operação de missão emergencial, a cada quatro minutos de voo, fazer, inopinada e simultaneamente, no mínimo, quarenta tomadas de decisão com ações de manobras de voo e gerenciamento dos sistemas da aeronave, desde o acionamento até o término da missão (considerando-se curvas, aplicações simultâneas de pedais; aplicação de comandos coletivo e cíclico; subidas e descidas; comunicações de rádio; pousos e decolagens restritas, checklist (lista de verificação); mudanças constantes de proa e velocidade; *scans* (rápida visualização) em instrumentos de painel; entre outros) tendo a tripulação que garantir a segurança de voo combinado com o alcance do êxito na missão

Ainda segundo Pinto (2011, p.178), as missões aéreas emergenciais podem ser divididas em nove fases, sendo a quarta uma das mais críticas (Figura 35):



Figura 35 - Ciclo completo de uma operação aérea da Aviação de Segurança Pública.

Fonte: Pinto, 2011.

Nessa fase, que versava sobre a visualização do local da missão e aproximação, Pinto (2011, p.180) relatava as possíveis incorreções, tais como: (grifo nosso)

Ingresso hot (quente) no circuito de aproximação da missão emergencial com muita velocidade, gerando desatenção aos obstáculos no solo (fios de alta tensão, árvores, postes etc.) e flare (arredondamento) acentuado para pouso, propiciando

³ PINTO, Milton Kern. **A sobrevivência de helicópteros como um dos fatores preponderantes na aviação de segurança pública do Brasil**. Revista Conexão SIPAER, Brasília, v.2, n.3, p. 171-189, ago. 2011.

Disponível em: <http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/109/136>. Acesso em 21 nov. 2020

conforme direção e intensidade do vento, possível pré-estol ou estol de potência flare (arredondamento) com o *nose up* (nariz para cima) acentuado com vento de cauda; seleção imprópria do local para pouso (área demasiadamente restrita ou área de toque com muita incorreção no solo) gerando perigo para o desembarque ou embarque; julgamento incorreto na aproximação em relação à rampa de planeio para pouso ou voo pairado com obstáculos, associado à direção e intensidade do vento; incorreção ou desuso da fraseologia operacional padrão pela tripulação na coordenação das aproximações e pousos em áreas restritas; distração da tripulação quanto aos procedimentos de coordenação nas aproximações, focando maior atenção (visão em túnel) na ocorrência no solo, tais como: vítimas, pessoas, veículos, etc., não visualização dos obstáculos presentes na rampa de aproximação para área restrita (fios, aves, vento, torres, árvores etc.); desatenção da tripulação quanto à presença de pessoas em movimento na área de pouso e toque do helicóptero; não planejamento antecipado para uma provável arremetida do local que está aproximando, avaliando sua disponibilidade de reserva de potência para possível transposição de obstáculos em detrimento da potência requerida; falta de coordenação ou fraseologia incorreta de cabine em atos e funções de cada tripulante nas aproximações de pouso em pedras, helipontos elevados ou terraços de prédios incendiados; falta de aplicação da efetiva consciência situacional com comportamento decisório e antecipado nas aproximações e pousos (áreas restritas) em locais onde existam no solo circunstâncias de risco ao pouso do helicóptero, tais como areia, poeira, detritos, fios, aves, torres, antenas, fogo, fumaça, grande número de pessoas e veículos em movimento nas proximidades.

Para Barreto (2009)⁴, de todas as missões previstas como de Aviação de Segurança Pública, talvez a que envolva os maiores riscos de acidente, certamente, é o resgate aeromédico. De acordo com o autor, a impossibilidade de prever certas variáveis durante o planejamento do voo é uma das maiores dificuldades para qualquer piloto, e que influi decisivamente em uma análise de gerenciamento de risco da operação.

Nesse sentido, Barreto (2009) destacou as seguintes variáveis que podem ser consideradas para a execução da missão:

- condições meteorológicas específicas do local do pouso desconhecidas;
- local de pouso não homologado e possivelmente desconhecido pelo piloto;
- quase certeza de pouso em uma área restrita;
- tempo exíguo para planejamento da missão, e sua conseqüente pressão;
- pouca margem para erros e atrasos na operação;
- possibilidade de operação em condições marginais de voo;
- presença de obstáculos, como: guias, monumentos, postes, fios, telhas soltas, toldos, arbustos, árvores, tocos, pedras, lixo, bancas de jornal, estabelecimentos comerciais (vidraçarias, restaurantes etc.), feira livre, obras etc.;
- presença de transeuntes, automóveis, caminhões, ônibus etc.;
- presença de animais, como: cães e cavalos;
- o local pode ser em declive ou acentado, fato de difícil observação no momento da avaliação do local de pouso; e
- operação de pouso e decolagem predominantemente dentro da curva do “homem morto” (altura vs velocidade).

A seção 90.173 - Treinamento inicial: currículo de solo, da Subparte M - “Treinamento para Pilotos” do RBAC nº 90 - “Requisitos para Operações Especiais de Aviação Pública”, registrava que o componente curricular de conhecimentos gerais deveria conter:

⁴ Barreto, A.M. O perigo do “Brownout” em uma missão de resgate aeromédico. **Resgate Aeromédico Aviação e Saúde**, 30 dez 2009. Disponível em: <https://www.resgateaeromedico.com.br/brownout-em-resgate-aeromedico/>. Acesso em 22 dez.2023.

[...]

(15) o conceito e/ou os procedimentos de prevenção para, conforme aplicável:

(i) ressonância de solo;

(ii) colisão com fio;

(iii) LTE;

(iv) rolamento dinâmico e estático;

(v) recuperação de atitudes anormais;

(vi) *mast bumping* e *low G*;

(vii) vortex ring;

(viii) *runway excursion* e *incursion*; e

(ix) *deep stall*;

(16) os procedimentos para aproximação estabilizada; e

(17) outras condições especiais julgadas pertinentes pela UAP.

[...]

A presença de *brownout* foi constatada nas seguintes ocorrências aeronáuticas com helicópteros operados pela Administração Estadual:

- PR-EKN

DATA	15OUT2013
AERONAVE	PR-EKN
MODELO	BK 117 C-2
CLASSIFICAÇÃO	INCIDENTE GRAVE
TIPO	OUTROS
LOCAL	ITAPIPOCA - CE
CATEGORIA	ADMINISTRAÇÃO DIRETA ESTADUAL

Figura 36 - Incidente Grave com o PR-EKN.

Nesse evento, a aeronave decolou do Aeródromo Pinto Martins (SBFZ), localizado no município de Fortaleza, CE, com destino a Itapipoca, CE, por volta das 14h00min (UTC), a fim de transportar pessoal, com um piloto e oito passageiros a bordo.

Durante a realização do pouso em um campo de futebol, o sopro do rotor principal levantou poeira e outros detritos, provocando perda momentânea das referências visuais com o solo. O tripulante, mesmo sem essas referências, prosseguiu para o pouso. O helicóptero permaneceu com uma atitude cabrada, o que provocou o toque do protetor de cauda e da deriva vertical esquerda no solo. O piloto e os passageiros saíram ilesos.

- PT-SUS

DATA	28JUN2021
AERONAVE	PT-SUS
MODELO	AS 350 B3
CLASSIFICAÇÃO	ACIDENTE
TIPO	VOO CONTROLADO CONTRA O TERRENO - CFIT
LOCAL	JEQUITAÍ - MG
CATEGORIA	ADMINISTRAÇÃO DIRETA ESTADUAL

Figura 37 - Acidente com o PT-SUS.

Nessa ocorrência, a aeronave decolou do Aeródromo Mario Ribeiro (SBMK), Montes Claros, MG, com destino à área de pouso não registrada, localizada no município de Jequitaí, MG, por volta das 12h35min (UTC), a fim de realizar um atendimento aeromédico, com um piloto, um operador aerotático, um médico e uma enfermeira a bordo.

Durante o pouso no destino, uma nuvem de poeira se formou (*brownout*) e a aeronave tombou lateralmente à esquerda. A aeronave teve danos substanciais. O piloto, o operador aerotático e a enfermeira saíram ilesos. O médico sofreu lesões graves.

As Figuras 38, 39 e 40 mostram a sequência da aproximação final para o pouso do PT-SUS e registra a formação do *brownout*.

Figura 40 - Levantamento de partículas na área de pouso pelo *downwash* do rotor principal.



Figura 41 - Helicóptero sob o efeito do *brownout*.



Figura 42 - Vista do PT-SUS após o acidente.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo visual diurno com o objetivo de realizar o atendimento inicial a uma vítima de PCR e, na sequência, removê-la para uma unidade hospitalar.

Durante a aproximação final para pouso no estacionamento de uma faculdade, as pás do rotor principal colidiram contra a fachada de uma edificação. Houve danos a um veículo estacionado no local, à fachada do prédio da faculdade e a uma vidraça de uma edificação próxima ao local do acidente.

Os pilotos estavam qualificados, possuíam experiência no tipo de voo e estavam com os CMA válidos.

As cadernetas de célula e motor da aeronave estavam com as escriturações atualizadas e o seu CVA estava válido. Não houve evidências de contribuição de qualquer sistema do helicóptero para o acidente.

A aeronave encontrava-se registrada na Categoria de Registro ADE e operava sob as regras do RBAC nº 90 - "Operações Especiais de Aviação Pública".

As condições meteorológicas eram propícias à realização do voo.

As dimensões da área de toque (28,5 x 74,3 m) eram compatíveis com a operação do AS-350 B2.

Antes do pouso, foram efetuadas duas órbitas para verificar a direção do vento, o tipo de piso e os obstáculos. Após avaliar os fatores que poderiam interferir em uma aterragem segura, foi escolhida a proa no sentido norte, pois considerou-se como melhor alternativa para realizar uma possível arremetida.

Em que pese a superfície da ZPH selecionada ser de concreto, ela estava coberta por grande quantidade de poeira e detritos, em razão do prolongado período de estiagem no Distrito Federal e da degradação do piso.

Assim, durante a aproximação para pouso, ao atingir, aproximadamente, a altura dos prédios que circundavam a ZPH, houve a suspensão de partículas de areia existente na área de pouso. O surgimento dessa nuvem de poeira foi resultante do *downwash* produzido pelo rotor principal.

Dessa forma, a ocorrência do *brownout*, nessa fase crítica do voo, provocou a perda de referência visual próxima ao solo, ocasionando pouca tolerância a erros, correções de comando intempestivas e redução da consciência situacional. A perda repentina de referências visuais aumentou a possibilidade de ocorrer uma desorientação.

Concomitantemente, o controle direcional do helicóptero foi comprometido, elevando significativamente os riscos de uma colisão inadvertida contra os obstáculos existentes próximos à ZPH.

Corroborando essa afirmativa, não obstante a tentativa da arremetida, o helicóptero em deslocamento lateral à esquerda impactou contra a fachada lateral da faculdade. Por sinal, o PIC registrou que não visualizou a colisão e que apenas sentiu nos comandos de voo e ouviu o barulho do impacto das pás contra a edificação.

Avaliando-se o cenário apresentado, foram identificados diversos aspectos relevantes que estiveram presentes no gerenciamento da operação que culminou no acidente em tela.

Inicialmente, verificou-se que os procedimentos adotados durante o pouso geraram restrições à visibilidade em decorrência do efeito *downwash* do rotor sobre o terreno. Da mesma forma, apesar de as aeronaves do CBMDF já terem operado naquela ZPH, o acúmulo de poeira no local, ocasionado pelo longo período sem chuvas no DF, foi determinante para a ocorrência do *brownout*.

Apesar de o MGSO do CBMDF estabelecer um programa de prevenção de CFIT, bem como procedimentos específicos para pouso em ZPH urbana e não urbana, no que se referia ao *brownout*, as orientações eram sucintas e se limitavam em alertar os tripulantes para a possibilidade de elevação de partículas sólidas durante o pouso em ZPH não urbana.

No que se refere ao pouso em área urbana em locais de terreno arenoso ou barrento, o estudo recomendava que:

Existindo a disponibilidade de viatura com água, preparar a área de pouso molhando o ponto de toque a fim de evitar que a poeira prejudique o pouso da aeronave, comprometendo assim a segurança da operação.

Isso posto, percebeu-se uma inadequação dos manuais que foram disponibilizados para os tripulantes desempenharem suas funções, mormente no tocante ao conteúdo relacionado ao efeito *brownout*.

Não havia uma padronização sobre qual seria a melhor opção a ser adotada na presença do *brownout*. A decisão de prosseguir ou descontinuar a aproximação ficava a critério da experiência do PIC, uma vez que não havia procedimentos detalhados de como as tripulações deveriam lidar com o fenômeno.

Nas publicações fornecidas para a Comissão de Investigação, não foram encontrados registros que contivessem as técnicas utilizadas para o pouso com as condições visuais degradadas, como aquelas apresentadas no *Rotary-Wing Brownout Mitigation*:

Technologies and Training, publicação de 2012, da *Research and Technology Organisation* (RTO), da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO).

Relativamente à operação do PR-MJX, segundo relato do PIC, assim que a poeira começou a cobrir o helicóptero, o tripulante operacional deu a voz de comando “Mantém!”. Com isso, ele procurou manter a aeronave em voo pairado, na vertical da área de pouso, com o intuito de esperar a poeira dissipar.

Na iminência da colisão, o médico comandou o helicóptero para a direita. Segundo o PIC, apesar de não ter percebido o deslocamento do helicóptero à esquerda, essa demanda foi imediatamente adotada, juntamente com a tentativa de arremetida, que, todavia, revelou-se infrutífera, pois a colisão foi percebida apenas nos comandos de voo e no barulho do impacto das pás contra a edificação.

No tocante à técnica empregada, o *Rotary-Wing Brownout Mitigation: Technologies and Training* somente recomendava o pairado alto com descida na vertical (pairado fora do efeito solo) no caso de um pouso automatizado ou com orientação adicional, a menos que a área de pouso possuísse apenas uma fina camada de poeira ou neve e a certeza de que as condições da superfície estivessem limpas e desobstruídas, o que não era o caso.

Ainda, segundo a publicação da NATO, esse é o tipo de pouso no qual o helicóptero está sujeito à maior exposição de tempo à nuvem de poeira, bem como à desorientação tanto no pairado como na descida na vertical para o pouso.

À vista disso, constatou-se que a realização do pairado fora do efeito solo, em um local onde a nuvem de poeira tinha dificuldade de se dissipar, em função da proximidade das edificações, concorreu para o agravamento do *brownout* e, conseqüentemente, para a perda das referências do pairado e para o desvio à esquerda que culminou com a colisão contra o prédio.

No tocante ao vento, o pouso contra é sempre desejável, embora a situação tática possa ser um fator restritivo. Caso o vento esteja de través, como supostamente foi o caso nesta ocorrência, recomenda-se priorizar o pouso pelo piloto que possa permanecer mais tempo fora da nuvem de poeira. Neste episódio, entretanto, a efetividade da ação do vento para dissipar a poeira foi comprometida pela edificação contra a qual o helicóptero colidiu.

Em sua pesquisa sobre o *brownout* nas operações de serviços aeromédicos do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Coelho (2020) fez uma relação entre a ocorrência do *brownout* e o voo de segurança pública afirmando que:

Na busca por pousar em locais mais próximos ao sinistro, os pilotos em comando das aeronaves gozam de maior liberdade para pousos em locais não homologados e/ou preparados para o pouso de helicópteros. Com isso, maiores são as chances de estes terem que realizar pousos em locais propícios ao *brownout*, como campos de futebol de terra, locais em construção, entre outros.

Analisando-se o resultado da pesquisa, pôde-se observar que não havia uma padronização sobre qual seria a melhor opção a ser adotada na presença do *brownout*. Ou seja, segundo a pesquisa, a decisão de prosseguir ou descontinuar a aproximação ficava a critério da experiência do PIC, uma vez que não havia procedimentos detalhados de como as tripulações deveriam lidar com o fenômeno.

Consultas informais realizadas com diversos Gestores de Segurança Operacional das Unidades Aéreas Públicas corroboraram tal percepção.

Para Barreto (2009), de todas as missões previstas como de Aviação de Segurança Pública, talvez a que envolva os maiores riscos de acidente, certamente, é o resgate aeromédico. De acordo com ele, a impossibilidade de prever certas variáveis durante o planejamento do voo é uma das maiores dificuldades para qualquer piloto, e que influi decisivamente em uma análise de gerenciamento de risco da operação.

Além disso, as operações aeromédicas que visam o salvamento de vidas humanas tendem a elevar a motivação para o seu cumprimento e, conseqüentemente, os possíveis riscos na sua execução. Esse impulso pode ocasionar uma pressão autoimposta que, eventualmente, leva a equipe a operar com margens reduzidas de segurança.

Isso posto, *Nick Lappos, Sikorsky Aircraft Senior Technical Fellow in Advanced Technology*, em um artigo publicado na revista *Helitac*, ressaltou que:

- os pilotos devem sempre levar em conta a possibilidade de ocorrer o *brownout* ao planejar o pouso;
- sempre que possível, decole e pouse contra o vento;
- se possível, faça sempre uma decolagem e pouso diretos (sem estabelecer o voo pairado antes);
- a reserva de potência é importante. Com pouca reserva, as chances de reversão de uma manobra ou arremetidas ficam comprometidas; e
- se for possível, verifique o local, com antecedência, para se certificar que tem condições de realizar a decolagem direta e o pouso direto ou corrido (área livre de obstáculos, solo com poucas ondulações etc.).

A respeito dos processos que visavam ao aprimoramento do conhecimento acerca do tema *brownout*, a seção 90.173 - "Treinamento inicial: currículo de solo", da Subparte M - "Treinamento para Pilotos" do RBAC nº 90, apesar de registrar que a UAP deveria incluir esse fenômeno no componente curricular de conhecimentos gerais e outras condições especiais julgadas pertinentes, o *brownout* não foi citado no regulamento em tela.

As informações levantadas nesta investigação reforçam a necessidade de que as Unidades Aéreas Públicas estabeleçam procedimentos minuciosos e padronizados e que todos os tripulantes estejam preparados e treinados para lidar com o fenômeno *brownout*, de modo a possibilitar que os riscos criados pelo resgate aeromédico sejam válidos em termos de custo-benefício e que não agravem uma situação já crítica.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) os pilotos estavam com as habilitações de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válidas;
- c) os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante;
- f) as escriturações das cadernetas de célula e motor estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias ao voo visual;
- h) não foram encontradas evidências de falhas, mau funcionamento da aeronave ou de seus componentes que pudessem ter contribuído para a ocorrência;
- i) as dimensões da área de toque eram compatíveis com a operação do AS-350 B2;
- j) a ZPH estava coberta por grande quantidade de poeira e detritos, em razão do prolongado período de estiagem no Distrito Federal e da degradação do piso;
- k) durante a aproximação para o pouso, o helicóptero foi submetido ao efeito *brownout*;

- l) a nuvem de poeira produzida pelo *downwash* do rotor reduziu o contato visual com o solo e ocasionou uma deriva inadvertida, dificultando a manutenção das referências visuais externas e comprometendo o controle direcional do helicóptero;
- m) as pás do rotor principal colidiram contra a fachada do prédio da faculdade;
- n) a aeronave teve danos substanciais;
- o) os pilotos e os tripulantes sofreram lesões leves.

3.2. Fatores contribuintes.

- Capacitação e Treinamento - indeterminado.

A técnica de realizar um pairado fora do efeito solo com intuito de dissipar a nuvem de poeira revelou que pode ter havido ineficiência nos processos de capacitação das tripulações para operarem em área sujeita ao efeito *brownout*.

- Desorientação - contribuiu.

A ocorrência do *brownout* nessa fase crítica do voo dificultou a manutenção das referências visuais externas e aumentou a possibilidade de ocorrer uma desorientação. Sobre isso, o PIC registrou que não percebeu o deslocamento do helicóptero à esquerda, ficando o controle direcional comprometido. Não obstante a tentativa de arremetida, o helicóptero, em deslocamento lateral à esquerda, colidiu contra a fachada lateral da faculdade.

- Julgamento de pilotagem - contribuiu.

Houve uma inadequada seleção da técnica empregada para o pouso da aeronave em uma área sujeita ao efeito *brownout*. O pairado alto com descida na vertical (pairado fora do efeito solo) somente deve ser executado no caso de um pouso automatizado ou com orientação adicional, a menos que a área de pouso possua apenas uma fina camada de poeira ou neve e a certeza de que as condições da superfície estejam limpas e desobstruídas, o que não era o caso.

- Motivação - indeterminado.

As operações aeromédicas que visam o salvamento de vidas humanas tendem a elevar a motivação para o seu cumprimento e, conseqüentemente, os possíveis riscos na sua execução. Esse impulso pode ocasionar uma pressão autoimposta que, eventualmente, leva a equipe a operar com margens reduzidas de segurança.

- Planejamento de voo - contribuiu.

Em que pese a superfície da ZPH selecionada ser de concreto, ela estava coberta por grande quantidade de poeira e detritos, em razão do prolongado período de estiagem no Distrito Federal e da degradação do piso. Dessa forma, o acúmulo de poeira no local, ocasionado pelo longo período sem chuvas no DF, foi determinante para a ocorrência do *brownout*.

Assim, apesar de as aeronaves do CBMDF já terem operado naquela ZPH, houve inadequação nos trabalhos de preparação realizados para o voo, uma vez que não houve o conhecimento prévio de todas as condições operacionais presentes no local do pouso, as quais poderiam comprometer a segurança da operação.

- Processo decisório - contribuiu.

A decisão do PIC em retardar a tentativa de arremetida, mantendo a aeronave em voo pairado na vertical da área de pouso, com o intuito de esperar a poeira dissipar contribuiu para aumentar a nuvem de poeira e reduzir a visibilidade externa, o que ensejou na deriva

lateral do helicóptero para a esquerda, sem que o PIC tenha percebido essa condição de colisão iminente contra a edificação.

- Sistemas de apoio - contribuiu.

No que se referia ao *brownout*, as orientações contidas no MGSO do CBMDF eram sucintas e se limitavam a alertar os tripulantes para a possibilidade de elevação de partículas sólidas durante o pouso, somente em ZPH não urbana.

Não havia uma padronização sobre qual seria a melhor opção a ser adotada na presença do *brownout*. A decisão de prosseguir ou descontinuar a aproximação ficava a critério da experiência do PIC, uma vez que não havia procedimentos detalhados de como as tripulações deveriam lidar com o fenômeno.

De igual modo, a seção 90.173 - "Treinamento inicial: currículo de solo", da Subparte M - "Treinamento para Pilotos" do RBAC nº 90 - "Requisitos para Operações Especiais de Aviação Pública" não previa um componente curricular de conhecimentos gerais que contivesse o conceito e/ou os procedimentos de prevenção para *brownout*.

- Outros- Influência do meio-ambiente - contribuiu.

Durante a operação para o pouso, houve a presença do *brownout*, fenômeno vivenciado por pilotos de helicóptero durante as operações de pouso e decolagem em ambientes com areia ou com partículas de poeira, os quais provocam a suspensão de nuvens de poeira devido ao *downwash* do rotor principal, dificultando a manutenção do voo por referências visuais nas citadas operações.

- Outros - Infraestrutura da ZPH - contribuiu.

A superfície da ZPH estava coberta por grande quantidade de poeira e detritos, em razão do prolongado período de estiagem no Distrito Federal e da degradação do piso.

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-093/CENIPA/2020 - 01

Emitida em: 14/08/2024

Avaliar a pertinência de inclusão do fenômeno *brownout* no componente curricular da seção 90.173 - "Treinamento inicial: currículo de solo", da Subparte M - "Treinamento para Pilotos" do RBAC nº 90 - "Requisitos para Operações Especiais de Aviação Pública".

A-093/CENIPA/2020 - 02

Emitida em: 14/08/2024

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação às Unidades Aéreas Públicas que operam helicóptero, a fim de que seja analisada, pelos operadores, a viabilidade de incluir na revisão de seus manuais as técnicas empregadas para o pouso com as condições visuais degradadas, em especial durante a ocorrência do fenômeno *brownout*.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

O CBMDF emitiu o Procedimento Operacional Padronizado (POP), detalhando os procedimentos a serem adotados pelas tripulações para decolagem e pouso das aeronaves de asas rotativas.

A Seção 3.5 - "Reconhecimento e Pouso em Área não Cadastrada" incluiu a seguinte padronização:

- A tripulação visualiza o local da ocorrência;
- A tripulação avalia o local de pouso (rampa de aproximação, arremetida e de decolagem, inclinação do terreno, dimensões livres, tipo do piso, a proximidade da ocorrência, obstáculos e estruturas adjacentes danificáveis) conforme preconizado no Manual de Pilotos;
- A tripulação realiza o procedimento de abertura de portas (fraseologia para solicitação e autorização do 1P/2P). O PSE não executa o procedimento;
- O 1P/2P fazem o sobrevoo circular para visualização detalhada da tripulação do local de pouso;
- O 1P decide e confirma o local de pouso;
- O 1P/2P realizam a aproximação e pouso (pilotagem);
- Em casos de pouso em locais que possam gerar suspensões de partículas, realiza-se um pairado alto para que se observe o comportamento da poeira. Evita-se que o pouso seja realizado próximo a estruturas que não permitam a dispersão da poeira. Deve-se ganhar altura imediatamente caso seja observado que se entrará em condição de voo não visual (grifo nosso);
- O 1P/2P/TOp fazem balizamento e movimentação da aeronave para pouso em segurança, conforme comunicação de cabine prevista no Manual de Operações Aéreas - Modulo III Tripulante Operacional;
- A tripulação permanece atenta ao pouso, realizando reportes necessários à segurança por meio da fraseologia padrão;
- O TOp realiza movimentações necessárias para visualização de obstáculos próximos à aeronave ou condições inseguras. Em caso de necessidade, permanece conectado à aeronave somente pela ancoragem de segurança, sem a utilização do cinto de seu assento, temporariamente. Antes do pouso deve estar sentado no assento; e
- A tripulação faz o teatro de operações de acordo com o POP de isolamento de área de segurança.

Por sua vez, no Capítulo 4 do POP, foram destacadas as seguintes possibilidades de erro durante a execução de missão de socorro aéreo:

- Má avaliação do ponto de pouso escolhido, deixando de considerar fatores intervenientes como dimensão, tipo de terreno, proximidade da ocorrência, estruturas do local e obstáculos existentes em relação ao ponto de pouso; e
- A tripulação não perceber que a suspensão de poeira pode ocasionar entrada inadvertida em voo não visual.

Com relação à fase de pouso, o POP estabeleceu que, antes do pouso, a tripulação deveria verificar o tipo e as condições do terreno, a fim de diagnosticar a possibilidade do pouso e os procedimentos adequados para a sua realização.

Nesse sentido, os seguintes fatores deveriam ser observados:

- Direção do vento;
- Existência de "rampa de aproximação";
- A viabilidade técnica para o pouso e a posterior decolagem;
- A segurança da tripulação, da aeronave, do pessoal envolvido na ocorrência e do público geral que se encontra nas proximidades do evento;

- Existência de troncos, cupins, FOD;
- Proximidade de áreas vulneráveis (telhados soltos, entulhos);
- Tipo de terreno (arenoso, asfáltico, gramado);
- Terreno plano ou inclinado; e
- Condições do terreno.

O piloto informará que a aeronave está em procedimento de pouso e a tripulação deverá notificar que estão cientes do procedimento, iniciando-se o reporte pelo membro da tripulação que está à esquerda, e o tripulante da direita balizará a aeronave durante a final para pouso conforme abaixo. Para maior didática a palavra “helicóptero” está sendo utilizada, mas esta pode ser omitida durante a fraseologia.

- PIL - Atenção tripulação, na final para pouso.
- TOp2 - Esquerda ciente.
- TOp1 - Direita ciente, helicóptero para frente.
- TOp2 - Esquerda e cauda livre.
- PIL - Para frente.
- TOp1 - Mantenha.
- PIL - Mantendo.
- TOp1 - Helicóptero para baixo.
- TOp2 - Esquerda e cauda livre.
- PIL - Para baixo.
- TOp1 - Para baixo.
- TOp2 - Esquerda e cauda livre.
- PIL - Para baixo.
- TOp2 - Esquerda e cauda livre.
- TOp1 - Direita e cauda livre, livre pouso.
- PIL - Ciente.

Após o pouso, os tripulantes observarão se os *skids* estão devidamente apoiados e realizarão os procedimentos para guarnecer a aeronave, conforme descrito em capítulo específico.

No Relatório Final do incidente grave ocorrido com a aeronave PR-EKN, publicado pelo CENIPA em 04SET2018, foram emitidas as seguintes Recomendações de Segurança à ANAC:

IG-187/CENIPA/2013 - 01

Atuar junto às escolas de aviação civil, a fim de que estes centros de formação de pilotos de helicópteros enfatizem em seus cursos os fatores que contribuem para a ocorrência do *brownout*, sobretudo durante pousos e decolagens de locais não homologados ou não registrados, e os riscos associados a esse fenômeno

IG-187/CENIPA/2013 - 02

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar pilotos e operadores de helicópteros sobre os riscos associados à ocorrência do fenômeno conhecido como *brownout*, sobretudo durante pousos e decolagens de locais não homologados ou não registrados.

Em resposta, a ANAC informou que as Recomendações foram consideradas cumpridas pelos motivos expostos a seguir:

A respeito da primeira Recomendação, o setor competente da ANAC expediu mensagens eletrônicas às escolas e aeroclubes cadastrados em seu banco de

dados, alertando-os sobre os riscos de ocorrência de *brownout* em determinadas situações, anexado também alguns trechos e fotografias do Relatório Final aqui tratado, bem como apresentou o endereço <https://www.pilotopolicial.com.br/brownout-em-resgate-aeromedico/> o qual direciona para artigo bastante didático a respeito das condições que possibilitam o *brownout* e as maneiras de prevenir a ocorrência do fenômeno. As entidades foram instadas a incluir o tópico em seus cursos de PPH, PCH e INVH.

Com relação à segunda Recomendação, a mesma foi considerada cumprida com a publicação do Relatório Final na página da ANAC na internet, mais especificadamente na opção “Promoção da Segurança Operacional”.

Em 12JUL2020, a ANAC publicou a Portaria nº 1.529 aprovando a Instrução Suplementar nº 141-007, Revisão A, que trata sobre os Programas de Instrução e o Manual de Instruções e Procedimentos dos Centros de Treinamento de Aviação Civil, incorporando o tema *brownout* nos cursos de formação de pilotos de helicópteros.

Em 14 de agosto de 2024.

