COMANDO DA AERONÁUTICA

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

RELATÓRIO FINAL
A-144/CENIPA/2024

OCORRÊNCIA:	**ACIDENTE**
AERONAVE:	**PR-UEA**
MODELO:	**BK117 C-2**
DATA:	**11OUT2024**

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 n º 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.

Consequentemente, 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-UEA, modelo BK117 C-2, ocorrido em 11OUT2024, tipificado como “[UIMC] IMC não intencional e [CFIT] Voo controlado contra o terreno”.

Após a decolagem, a aeronave ingressou em condições meteorológicas adversas e impactou contra o terreno na região da Serra do Amolar, MG.

A aeronave ficou destruída.

Todos os seis membros da tripulação operacional sofreram lesões fatais.

Houve a designação de Representante Acreditado do *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile* (BEA) – França, Estado de projeto e fabricação dos motores.

Houve a designação de Representante Acreditado *Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung* (BFU) – Alemanha, Estado de projeto e fabricação da aeronave.

ÍNDICE

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS. 5
1.1. Histórico do voo. 5
1.2. Lesões às pessoas. 5
1.3. Danos à aeronave. 5
1.4. Outros danos. 5
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido. 6
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes. 6
1.5.2. Formação. 6
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações. 6
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo. 6
1.5.5. Validade da inspeção de saúde. 10
1.6. Informações acerca da aeronave. 10
1.7. Informações meteorológicas. 13
1.8. Auxílios à navegação. 15
1.9. Comunicações. 15
1.10. Informações acerca do aeródromo. 15
1.11. Gravadores de voo. 15
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços. 15
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas. 16
1.13.1. Aspectos médicos. 16
1.13.2. Informações ergonômicas. 17
1.13.3. Aspectos Psicológicos. 17
1.14. Informações acerca de fogo. 18
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave. 18
1.16. Exames, testes e pesquisas. 18
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento. 19
1.18. Informações operacionais. 20
1.19. Informações adicionais. 28
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação. 31
2. ANÁLISE. 32
3. CONCLUSÕES 36
3.1. Fatos. 36
3.2. Fatores contribuintes. 37
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA 39
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS. 40

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	**Modelo:** BK117 C-2 **Matrícula:** PR-UEA **Fabricante:** *Airbus Helicopters Deutschland GmbH*	**Operador:** Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG)
Ocorrência	**Data/hora**: 11OUT2024 – 20:45 (UTC) **Local:** Serra do Amolar **Lat.** 20°22'02''S **Long.** 043°32'06''W **Município – UF:** Ouro Preto – MG	**Tipo(s):** [UIMC] IMC não intencional [CFIT] Voo controlado contra o terreno

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou de uma área não registrada em um trevo rodoviário, no município de Ouro Preto, MG, com destino ao Aeródromo Pampulha – Carlos Drummond de Andrade (SBBH), Belo Horizonte, MG, por volta das 20h45min (UTC), a fim de regressar a sua sede após realizar um voo de busca, com dois pilotos, dois operadores aerotáticos, um médico e um enfermeiro a bordo.

Após a decolagem, a aeronave ingressou em condições meteorológicas adversas e impactou contra o terreno na Serra do Amolar, MG.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	2	4	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

Obs.: conforme nota da seção 90.21 do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 90 – Requisitos para Operações Especiais de Aviação Pública, Emenda nº 2, os operadores aerotáticos e de suporte médico, embora compusessem a tripulação operacional, não eram membros da tripulação (tripulantes).

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída.



Figura 1 – Aeronave destruída após a colisão.

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas		
Discriminação	PIC	SIC
Totais	751:00	237:42
Totais, nos últimos 30 dias	18:48	24:06
Totais, nas últimas 24 horas	00:30	00:54
Neste modelo de aeronave	165:30	95:00
Neste modelo, nos últimos 30 dias	08:48	13:54
Neste modelo, nas últimas 24 horas	00:30	00:54

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros da Caderneta Individual de Voo (CIV) digital dos pilotos.

1.5.2. Formação.

Ambos os pilotos eram integrantes do CBMMG. A interação com a aviação se iniciou após seleções internas nas quais os militares passaram a receber a formação em um Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC) contratado pela Unidade Aérea Pública (UAP).

O *Pilot in Command* (PIC – piloto em comando) realizou o curso de Piloto Privado – Helicóptero (PPH) na Minas Helicópteros, em Belo Horizonte, MG, em 2017.

O *Second in Command* (SIC – segundo em comando) realizou o curso de PPH na Minas *Aviation,* em Belo Horizonte, MG, em 2021.

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

O PIC possuía a licença de Piloto Comercial – Helicóptero (PCH) desde 2019 e estava com as habilitações de Helicóptero Multimotor (HMLT), que incluía o tipo de equipamento em tela, e Voo por Instrumentos – Helicóptero (IFRH) vigentes.

O SIC possuía a licença de PPH e estava com a habilitação HMLT vigente.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os registros mantidos pelo operador, em conjunto com as informações obtidas por meio do Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI), indicaram que o PIC iniciou sua trajetória na aviação em 2017, ao obter sua primeira habilitação, operando a aeronave R22. A partir de 2018, passou a atuar operacionalmente no Batalhão de Operações Aéreas (BOA), sediado em Belo Horizonte, MG, pilotando aeronaves do modelo AS 350 B2 e, de forma concomitante, a aeronave BK117 C-2, de matrícula PR-UEA, envolvida na presente ocorrência.

Em continuidade à sua progressão operacional, ele passou a exercer a função de PIC em 2019 e obteve a habilitação IFRH em 2023. Aproximadamente um mês antes da ocorrência, realizou o voo de exame de proficiência regulamentar para revalidação de suas habilitações, não tendo sido registrada qualquer questão de ordem operacional relacionada à pilotagem.

Segundo os registros disponíveis, o PIC acumulava aproximadamente 751 horas totais de voo, das quais mais de 165 horas na aeronave de matrícula PR-UEA. Embora apresentasse experiência em voos conduzidos sob *Visual Flight Rules* (VFR – regras de voo visual), a Comissão de Investigação SIPAER verificou que ele possuía apenas cerca de 5 horas de voo sob *Instrument Flight Rules* (IFR – regras de voo por instrumentos) em *Instrument Meteorological Conditions* (IMC – condições meteorológicas de voo por instrumentos).

Adicionalmente, o PIC operava na região há cerca de sete anos, possuindo registros recentes de voos nas proximidades da cidade de Ouro Preto, MG, realizados poucos dias antes da ocorrência em análise.

O SIC iniciou sua formação como piloto em 2021, igualmente na aeronave R22. A partir de 2022, passou a operar aeronaves da UAP, incluindo o modelo AS 350 B2 e a aeronave BK117 C-2 (PR-UEA). Em 2024, em razão da aquisição de uma nova aeronave pelo BOA, realizou quatro voos no modelo A119 Koala, visando à obtenção da respectiva habilitação.

O SIC contabilizava cerca de 237 horas totais de voo, das quais 95 horas eram na aeronave PR-UEA, e não possuía habilitação para voo por instrumentos. Os registros apontaram que ele operava na UAP há aproximadamente dois anos, mas não havia registros de voos na região do acidente. Entretanto, relatos colhidos pela Comissão de Investigação SIPAER indicaram que ele já havia sobrevoado a região em outras oportunidades.

No que se refere à qualificação dos pilotos, o RBAC 90, Emenda nº 2, estabelecia os seguintes requisitos para o piloto em comando:

> 90.23 Requisitos para exercício da função de piloto em comando
>
> (a) São requisitos mínimos para exercício da função de piloto em comando na UAP:
>
> (1) ser agente público segundo a UAP;
>
> (2) ser detentor da licença de PCA/H;
>
> (3) ter concluído, na função de piloto em comando, o **treinamento** inicial, **periódico**, elevação de nível ou de transição, previstos neste Regulamento; (**grifo nosso**)
>
> (4) ser detentor da habilitação de categoria, tipo e/ou classe válida, segundo o RBAC nº 61;
>
> (5) estar com o CMA de 1ª Classe válido, segundo o RBAC nº 67;
>
> (6) possuir 500 (quinhentas) horas de voo totais na categoria da aeronave em que irá exercer a respectiva função ou 300 (trezentas) horas de voo totais no caso de avião monomotor a pistão sob VFR;
>
> (7) possuir a experiência mínima (número de horas de voo) em operações especiais de aviação pública, conforme estabelecido pela UAP no MOP;
>
> (8) ter concluído a experiência operacional sob supervisão para piloto em comando, segundo a seção 90.201 deste Regulamento;
>
> (9) para aeronave multimotora, possuir a experiência mínima (número de horas de voo) em cada modelo de aeronave multimotora, conforme estabelecido pela UAP no MOP; e
>
> (10) cumprir com os requisitos para exercício da função de piloto em comando estabelecidos pelo fabricante da aeronave, pelo relatório de avaliação operacional ou pelos OSD publicados pela ANAC ou por autoridade de aviação civil, se assim definido.
>
> 90.25 Requisitos para exercício da função de piloto segundo em comando
>
> (a) São requisitos mínimos para exercício da função de piloto segundo em comando em aeronaves certificadas com tripulação mínima de 1 (um) piloto (single pilot):
>
> (1) ser agente público, segundo a UAP;
>
> (2) não obstante o previsto na seção 61.85 do RBAC nº 61, ser detentor da licença de PPA/H com, no mínimo, 10 (dez) horas de voo registradas no modelo da aeronave em que irá exercer a respectiva função;
>
> (3) ter concluído, na função de piloto segundo em comando, o **treinamento inicial**, **periódico** ou de **transição**, previstos neste Regulamento; (**grifo nosso**)

(4) ser detentor da habilitação de categoria, tipo e/ou classe válida, para aeronave em que irá exercer a função;

(5) estar com o CMA de 1ª Classe válido, segundo o RBAC nº 67; e

(6) cumprir com os requisitos para exercício da função de piloto segundo em comando estabelecidos pelo fabricante da aeronave, pelo relatório de avaliação operacional ou OSD publicados pela ANAC ou por autoridade de aviação civil, se aplicável

No que se referia ao treinamento periódico dos pilotos, o RBAC 90 estabelecia um programa composto por duas etapas: uma teórica, em solo, e outra prática, em voo, a fim de garantir a manutenção da proficiência técnica dos pilotos, conforme o seguinte:

90.179 Treinamento periódico: requisitos gerais

(a) O treinamento periódico será composto pelas seguintes etapas:

(1) currículo de solo, segundo a seção 90.181 deste Regulamento; e

(2) currículo de voo, segundo a seção 90.183 deste Regulamento.

(b) O currículo de solo do treinamento periódico, previsto na seção 90.181 deste Regulamento, deverá ser realizado a cada:

(1) 24 (vinte e quatro) meses, para os componentes curriculares conhecimento teórico da aeronave (*ground school*) e SOP, previstos nos parágrafos 90.181(a)(1) e

(a)(4) deste Regulamento, respectivamente; e

(2) 36 (trinta e seis) meses para os demais componentes curriculares previstos na seção 90.181 deste Regulamento.

(c) O currículo de voo do treinamento periódico, previsto na seção 90.183 deste Regulamento, deverá ser realizado a cada 12 (doze) meses, contados do último voo de treinamento.

(d) Os prazos previstos no parágrafo (b) desta seção serão contados a partir da data de início do mesmo componente curricular antecedente.

(e) A ANAC poderá prorrogar os prazos dos parágrafos (b) e (c) desta seção por até 8 (oito) meses, desde que devidamente justificado. Vencido esse prazo, o piloto deverá realizar todo o treinamento inicial, previsto na seção 90.171 deste Regulamento.

90.181 **Treinamento periódico: currículo de solo** (**grifo nosso**)

(a) O currículo de solo do treinamento periódico será constituído pelos seguintes componentes curriculares:

(1) conhecimento teórico da aeronave (*ground school*);

(2) conhecimentos gerais, segundo a seção 90.157 e o parágrafo 90.173(d) deste Regulamento;

(3) **CRM** ou SRM, segundo a seção 90.157 e o parágrafo 90.173(e) deste Regulamento; **(grifo nosso)**

(4) os SOP da UAP, segundo a seção 90.157 e o parágrafo 90.173(f) deste Regulamento; e

(5) o componente curricular conhecimento para operações aéreas acima do FL250 ou com velocidades superiores ao número mach 0.75, segundo a seção 90.157 e o parágrafo 90.173(g) deste Regulamento, se aplicável.

(b) Ao final das instruções teóricas do currículo de solo periódico, o piloto deverá realizar avaliação de aprendizagem em até 2 (dois) meses, contados da conclusão do referido currículo.

90.183 **Treinamento periódico: currículo de voo** (**grifo nosso**)

(a) O currículo de voo do treinamento periódico será composto por instruções de voo, no modelo de aeronave, na função de piloto em comando ou piloto segundo

> em comando, segundo a subparte L deste Regulamento e em observância aos SOP da UAP.
>
> (b) O currículo de voo do treinamento periódico deverá conter, no mínimo, o conteúdo e a carga horária estabelecidos no relatório de avaliação operacional, nos OSD, pelo fabricante ou equivalentes, nos termos do parágrafo 90.151(d) deste Regulamento.
>
> (1) Na ausência do previsto neste parágrafo (b), a UAP deverá definir a ementa curricular e a carga horária mínima para cada lição/missão da instrução, observado o ambiente operacional da UAP e o nível de tolerabilidade do risco à segurança operacional.
>
> (c) Conforme atribuição do órgão ou ente público, regramento específico, frota, modelo de aeronaves, área geográfica de atuação, critérios operacionais e de segurança, a UAP poderá estabelecer currículos de voo complementares para preservação do desempenho da segurança operacional.
>
> (d) Ao final do treinamento periódico, o piloto deverá ter alcançado o nível de atuação atribuído para cada manobra e na referida função, antes da realização do exame de proficiência requerido pela ANAC.

A seção 90.181 previa treinamentos teóricos que ocorreriam em solo e que, entre outros conteúdos, envolviam conhecimentos gerais, *Crew Resource Management* (CRM – gerenciamento de recursos de equipe/tripulação) e *Standard Operating Procedures* (SOP – procedimentos operacionais padrão) da UAP. Havia ainda a necessidade da realização de uma avaliação de aprendizagem no prazo máximo de dois meses após a conclusão do treinamento.

Por sua vez, a seção 90.183 estabelecia um treinamento em voo, que deveria contemplar instruções no modelo de aeronave, na função de PIC ou SIC, observando os SOP da UAP e garantindo a proficiência mínima exigida para a operação.

A respeito dos treinamentos de solo, a Comissão de Investigação SIPAER identificou que os dois pilotos não participaram do último ciclo de treinamento periódico em CRM, promovido em 2023. Conforme os registros disponíveis, o último treinamento dessa natureza realizado pelo PIC ocorreu em 2017, enquanto o SIC participou pela última vez em 2021, sendo, em ambos os casos, treinamentos realizados durante a formação inicial de cada piloto. Nesse contexto, constatou-se que a UAP não conferia caráter obrigatório a esse tipo de instrução.

Sendo assim, conforme os registros disponíveis, os pilotos não estavam qualificados, mas possuíam experiência compatível com o tipo de voo realizado.

Além dos pilotos, a tripulação operacional contava ainda com dois operadores aerotáticos e dois profissionais de saúde embarcados.

A respeito do treinamento periódico dos operadores aerotáticos, o RBAC 90 estabelecia o seguinte:

> 90.31 Requisitos para exercício da função de operador aerotático
>
> (a) São requisitos mínimos para exercício da função de operador aerotático:
>
> (1) ser agente público, segundo a UAP;
>
> (2) ter concluído o treinamento de operador aerotático, segundo a subparte N deste Regulamento; e
>
> (3) ser detentor de autorização médica que certifique sua aptidão psicofísica para exercício da referida função.

Nesse sentido, não era obrigatório que realizassem um treinamento periódico, contudo, o CRM era ministrado durante o treinamento inicial. Com relação aos operadores aerotáticos deste acidente, um deles, que havia acabado de ingressar no quadro de tripulantes da UAP, realizou o referido treinamento em 2023 e o outro em 2021.

No mesmo sentido, o RBAC 90 também não estabelecia um treinamento periódico aos profissionais de saúde embarcados.

> 90.45 Profissional de saúde embarcado
>
> (a) O PSE deverá:
>
> (1) ser profissional da saúde, segundo a legislação e/ou regulamentação específica;
>
> (2) ter recebido briefing de segurança do piloto em comando da aeronave ou dos membros da tripulação (ou outra pessoa com função a bordo) por ele designado, no mínimo nos seguintes assuntos:
>
> [...].

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de *Serial Number* (SN – número de série) 9650, foi fabricada em 2013 pela *Airbus Helicopters Deutschland GmbH* (anteriormente *Eurocopter Deutschland GmbH*), e estava inscrita na Categoria de Registro Pública Administração Direta Estadual (ADE).

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

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

A manutenção da aeronave era executada por empresa terceirizada, a qual seguia o programa de manutenção estabelecido pelo fabricante. Conforme os registros disponíveis, as manutenções previstas estavam em dia.

A última inspeção da aeronave, do tipo “100 horas”, foi realizada em 15AGO2024 pela Organização de Manutenção (OM) HBR Aviação S/A, em Belo Horizonte, MG, estando com 60 horas e 12 minutos voados após a inspeção.

A última inspeção mais abrangente da aeronave, do tipo “2.400 horas”, foi realizada em 09FEV2024 pela OM HBR Aviação S/A, em Belo Horizonte, MG, estando com 219 horas e 6 minutos voados após a inspeção.

A aeronave PR-UEA, modelo BK117 C-2, era um helicóptero bimotor multifuncional de porte médio. Esse modelo era *single pilot* e amplamente empregado em missões de transporte de passageiros, evacuação médica, busca e salvamento, além de operações de transporte de carga.

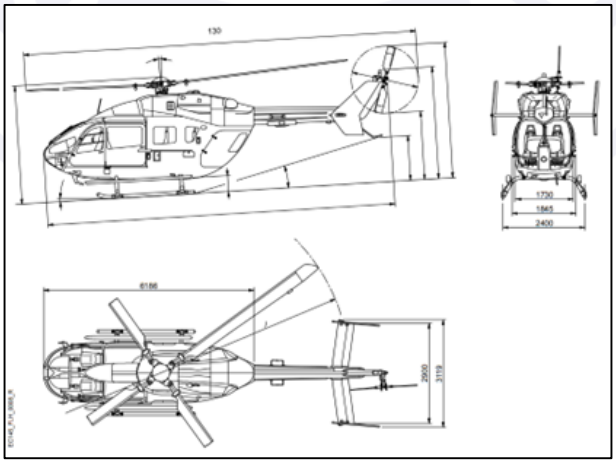


Figura 2 – Imagem da aeronave.
Fonte: adaptado do *Rotorcraft Flight Manual* (RFM – manual de voo de aeronave de asas rotativas).

O modelo era equipado com dois motores *Turbomeca Arriel* 1E2, com peso máximo de decolagem de 3.585 kg, podendo voar até uma altitude máxima de 18.000 ft.

Possuía uma capacidade máxima de onze assentos, sendo dois para os pilotos e nove para outros tripulantes ou passageiros.

A aeronave era equipada com o sistema *Moving map EuroNav* IV, de suporte à navegação primária, contribuindo para a consciência situacional e para o gerenciamento do voo dos pilotos, por meio da disponibilização de mapas digitais orientados em tempo real em um painel na cabine de pilotagem. Um exemplo de sua representação gráfica está na Figura 3.

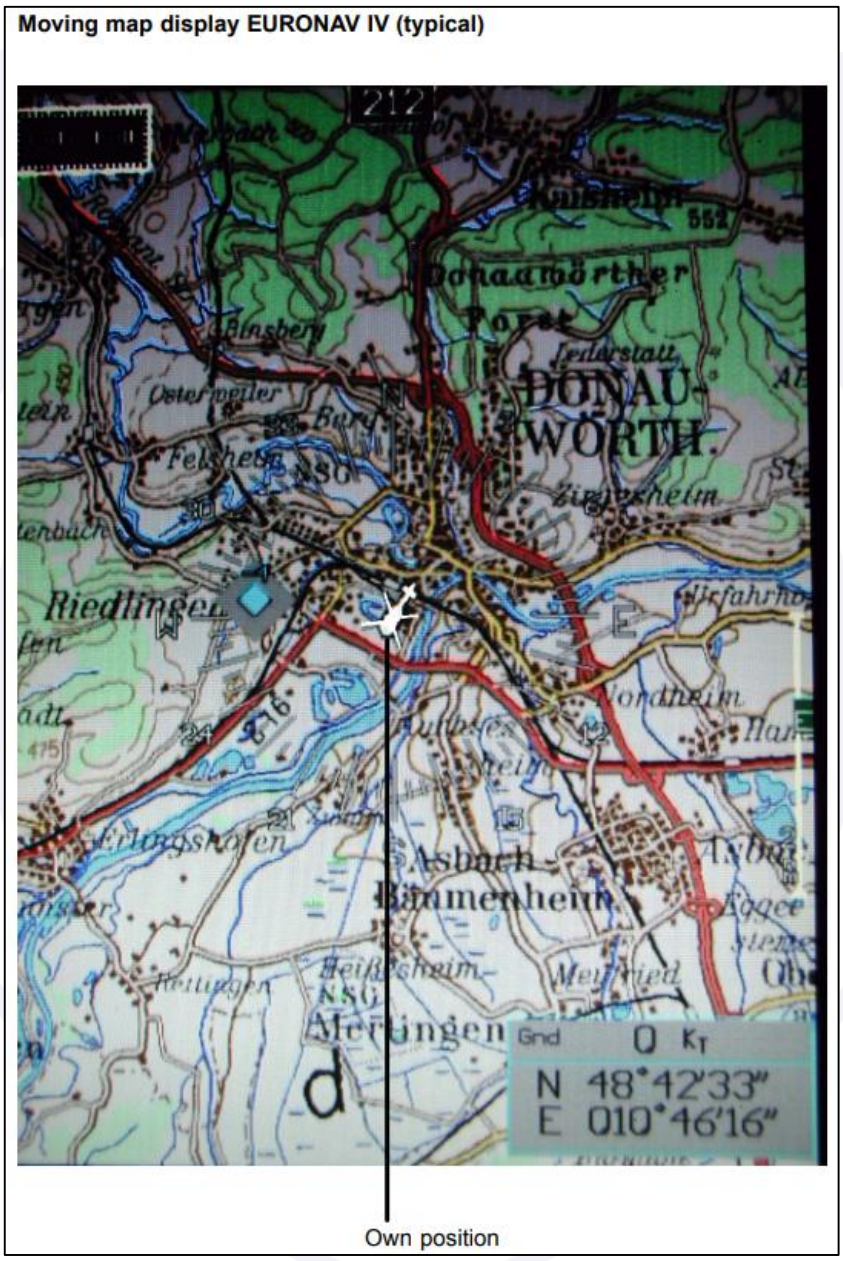


Figura 3 – Exemplo de imagem do *EuroNav* IV.
Fonte: adaptado do RFM.

No entanto, esse sistema não foi projetado para ser operado em condições de voo por instrumentos e deveria ser utilizado apenas sob VFR, conforme estabelecido pelo fabricante no RFM.

2. **LIMITATIONS**

The use of the EuroNav III / IV / IV+ system is approved for VFR operation only.

The EuroNav III / IV / IV+ must not be used for primary navigation.

The operator is responsible for using the current map–software version.

Figura 4 – Limitação do *EuroNav* IV.
Fonte: adaptado do RFM.

A aeronave era equipada com um *Enhanced Ground Proximity Warning System* (EGPWS – sistema de alerta de proximidade com o solo), integrado a fontes como altímetro, GPS e banco de dados de terreno. A finalidade desse sistema era aumentar a consciência situacional dos pilotos, fornecendo informações visuais sobre a proximidade do relevo por meio de uma escala de cores exibida no painel de navegação, conforme ilustrado na Figura 5.

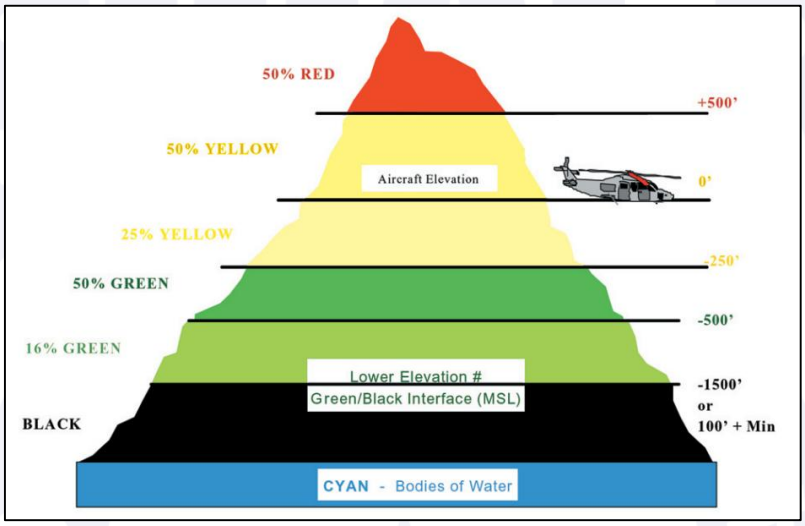


Figura 5 – Escala de cores do EGPWS.
Fonte: EGPWS *Pilot's Guide*.

Na Figura 6, observa-se a imagem do equipamento, conforme demonstrado no RFM da aeronave, apresentando a configuração típica de exibição utilizada para indicar a proximidade do relevo em relação à trajetória da aeronave.



Figura 6 – Exemplo de visualização do EGPWS.
Fonte: RFM.

1.7. Informações meteorológicas.

Os *Meteorological Aerodrome Reports* (METAR – reporte meteorológico de aeródromo) de SBBH traziam as seguintes informações:

METAR SBBH 111800Z 10010KT 9999 SCT035 28/20 Q1014

METAR SBBH 111900Z 12012KT 9999 SCT035 29/20 Q1013

METAR SBBH 112000Z 11012KT 9999 FEW048 SCT060 27/18 Q1014

Dessa forma, constatou-se que o aeródromo de destino operava sob condições visuais desde o horário de decolagem do PR-UEA até o momento do acidente.

Contudo, para a análise das condições meteorológicas no local do acidente, especialistas do Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica (CIMAER) realizaram um estudo específico das condições vigentes na região da ocorrência.

Segundo esses profissionais, a *Significant Weather Chart* (SIGWX – carta meteorológica significativa) que englobava previsões da superfície até o FL250, das 18h00min (UTC) do dia 11OUT2024, vigência compreendida entre 15h00min (UTC) e 21h00min (UTC), previa para a região analisada, as seguintes condições meteorológicas:

- nebulosidade baixa do gênero *Stratus* (ST – stratus), com base a 800 ft e topo a 1.500 ft, constituindo de 5 a 7 oitavos (BKN) da abóbada celeste;
- nebulosidade baixa dos gêneros *Cumullus* (CU – cumulus*) e Stratocumulus (*SC – stratocumulus), com base a 1.500 ft e topo a 6.000 ft, constituindo de 5 a 7 oitavos (BKN) da abóbada celeste;
- nebulosidade do gênero *Towering Cumulus* (TCU – cumulus encastelados), com base a 2.500 ft e topo a 21.000 ft, constituindo de 1 a 2 oitavos (FEW) da abóbada celeste;
- nebulosidade do gênero *Cumulunimbus* (CB – cumulonimbus), com base a 2.500 ft e topo acima de 25.000 ft, constituindo de 1 a 2 oitavos (FEW) da abóbada celeste;
- nebulosidade média do gênero *Altocumulus* (AC – altocumulus) e *Altostratus* (AS – altostratus), com base a 7.000 ft e topo a 18.000 ft, constituindo de 5 a 7 oitavos (BKN) da abóbada celeste;
- sistema frontal sobre o continente, com deslocamento para NE a uma velocidade prevista de 20 kt;
- áreas de névoa úmida;
- áreas extensas de precipitação; e
- pancadas de chuva.

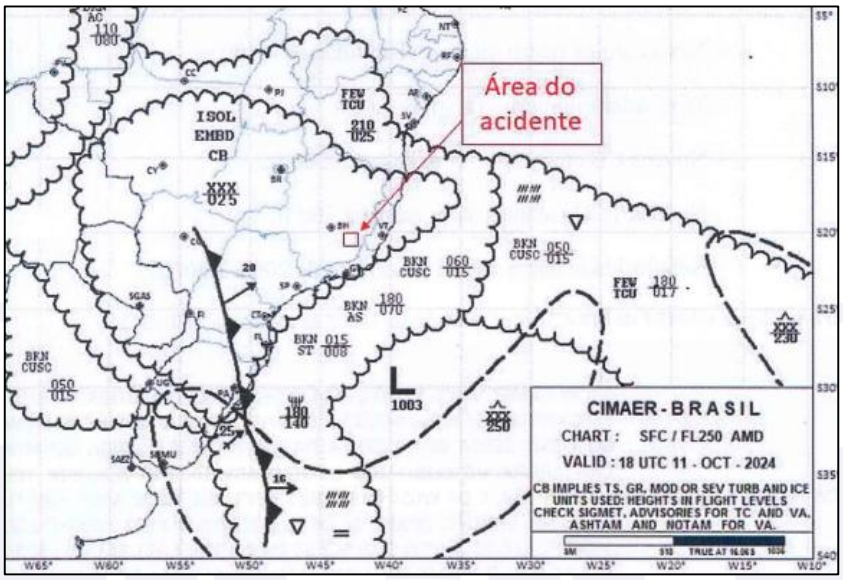


Figura 7 – SIGWX das 18h00min (UTC) de 11OUT2024.
Fonte: adaptado da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET).

Nesse contexto, é importante destacar a presença de áreas de instabilidade sobre a região do acidente, com previsão de formação de nuvens CB, ocorrência de pancadas de chuva e fenômenos restritores de visibilidade como a névoa úmida.

Por sua vez, a *General Aviation Meteorological Information* (GAMET – previsão de área ou subárea) fornecia um prognóstico regional em níveis mais baixos de voo, contemplando, em uma *Flight Information Region* (FIR – região de informação de voo), a faixa compreendida entre o solo e o FL100 (ou FL150 em regiões montanhosas). A mensagem GAMET da Região de Informação de Voo de Curitiba (FIR-CW), com validade das 18h00min às 00h00min (UTC) do dia 11OUT2024, previa para a região em tela condições semelhantes à carta SIGWX:

- chuva moderada restringindo a visibilidade a 2.000 m;
- névoa úmida restringindo a visibilidade a 1.500 m;
- trovoadas embutidas (EMB TS);
- nuvens CB embutidas, com base a 3.000 ft;
- nuvens TCU isoladas, com base a 2.500 ft; e
- nebulosidade baixa, constituindo teto de 200 a 1.200 ft.

SBCW GAMET 11/10/2024

SBCW GAMET VALID 111800/112400 SBGL- SBCW CURITIBA FIR BLW FL100 SECN I SFC WIND: E OF W050 040/32KT SFC VIS: 1500M BR 2000M RA SIGWX: EMBD TS MT OBSC: SERRA GERAL SERRA DA MANTIQUEIRA SERRA DO MAR SERRA DA CANTAREIRA SIG CLD: EMBD CB 3000/ABV 10000FT AGL ISOL TCU 2500/ABV 10000FT AGL E OF W050 BKN 200/1200FT AGL TURB: MOD ABV FL080 SECN II PSYS: NIL WIND/T: 2000FT N OF S25 310/30KT PS22 5000FT 310/35KT PS19 10000FT 310/55KT PS09 CLD: SCT SC 1600/5000FT AGL SCT CU 1900/6000FT AGL SCT AC 8000/10000FT AGL FZLVL: ABV 10000FT AGL MNM QNH: 1005HPA SEA: T21 HGT 4M VA: NIL=

Figura 8 – GAMET da FIR-CW das 18h00min às 00h00min (UTC) do dia 11OUT2024.
Fonte: adaptado da REDEMET.

Do mesmo modo, a imagem do satélite GOES-16, canal infravermelho, do dia 11OUT2024 às 20h40min (UTC), evidenciava a formação de nuvens multicamadas a oeste do local do acidente, com considerável desenvolvimento vertical. Essa condição era indicativa da presença de tempo adverso na região, com possibilidade de ocorrência de

trovoadas, formação de gelo, granizo, ventos fortes, chuva de intensidade moderada a forte e turbulência moderada a severa.

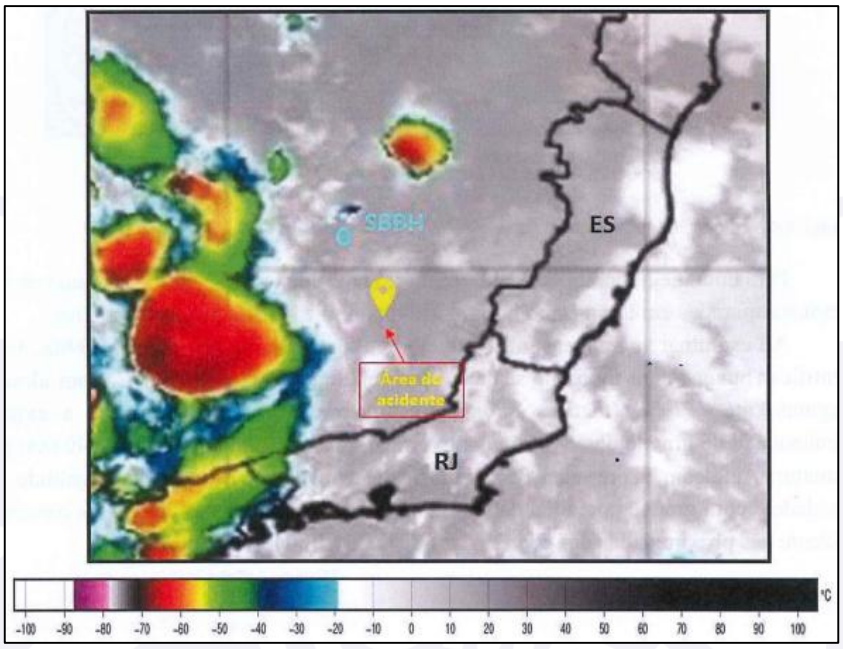


Figura 9 – Imagem do satélite GOES-16, do dia 11OUT2024 às 20h40min (UTC).
Fonte: adaptado do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

A Serra do Amolar é uma formação geológica próxima ao centro da cidade de Ouro Preto, MG, que se assemelha a um paredão rochoso e se estende por vários quilômetros cujo topo ultrapassa os 5.080 ft de altitude.

A aeronave impactou em um ponto próximo ao topo da serra, a uma altitude aproximada de 5.023 ft. Os destroços encontravam-se concentrados em torno da área do impacto principal. No entanto, devido ao declive acentuado do terreno, componentes da aeronave com maior massa, como os motores, sofreram deslocamento descendente, sendo encontrados em posições mais baixas ao longo da encosta, conforme Figura 10.



Figura 10 – Concentração dos destroços próximos ao topo da Serra.

Não foi possível identificar as posições dos interruptores relacionados ao EGPWS devido ao alto nível de destruição desses componentes.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Profissionais do Instituto de Medicina Aeroespacial (IMAE) do Comando da Aeronáutica (COMAER) analisaram o acidente e emitiram os apontamentos que integram esta seção.

Relatos colhidos durante a investigação indicaram que, nos dias que antecederam a ocorrência, o PIC apresentou sinais compatíveis com um possível estado de estafa. Foram mencionadas queixas frequentes de cefaleia, lapsos de memória e relatos do próprio tripulante acerca da sensação de sobrecarga decorrente do acúmulo de atribuições funcionais.

De forma semelhante, informações obtidas junto a pessoas próximas ao SIC apontaram indícios de cansaço físico e mental, sendo relatada a dificuldade do tripulante em conciliar as demandas operacionais com atividades administrativas adicionais.

A sobrecarga de tarefas pode comprometer diretamente a capacidade de pilotagem de um tripulante ao afetar funções cognitivas essenciais, como atenção, tomada de decisão, memória de trabalho e capacidade de resposta a situações imprevistas. Quando submetido a múltiplas atribuições simultâneas, especialmente fora do ambiente operacional, o piloto pode apresentar redução da consciência situacional e do desempenho psicomotor, fatores críticos para a condução segura de uma aeronave. Além disso, a exposição contínua ao estresse ocupacional e à fadiga favorece o surgimento de lapsos, erros operacionais e julgamento inadequado, aumentando o risco de ocorrências.

Com relação ao acidente em análise, constatou-se a presença de condições meteorológicas que favoreciam a ocorrência de ilusões visuais, ou seja, impressões sensoriais falsas ou interpretações equivocadas do ambiente externo, capazes de afetar diretamente a percepção dos pilotos.

Dentre toda a extensão da Serra do Amolar, a trajetória da aeronave direcionou-se a um ponto situado acima de uma reentrância na superfície rochosa. Em meio a formações meteorológicas densas e massivas, essa característica do relevo poderia ser percebida

como uma possível abertura no céu, induzindo a tripulação a interpretar erroneamente o espaço à frente como uma área livre de obstáculos, conforme ilustrado na Figura 11.



Figura 11 – Reentrância na superfície rochosa.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

A tripulação operacional era composta por dois pilotos, dois operadores aerotáticos e dois profissionais de saúde embarcados. Os pilotos e os operadores aerotáticos pertenciam ao efetivo da UAP, enquanto os profissionais de saúde integravam o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e eram regularmente escalados para permanecerem de prontidão na UAP, a fim de cumprirem missões aeromédicas.

O PIC foi descrito por colegas de trabalho como um profissional centrado, experiente, discreto e comprometido com suas funções. Demonstrava perfil resolutivo e harmônico, mantendo boa convivência no ambiente de trabalho e sendo reconhecido pela postura colaborativa e pela priorização da segurança operacional.

Relatos apontaram que ele costumava cumprir as atribuições sem apresentar resistência, buscando manter um padrão elevado de desempenho em todas as frentes de atuação, sendo considerado como referência por vários outros pilotos mais novos.

Poucos meses antes do acidente, o PIC foi designado para a chefia da área de manutenção da UAP, assumindo a gestão da frota de aeronaves, incluindo aquelas posicionadas em bases destacadas em outras cidades. Paralelamente, encontrava-se envolvido na organização de um evento institucional de grande porte, que exigia elevado nível de dedicação e comprometimento. Assim, passou a acumular múltiplas funções, somando essas atribuições às suas escalas regulares de voo.

Nesse contexto, pessoas próximas ao PIC relataram sinais característicos de desgaste físico e mental, mencionando episódios de cansaço e preocupações decorrentes do acúmulo de responsabilidades. Observou-se, ainda, que frequentemente realizava atividades profissionais mesmo durante períodos destinados ao descanso.

No que se refere ao ambiente pessoal, o PIC enfrentava problemas pessoais e financeiros que vinham gerando uma sobrecarga emocional significativa, que exigiam sua atenção constante e dificultavam o equilíbrio entre a vida pessoal e as obrigações do trabalho.

No dia do acidente, conforme informações obtidas, o PIC relatou a alguns colegas de trabalho que não se sentia bem, porém não formalizou essa condição e manteve sua rotina operacional.

Por sua vez, o SIC era descrito como um profissional metódico, introspectivo e de postura reservada, reconhecido por sua competência técnica. Informações apuradas indicaram que, em período anterior, havia sido temporariamente afastado de suas atividades devido ao estresse relacionado ao acúmulo de funções, ocasião em que exercia diferentes atribuições simultaneamente, incluindo a coordenação de um projeto de grande porte em área na qual não possuía experiência prévia.

Naquele período, buscou apoio psicológico por iniciativa própria, retornando às atividades operacionais após o afastamento, sem registros posteriores de intercorrências semelhantes.

Entre os operadores aerotáticos, um deles era descrito como profissional experiente, de postura firme e crítico quanto à condução de missões em condições adversas, não sendo comum que concordasse com operações que, em sua avaliação, apresentassem risco elevado. O segundo operador aerotático havia sido recentemente transferido para o BOA e participava de sua primeira missão junto à equipe, tendo solicitado inclusão na escala como forma de adaptação à nova unidade.

Em relação aos profissionais de saúde embarcados, as informações recebidas indicaram que ambos adotaram uma postura passiva quanto às decisões operacionais da tripulação, não manifestando qualquer questionamento ou análise a respeito dos critérios para o pernoite da aeronave no trevo rodoviário ou para o procedimento de decolagem.

No contexto do voo, o PIC manifestou a algumas pessoas sua preocupação com as condições meteorológicas adversas, chegando a solicitar uma viatura para possibilitar o retorno de toda a tripulação operacional à sede da UAP. Entretanto, demonstrou expressivo desconforto com a possibilidade de deixar parte do efetivo guarnecendo a aeronave no trevo rodoviário durante o pernoite.

1.14. Informações acerca de fogo.

O impacto da aeronave contra o relevo da serra provocou a ruptura dos tanques, ocasionando o derramamento imediato de combustível. A fonte provável de ignição foi o atrito gerado no momento da colisão com a rocha, o qual, associado à elevada energia cinética e à presença de superfícies aquecidas, resultou na deflagração de um incêndio.

As chamas consumiram grande parte da estrutura da aeronave, comprometendo a integridade de diversos componentes e dificultando sua identificação visual durante os trabalhos de campo.

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

Nada a relatar.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Um dos tripulantes operacionais registrou, por meio de vídeo em aparelho celular, o voo da aeronave PR-UEA desde a decolagem até o impacto. O material foi encaminhado ao Laboratório de Análise de Dados de Gravadores de Voo (LABDATA) do CENIPA, que realizou a filtragem de ruídos e a análise espectral do áudio, com o objetivo de identificar eventuais sinais de voz ou alertas sonoros, como os emitidos pelo sistema EGPWS. A

análise considerou, entre outros procedimentos, a aplicação de filtros nas frequências fundamentais do rotor e a observação do espectro resultante.

Como resultado, não foram identificados sinais que caracterizassem a presença de voz ou outros alertas no áudio analisado. Ressaltou-se, entretanto, que a elevada intensidade dos ruídos dos motores e demais componentes da aeronave pode ter encoberto possíveis diálogos ou sons de advertência, não sendo possível confirmar a inexistência dessas manifestações durante o voo.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

A UAP era subordinada ao Comando Especializado do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, o qual integrava a estrutura do Comando-Geral da corporação. À época da ocorrência, a UAP dispunha de sua sede em Belo Horizonte, MG, além de três bases desdobradas localizadas nos municípios de Montes Claros, Varginha e Uberaba. Havia, ainda, previsão de ampliação da estrutura operacional, com a implantação de novas bases em Governador Valadares e Juiz de Fora, MG.

A UAP operava com uma frota composta por aeronaves de asas fixas, dois *Cessna Grand Caravan* (C208) e um *Air Tractor* (AT502), além de aeronaves de asas rotativas, três helicópteros Esquilo (AS 350, sendo dois B2 e um B3), uma aeronave BK117 C-2 (envolvida na ocorrência) e uma Koala (AW119). Havia, ainda, previsão de incorporação de duas aeronaves BK117 D-3 e duas unidades adicionais do modelo AW119.

As missões abrangiam diversas atividades em apoio à população, incluindo operações de busca, salvamento e transporte aeromédico de pacientes. Na maioria dos casos, os voos tinham como finalidade o atendimento a pessoas em situação de emergência.

Os acionamentos das missões ocorriam por meio da central de regulação, a qual filtrava os chamados e direcionava os acionamentos. A tripulação operacional, ao receber o chamado, reunia-se para avaliar a missão, sendo a decisão final atribuída ao PIC, em conjunto com a equipe médica, conforme a complexidade e os riscos da ocorrência.

Conforme o histórico operacional disponibilizado, os voos com aeronaves de asas rotativas eram realizados, majoritariamente, durante o período diurno, com término das atividades normalmente limitado ao horário do pôr do sol. De acordo com os relatos obtidos, tal prática representava uma estratégia adotada pela Organização para mitigar os riscos associados às operações noturnas, considerando-se, ainda, os perigos já inerentes às atividades desempenhadas pela UAP. Ressalta-se, inclusive, que as legislações internas vigentes à época orientavam que os voos com asas rotativas fossem realizados exclusivamente sob condições visuais.

A estrutura de escalas era gerenciada por um oficial da UAP, que acumulava a função de subcomandante. O escalante era responsável por integrar os profissionais das bases descentralizadas, incluindo os militares que, embora lotados em outras Unidades, prestavam apoio operacional à UAP mediante comunicação prévia de suas disponibilidades. A composição da escala era influenciada por aspectos hierárquicos, o que impunha desafios à equalização das demandas operacionais e à distribuição equilibrada do efetivo nas missões.

De acordo com os dados levantados, era recorrente entre os tripulantes da UAP a autopercepção de sobrecarga de trabalho. Houve relatos de que alguns profissionais, mesmo durante períodos destinados ao descanso, permaneciam executando atividades administrativas, muitas vezes de forma presencial, o que contribuía para a redução dos intervalos efetivos de recuperação física e mental.

A Comissão constatou que a percepção de sobrecarga estava associada, em grande parte, à escassez de efetivo diante do crescimento da estrutura organizacional e do aumento das atribuições da UAP.

Em 2022, após o acidente envolvendo a aeronave de matrícula PT-SUS, foi conduzida uma análise da UAP por profissionais da área de psicologia, contemplando a observação da rotina operacional e o levantamento de aspectos relacionados à saúde mental, sobrecarga de trabalho, estresse ocupacional e necessidades organizacionais. Como resultado desse trabalho, foram implementadas algumas medidas, dentre as quais a criação de um controle de banco de horas. Contudo, informações coletadas pela Comissão indicaram que tais ações não alcançaram plena efetividade, em razão das demandas operacionais constantes e da insuficiência de efetivo.

No que se refere à gestão da segurança de voo, constatou-se que os relatórios de prevenção eram elaborados de forma voluntária, porém não havia incentivo institucional à sua produção nem tratamento sistemático das informações até o ano de 2023. Adicionalmente, ocorrências de menor gravidade envolvendo as aeronaves da UAP, que não atendiam aos critérios estabelecidos pelo CENIPA para a instauração de um processo formal de investigação por parte da autoridade de investigação SIPAER, não eram investigadas internamente, resultando na ausência de processos estruturados de investigação e identificação de fatores contribuintes.

Do ponto de vista cultural, dados apontaram que os desafios enfrentados no ambiente organizacional da UAP eram amplamente internalizados pelos próprios integrantes. A sobrecarga de trabalho, o cansaço constante e as dificuldades operacionais eram percebidos como elementos inerentes à função desempenhada em uma Unidade pertencente ao Corpo de Bombeiros.

De acordo com os dados obtidos, muitos profissionais relatavam compreender tais condições como parte da rotina esperada, desenvolvendo uma postura de alta tolerância ao esforço físico e emocional.

1.18. Informações operacionais.

A operação que estava sendo realizada seguia os requisitos estabelecidos no RBAC 90.

Segundo os dados disponíveis, a aeronave operava dentro dos limites de peso e balanceamento estabelecidos pelo fabricante e encontrava-se com a manutenção em dia, conforme os critérios previstos nos manuais técnicos aplicáveis ao modelo.

A tripulação havia sido previamente escalada para permanecer de prontidão na sede da UAP, a fim de atender a acionamentos intempestivos. No início da jornada, foi realizado um *briefing* conjunto, seguido do cumprimento dos procedimentos previstos para a inspeção da aeronave.

Após essa etapa, os membros da tripulação operacional permaneceram em regime de prontidão, período em que os pilotos e os operadores aerotáticos desempenharam atividades administrativas até o acionamento para o voo em tela.

Por volta das 18h00min (UTC), a tripulação operacional foi acionada para o atendimento de uma missão de busca e salvamento, com o objetivo de localizar uma aeronave desaparecida na região de Ouro Preto, MG.

Às 18h23min (UTC), a aeronave PR-UEA decolou de SBBH sob condições visuais de voo. Conforme o plano apresentado aos Órgãos de Controle, o voo seria conduzido sob VFR, com previsão de sobrevoo da área de buscas e posterior retorno ao aeródromo de origem.

Após a decolagem, a aeronave prosseguiu para a região designada, onde encontrou condições meteorológicas adversas. Ainda assim, o avião que buscavam foi localizado em um local no qual não era possível o pouso do PR-UEA. Para viabilizar o deslocamento da equipe médica ao local, foi realizado o pouso em um trevo rodoviário, de onde o médico e

o enfermeiro seguiram por meio de viatura do Corpo de Bombeiros. No local, foi constatado o óbito do piloto da aeronave acidentada, o que descontinuou a necessidade de evacuação aeromédica e permitiria o retorno da aeronave à sede da UAP.

Como o trevo rodoviário não constituía um heliponto cadastrado pela ANAC, aplicavam-se os requisitos previstos no RBAC 90 para operações dessa natureza realizadas pela UAP:

> 90.301 Requisitos gerais para pouso ou decolagem em local não cadastrado pela ANAC
>
> [...]
>
> (c) O requisito inicial para realização do pouso ou decolagem em local não cadastrado pela ANAC é que o controle do risco inerente à operação, incluindo a proteção das aeronaves, tripulação, outras pessoas com função a bordo, passageiros e terceiros, esteja dentro no NADSO.
>
> (d) Independentemente das disposições desta seção, o piloto em comando da aeronave poderá recusar qualquer operação aérea em local não cadastrado pela ANAC para preservação da segurança de voo.
>
> (e) A UAP deverá estabelecer no MOP e nos SOP disposição expressa sobre operações de pouso e/ou decolagem em locais não cadastrados pela ANAC.
>
> (f) São requisitos para decolagem ou pouso em locais não cadastrados pela ANAC:
>
> (1) **que esteja sob VMC** (**grifo nosso**);
>
> [...]
>
> (4) que as **rotas** de aproximação e de **subida escolhidas minimizem a exposição da aeronave a fenômenos meteorológicos adversos** (**grifo nosso**);
>
> [...]
>
> (7) que a **tripulação** e outras pessoas com função a bordo estejam **devidamente treinadas para este tipo de operação**, incluídos os componentes curriculares para se evitar colisão com fios e obstáculos próximos ao solo (**grifo nosso**);
>
> [...]
>
> (i) **É vedado o pouso ou a decolagem em locais não cadastrados pela ANAC em IMC** ou sob IFR (**grifo nosso**).

Com relação as regras estabelecidas pelo DECEA, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-4/2021, que dispunha sobre “Regras e Procedimentos Especiais de Tráfego Aéreo para Helicópteros”, estabelecia o seguinte:

> 3 REGRAS DE VOO VISUAL
>
> 3.1 CRITÉRIOS GERAIS
>
> [...]
>
> 3.1.3 Fora do espaço aéreo controlado, abaixo de 3.000 ft de altitude ou 1.000 ft de altura sobre o terreno, o que resultar maior, o voo VFR de helicóptero realizar-se-á somente quando, simultânea e continuamente, puderem ser cumpridas as seguintes condições:
>
> a) manter-se em condições de **visibilidade de voo iguais ou superiores a 1.000 m**, desde que **a velocidade de voo seja suficiente para ser** visto e **evitado** o tráfego ou **qualquer obstáculo** com tempo suficiente para se prevenir uma colisão; e (**grifo nosso**)
>
> b) **permanecer afastado de nuvens e manter referência com solo** ou água. (**grifo nosso**)

Por sua vez, o Manual Geral de Operações (MGO) da UAP, edição de outubro de 2009, em sua página 50, estabelecia os requisitos operacionais aplicáveis aos voos conduzidos sob VFR no período diurno. De acordo com o documento, competia ao PIC a

determinação da altitude mínima e da velocidade a serem adotadas, considerando as condições meteorológicas e operacionais vigentes, bem como a segurança da missão:

> VOO VFR:
>
> No período diurno:
>
> Operará em condições visuais, **cabendo ao comandante a determinação da altitude** mínima e velocidade a serem voadas, considerando, entre outros aspectos: (**grifo nosso**)
>
> ➢ **Condições meteorológicas (atual e evolução)**; (**grifo nosso**)
>
> ➢ Quantidade de combustível para desvios e retorno, se for o caso;
>
> ➢ Mapa de riscos levantados na área sobrevoada; e
>
> ➢ Possíveis locais de pouso ocasional, em caso de necessidade.

Sobre as restrições adicionais estabelecidas internamente pelo operador, o Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO), edição de maio de 2012, dispunha, à época da ocorrência, que as aeronaves de asas rotativas estavam autorizadas a operar exclusivamente sob VFR, conforme a seguir transcrito:

> 2.2. RESTRIÇÕES OPERACIONAIS
>
> Operações sobre Regras de Voo Visual (VFR) diurno e noturno para asas rotativas e operações sobre Regras de Voo por Instrumentos (IFR) e VFR diurno e noturno para asas fixas.

Dessa forma, voos IFR não estavam contemplados nas prerrogativas operacionais para o modelo de aeronave em tela, configurando uma limitação operacional adicional imposta pelo próprio operador, ainda que não exigida pela regulamentação vigente.

O horário do pôr do sol no dia do acidente em SBBH era às 20h56min (UTC), conforme Figura 12.

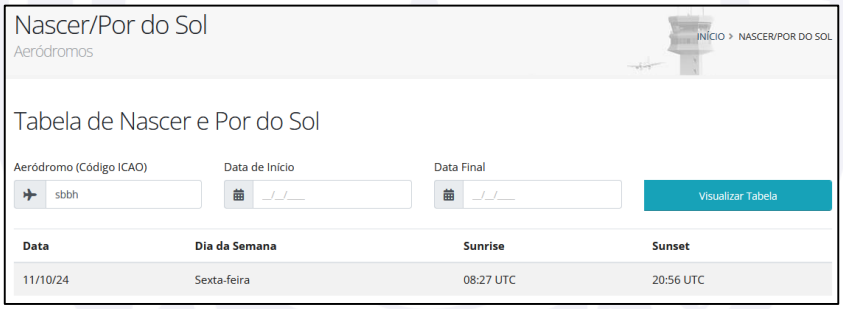


Figura 12 – Horário do pôr do sol em SBBH.
Fonte: AISWEB.

Observadores registraram a aeronave PR-UEA em solo, no trevo rodoviário, sob condições meteorológicas incompatíveis com o voo VFR, com visibilidade horizontal e vertical severamente degradadas.

Segundo informações obtidas pela Comissão de Investigação SIPAER, o PIC entrou em contato telefônico com integrantes da UAP, informando inicialmente que a visibilidade horizontal estava restrita a aproximadamente 100 metros, mas que ainda era possível observar o céu acima. Pouco tempo depois, relatou nova redução da visibilidade horizontal, estimando-a em 50 metros, mas que ainda, segundo suas palavras, “mantinha contato visual com boa parte do céu”.

Considerando a piora das condições meteorológicas, o PIC solicitou o apoio de uma viatura da UAP para o transporte de parte da tripulação operacional para retorno à sede, em SBBH. Entretanto, era prática estabelecida na UAP que, nos casos em que a aeronave pernoitasse fora de aeródromos dotados de infraestrutura, parte da tripulação operacional

fosse designada para permanecer em sua guarda. Contudo, quando a viatura chegou ao trevo rodoviário, a aeronave já havia decolado.

O voo foi parcialmente registrado em dois vídeos. O primeiro, captado por um observador externo, registrou a aeronave decolando do trevo rodoviário. O segundo vídeo, mais completo, registrado por um tripulante operacional que estava no assento do lado direito da parte traseira da aeronave, registrou integralmente o voo, desde a decolagem até o impacto.

As imagens da Figura 13 ilustram os registros de forma sincronizada, apresentando os 3 segundos iniciais do voo, com o registro do observador externo à esquerda e o do tripulante operacional à direita.



Figura 13 – Aeronave aos 3 segundos de voo. Registro do observador externo à esquerda e o do tripulante operacional à direita.

A Figura 14 registra a aeronave 17 segundos após a decolagem, em voo estabilizado e ainda com contato visual com o solo.



Figura 14 – Aeronave aos 17 segundos de voo.

A Figura 15 registra a aeronave aos 27 segundos de voo, iniciando o ingresso em uma área com visibilidade progressivamente reduzida.



Figura 15 – Aeronave aos 27 segundos de voo.

O registro realizado pelo observador externo foi encerrado nesse ponto. Entretanto, o vídeo gravado pelo tripulante operacional prosseguiu, permitindo observar que, aproximadamente aos 30 segundos de voo, a tripulação perdeu o contato visual com o solo, ingressando em *Instrument Meteorological Conditions* (IMC – condições meteorológicas de voo por instrumentos), conforme Figura 16.



Figura 16 – Registro aos 30 segundos de voo com a perda do contato visual com o solo.

Por fim, a Figura 17 registra a aeronave aos 55 segundos de voo, quando se observa o surgimento abrupto da superfície rochosa, aproximadamente, um segundo antes do impacto, ocorrido aos 56 segundos a cerca de 5.023 ft de altitude.



Figura 17 – Registro aos 55 segundos de voo com o surgimento abrupto da superfície rochosa.

Para avaliar a percepção visual dos tripulantes quanto a uma possível melhora nas condições meteorológicas, foi elaborada a composição apresentada na Figura 18. À esquerda, observa-se o recorte de um registro realizado por um observador externo logo após o pouso do PR-UEA, evidenciando a vegetação localizada ao lado do trevo. À direita, a imagem corresponde ao mesmo local, registrado pelo tripulante operacional a bordo da aeronave, nos primeiros segundos após a decolagem, mostrando a mesma área. Pode-se constatar que houve uma melhora na visibilidade horizontal entre os dois instantes observados.



Figura 18 – Melhora na visibilidade horizontal. À esquerda, a visibilidade logo após o pouso e à direita, na decolagem.

Apesar do exposto, a Comissão de Investigação SIPAER estimou que a visibilidade horizontal no momento da decolagem era de aproximadamente 180 metros, valor insuficiente para a operação da aeronave sob VFR, conforme ilustrado na Figura 19.



Figura 19 – Visibilidade estimada.
Fonte: adaptado do *Google Earth*.

Com relação à operação da aeronave, destaca-se que esse modelo era equipado com EGPWS, que indicava na cor amarela as áreas em que o relevo estivesse entre 250 ft abaixo e 500 ft acima da aeronave, e na cor vermelha os relevos superiores a 500 ft.

Assim, como a aeronave estava a uma altitude de 4.220 ft no trevo rodoviário, foi possível inferir que o EGPWS indicava, durante a decolagem, a região próxima da aeronave na cor amarela e a Serra do Amolar estaria indicada na cor vermelha.

A Figura 20 ilustra como o EGPWS indicaria as elevações de terreno aos 34 segundos de voo, quando a aeronave ultrapassou cerca de 4.523 ft, ficando a menos de 500 ft abaixo da maior parte da Serra à sua frente, incluindo o ponto de impacto, situado a aproximadamente 5.023 ft.



Figura 20 – À esquerda, como o EGPWS indicaria as elevações de terreno até cerca de 34 segundos de voo. À direita, como a mesma região passou a ser representada.

Apesar dessa mudança de cor, a Serra do Amolar permanecia constituindo um obstáculo à trajetória de voo da aeronave, como pode ser observado no croqui da Figura 21.

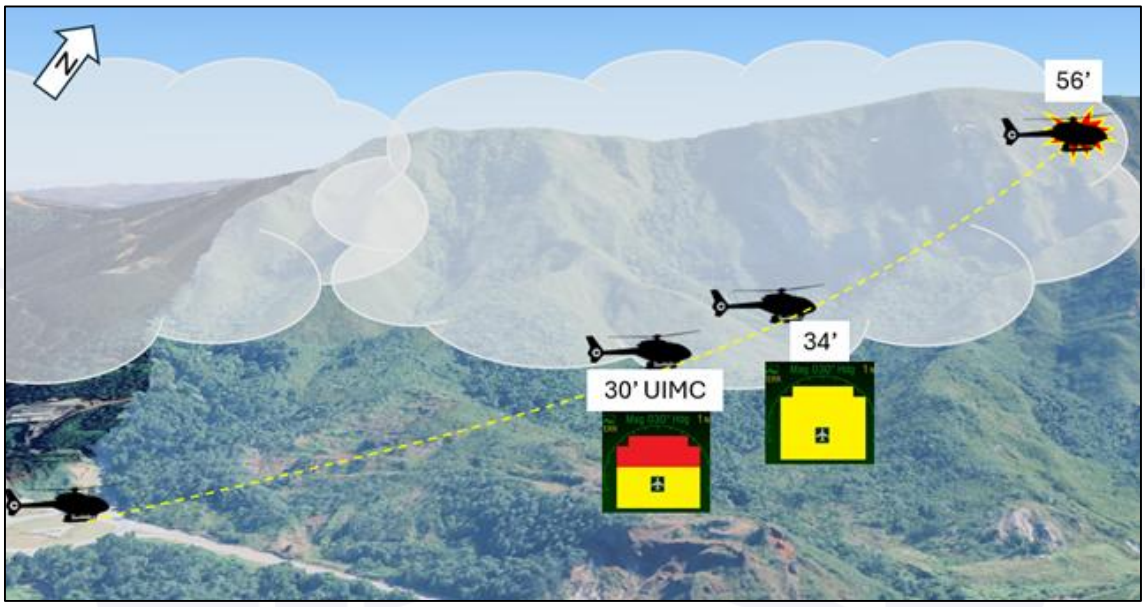


Figura 21 – Croqui de mudança de cor do EGPWS.
Fonte: adaptado do *Google Earth.*

Contudo, não foi possível confirmar se a tripulação fez uso efetivo do equipamento EGPWS durante o voo, uma vez que esse modelo de aeronave não possuía sistema de registro de dados capaz de evidenciar tal informação. Ressalta-se que o treinamento periódico não contemplava qualquer tipo de familiarização ou manuseio do equipamento EGPWS.

No que se refere ao treinamento, verificou-se que apenas os pilotos dispunham de um Programa de Treinamento Operacional (PTO) formalmente estabelecido. Para o modelo de aeronave em questão, o PTO previa treinamento periódico com um currículo de solo com carga horária de 11 horas, seguido de um de voo de 1 hora e 40 minutos, além de uma hora destinada à realização de prova teórica, conforme Figura 22.

2. TREINAMENTO PERIÓDICO

O treinamento periódico é voltado para a função de Comandante ou Segundo em Comando que **já possuem qualificação no equipamento**. Seu objetivo é atualizar os conhecimentos e as informações adquiridas durante o treinamento inicial dos pilotos em deste órgão.

CURRÍCULO	CARGA HORÁRIA
CURRICULO DE SOLO (*GROUND SCHOOL*)	11h00
CURRICULO DE VOO	01h40
EXAME PRÁTICO PARA REVALIDAÇÃO	01h00

Figura 22 – Treinamento periódico.
Fonte: adaptado do PTO do operador.

Assim, o PTO visava cumprir aos requisitos estabelecidos no RBAC 90 no que se referia aos procedimentos periódicos estabelecidos pela ANAC.

Entretanto, a Comissão constatou que, na prática, os treinamentos periódicos não eram executados no formato previsto, sendo substituídos por instruções direcionadas principalmente para fases operacionais específicas da atividade de bombeiro estabelecidas no Treinamento Técnico em Serviço (TTS).

Entrevistas com diferentes tripulantes da UAP revelaram que o foco estava voltado para etapas consideradas mais complexas e características dessa função, como operações

de resgate, combate a incêndio, içamento de carga externa e missões de busca, percebidas como de maior exigência técnica.

Por outro lado, fases convencionais do voo, como pousos e decolagens, eram frequentemente subestimadas por serem vistas como rotineiras e de menor complexidade. Essa percepção contrastava com o histórico de ocorrências da UAP, o qual indicava que a maioria dos eventos não ocorreu durante operações especializadas, mas sim em fases básicas do voo, conforme demonstrado na Tabela 1.

Ano	Matrícula	Modelo	Fase do voo	Sumário da ocorrência
2012	PR-COB	C210L	Pouso	Excursão de pista
2016	PR-COB	C210L	Pouso	Pouso sem trem
2017	PR-UEA	BK117C2	Decolagem	Falha de motor
2017	PR-COB	C210L	Pouso	Esvaziamento de pneu durante o pouso
2018	PR-COB	C210L	Pouso	Esvaziamento de pneu durante o pouso
2019	PP-SAV	AS350B3	Cruzeiro	Falha no equipamento de comunicação
2019	PR-BOA	AS350B2	Manobra	Toque do rotor de cauda na água
2021	PT-SUS	AS350B3	Pouso	*Brownout* durante o pouso
2022	PR-FNO	AT502	Pouso	Excursão de pista
2023	PR-UEA	BK117C2	Decolagem	Carenagem abriu e impactou contra o rotor
2024	PR-UEA	BK117C2	Decolagem	Voo controlado contra o terreno
2025	PP-SAV	AS350B3	Pouso	Falha do governador do motor
2025	PS-SES	C208	Pouso	Estouro de pneu
2025	PS-USA	AW119	Manobra	Carga externa movimentando além do esperado

Tabela 1 – Histórico de ocorrências aeronáuticas na UAP.

1.19. Informações adicionais.

O *Helicopter Flying Handbook* (FAA-H-8083-21B), produzido pela *Federal Aviation Administration* (FAA), capítulo 13 – *Effective Aeronautical Decision – Making*, apresentava as seguintes informações sobre *Controlled Flight Into Terrain* (CFIT – voo controlado contra o terreno):

> *Controlled Flight Into Terrain (CFIT) Awareness*
>
> *CFIT is a type of accident that continues to be a major safety concern, while at the same time difficult to explain because it involves a pilot controlling an airworthy aircraft that is flown into terrain (water or obstacles) with inadequate pilot awareness of the impending disaster.*
>
> *One constant in CFIT accidents is that outside visibility is limited, or the accident occurs at night and the terrain is not seen easily until just prior to impact. Another commonality among CFIT accidents is lack of SA. This includes not only horizontal*

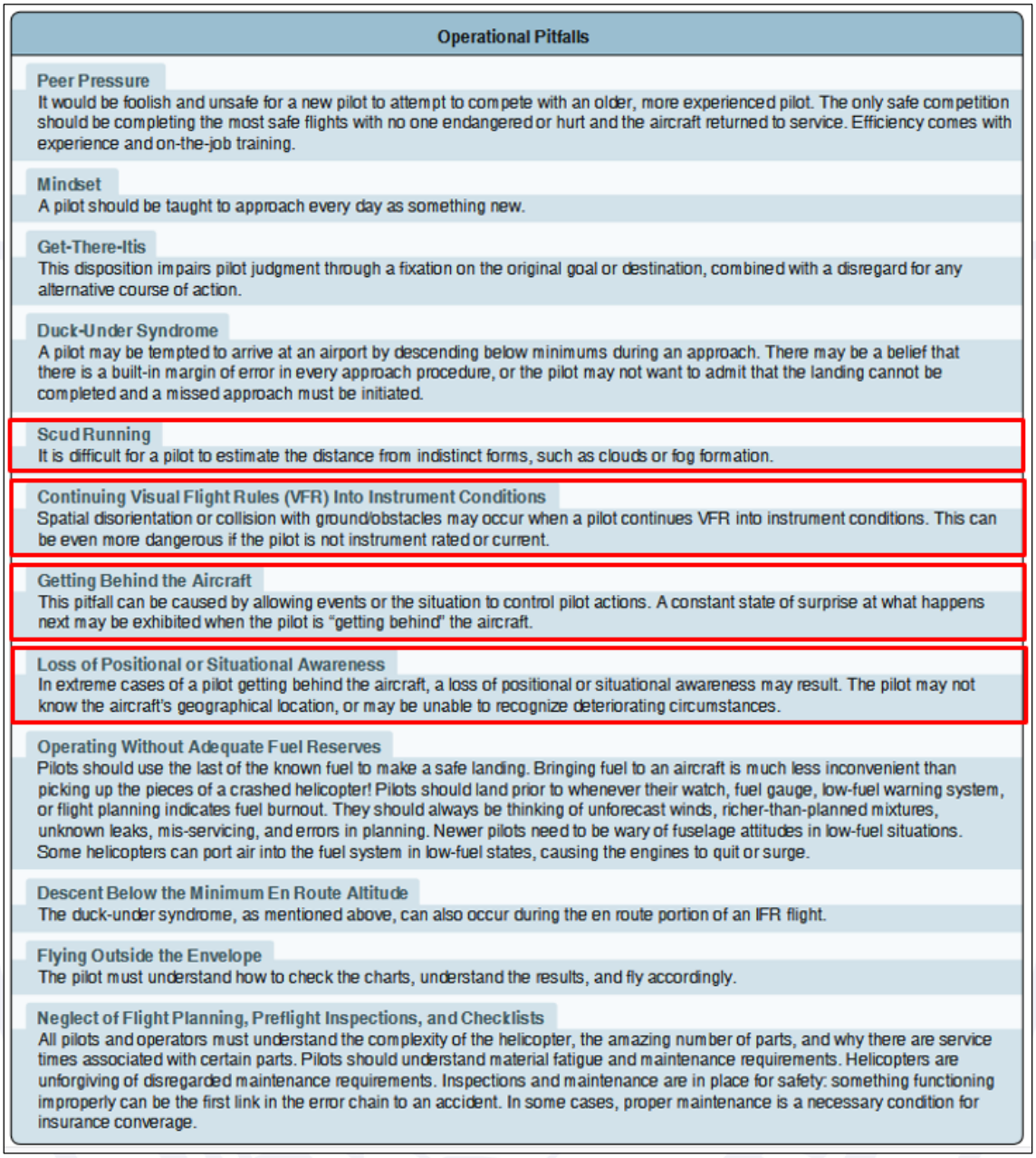
> *awareness, and knowing where the helicopter is over the ground, but also vertical awareness.*
>
> *Training, planning, and preparation are a pilot's best defenses for avoiding CFIT accidents. For example, take some time before takeoff to become familiar with the proposed flight and the terrain. Avoidance of CFIT begins before the helicopter departs the home location. Proper planning, including Applied risk mitigation must occur before the aircraft is even started. Thorough assessment of terrain, visibility, pilot experience and available contingencies must be conducted. If necessary, delay or postpone the flight while on the ground. The decision to abort the flight is much easier to make in the planning room than in the air. In case conditions deteriorate once in flight. Have contingency options available.*
>
> *[...]*
>
> *Limited outside visibility is one constant in CFIT accidents. In the accident cited at the beginning of this section, it appears the pilot failed to obtain a weather briefing. If the pilot had obtained one, he would probably have learned of the cloud cover and light precipitation present along his planned route of flight. The limited outside visibility probably caused the CFIT accident, since no evidence was found of any pre-impact mechanical discrepancies with the helicopter's airframe or systems that would have prevented normal operation.*

Em tradução livre, o CFIT era descrito como o acidente em que o piloto conduzia uma aeronave em condições de aeronavegabilidade contra o terreno, a água ou obstáculos, sem consciência do perigo iminente. Eram apontadas como características recorrentes a visibilidade externa limitada ou a ocorrência noturna, com o terreno percebido apenas instantes antes do impacto, e a perda de consciência situacional, tanto horizontal quanto vertical.

O documento indicava o treinamento, o planejamento e a preparação como as principais defesas contra esse tipo de acidente, os quais deveriam ocorrer ainda em solo, com avaliação criteriosa do terreno, da visibilidade, da experiência do piloto e das alternativas disponíveis, incluindo o adiamento ou cancelamento do voo quando necessário e a manutenção de opções de contingência.

Por fim, o documento reforçava que a visibilidade externa limitada era uma constante nesses acidentes, sendo que a ausência de informações meteorológicas foi apontada como provável origem de um evento citado anteriormente no próprio documento.

Em continuação, esse documento estabelecia o que ele chamava de *Operational Pitfalls* (armadilhas operacionais), conforme Figura 23.



Operational Pitfalls

Peer Pressure
It would be foolish and unsafe for a new pilot to attempt to compete with an older, more experienced pilot. The only safe competition should be completing the most safe flights with no one endangered or hurt and the aircraft returned to service. Efficiency comes with experience and on-the-job training.

Mindset
A pilot should be taught to approach every day as something new.

Get-There-Itis
This disposition impairs pilot judgment through a fixation on the original goal or destination, combined with a disregard for any alternative course of action.

Duck-Under Syndrome
A pilot may be tempted to arrive at an airport by descending below minimums during an approach. There may be a belief that there is a built-in margin of error in every approach procedure, or the pilot may not want to admit that the landing cannot be completed and a missed approach must be initiated.

Scud Running
It is difficult for a pilot to estimate the distance from indistinct forms, such as clouds or fog formation.

Continuing Visual Flight Rules (VFR) Into Instrument Conditions
Spatial disorientation or collision with ground/obstacles may occur when a pilot continues VFR into instrument conditions. This can be even more dangerous if the pilot is not instrument rated or current.

Getting Behind the Aircraft
This pitfall can be caused by allowing events or the situation to control pilot actions. A constant state of surprise at what happens next may be exhibited when the pilot is "getting behind" the aircraft.

Loss of Positional or Situational Awareness
In extreme cases of a pilot getting behind the aircraft, a loss of positional or situational awareness may result. The pilot may not know the aircraft's geographical location, or may be unable to recognize deteriorating circumstances.

Operating Without Adequate Fuel Reserves
Pilots should use the last of the known fuel to make a safe landing. Bringing fuel to an aircraft is much less inconvenient than picking up the pieces of a crashed helicopter! Pilots should land prior to whenever their watch, fuel gauge, low-fuel warning system, or flight planning indicates fuel burnout. They should always be thinking of unforecast winds, richer-than-planned mixtures, unknown leaks, mis-servicing, and errors in planning. Newer pilots need to be wary of fuselage attitudes in low-fuel situations. Some helicopters can port air into the fuel system in low-fuel states, causing the engines to quit or surge.

Descent Below the Minimum En Route Altitude
The duck-under syndrome, as mentioned above, can also occur during the en route portion of an IFR flight.

Flying Outside the Envelope
The pilot must understand how to check the charts, understand the results, and fly accordingly.

Neglect of Flight Planning, Preflight Inspections, and Checklists
All pilots and operators must understand the complexity of the helicopter, the amazing number of parts, and why there are service times associated with certain parts. Pilots should understand material fatigue and maintenance requirements. Helicopters are unforgiving of disregarded maintenance requirements. Inspections and maintenance are in place for safety: something functioning improperly can be the first link in the error chain to an accident. In some cases, proper maintenance is a necessary condition for insurance coverage.

Figura 23 – *Operational Pitfalls.*
Fonte: adaptado do *Helicopter Flying Handbook* da FAA.

Ainda em tradução livre, o documento relacionava, entre as armadilhas operacionais (*Operational Pitfalls*), quatro situações destacadas. A primeira, denominada *Scud Running*, referia-se à dificuldade do piloto em estimar distâncias a partir de formas indistintas, como nuvens ou formações de neblina.

A segunda, *Continuing Visual Flight Rules* (VFR) *Into Instrument Conditions*, tratava do prosseguimento do voo visual para condições de voo por instrumentos, do qual poderiam resultar em desorientação espacial ou em colisão com o solo ou obstáculos, com risco ainda maior quando o piloto não era habilitado ou não estava com a adaptação em dia para o voo por instrumentos.

A terceira, *Getting Behind the Aircraft*, descrevia a situação em que o piloto permitia que os eventos ou as circunstâncias passassem a comandar suas ações, ficando em constante estado de surpresa quanto aos desdobramentos seguintes do voo.

A quarta, *Loss of Positional or Situational Awareness*, apontava que, nos casos extremos em que o piloto ficava atrás da aeronave, podia ocorrer a perda de consciência

posicional ou situacional, fazendo com que o piloto deixasse de conhecer sua localização geográfica e de reconhecer a deterioração das condições.

Reforçando essa perspectiva, em 15JUN2021, o *U.S. Helicopter Safety Team* publicou o estudo intitulado *"56 Seconds to Live: Unintended Flight in Instrument Meteorological Conditions (UIMC) Safety Initiative"*. A pesquisa foi conduzida durante o evento Heli-Expo com o uso de simulação em realidade virtual, na qual pilotos voluntários foram inseridos em um cenário de entrada inadvertida em IMC, enquanto operavam sob VFR.

O estudo revelou que, em média, os participantes perderam o controle da aeronave ou colidiram com o terreno 56 segundos após o ingresso em IMC. Os resultados variaram conforme os níveis de experiência, treinamento e atualização dos pilotos, sendo a experiência operacional o fator mais determinante para o desempenho. O estudo ainda destacou o potencial do uso de treinamentos sintéticos, como simuladores em realidade virtual, como ferramenta acessível e eficaz para o preparo de tripulantes frente a cenários de UIMC.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Para fins de ilustração sob fatores que podem contribuir com ilusões visuais, a Comissão de Investigação SIPAER registrou as Figuras 25 e 26 nas proximidades do Aeródromo do Galeão – Antônio Carlos Jobim (SBGL), Rio de Janeiro, RJ.

A Figura 24 mostra o registro de uma formação meteorológica com duas tonalidades distintas. Essa diferença de cores pode ser interpretada por um piloto como a serra que na verdade está encoberta pela formação meteorológica. Assim, fica impossível determinar o limite superior do obstáculo à frente.

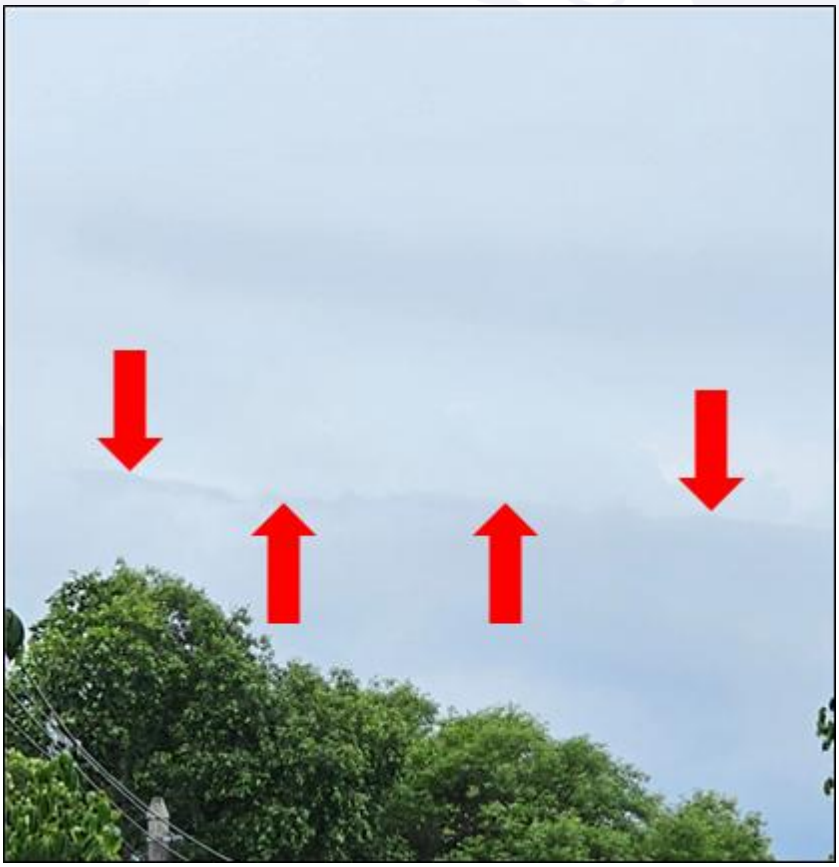


Figura 24 – Ilusão a partir de meteorologia adversa.

Na mesma linha, a Figura 25 registrou a Serra dos Órgãos, RJ, parcialmente encoberta por nuvens. Observa-se que a formação meteorológica reduz significativamente

a percepção visual da topografia. Caso a base das nuvens estivesse mais elevada, um piloto voando apenas com referências visuais, sem prévio conhecimento da geografia local, poderia não perceber a presença da serra encoberta.

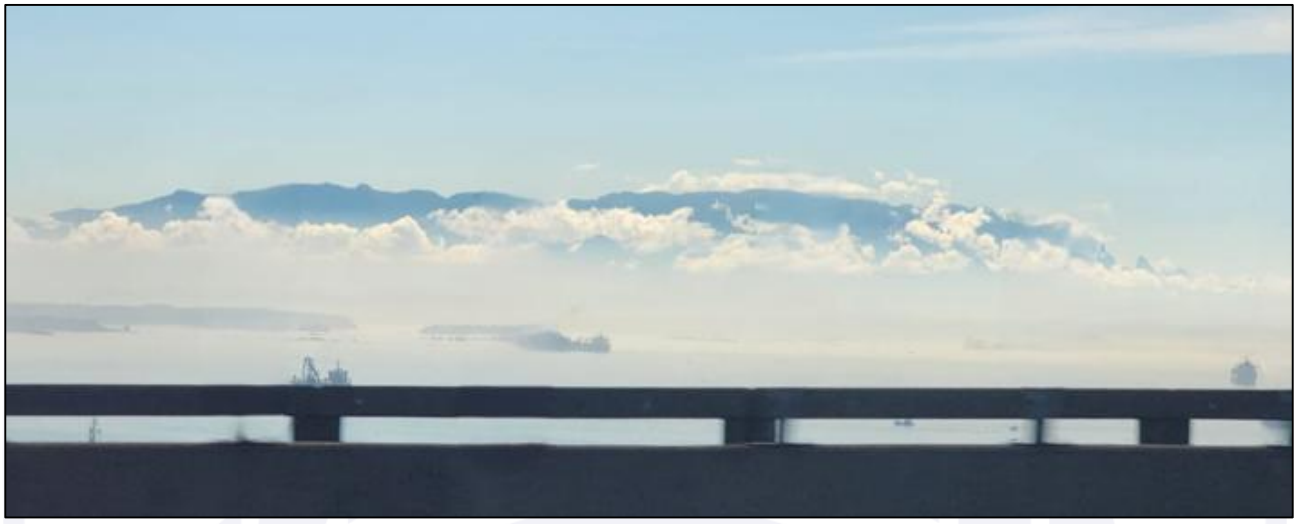


Figura 25 – Imagem da Serra dos Órgãos, RJ, encoberta parcialmente por nuvens.

Adicionalmente, essa condição atmosférica pode levar um observador a interpretar que o obstáculo visível se encontra a uma distância segura, enquanto um relevo de menor porte, oculto pela nuvem, pode representar risco imediato à trajetória da aeronave.

2. ANÁLISE.

A aeronave PR-UEA, modelo BK117 C-2, era operada por uma UAP sediada em SBBH que pertencia ao Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais, cuja atividade estava regulamentada pelo RBAC 90 – Requisitos para Operações Especiais de Aviação Pública.

A manutenção da aeronave em questão era executada por empresa terceirizada, a qual seguia o programa de manutenção estabelecido pelo fabricante. Conforme os registros disponíveis, as manutenções previstas estavam em dia, assim como o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade encontrava-se válido.

No momento do acidente, a aeronave operava dentro dos limites de peso e balanceamento estabelecidos pelo fabricante.

A tripulação operacional era composta por dois pilotos e dois operadores aerotáticos pertencentes ao efetivo da UAP e dois profissionais do SAMU, sendo um médico e um enfermeiro, que atuavam no atendimento aeromédico.

Além das missões previamente planejadas, a UAP mantinha, durante o período diurno, uma tripulação operacional de prontidão na sede da Unidade, a fim de atender a acionamentos a qualquer momento. As missões abrangiam diversas atividades em apoio à população, incluindo operações de busca, salvamento e transporte aeromédico de pacientes. Na maioria dos casos, os voos tinham como finalidade o atendimento a pessoas em situação de emergência.

Durante a investigação, a Comissão identificou, entre os integrantes da UAP, um forte espírito de cumprimento de missão e abnegação, oriundo da cultura institucional do Corpo de Bombeiros Militar. Esse senso de dever, de natureza intrínseca e não decorrente de imposições hierárquicas, levava os militares a se esforçarem ao máximo para o cumprimento da missão, por vezes em detrimento de suas próprias condições pessoais.

O ambiente operacional gerado por essa postura, naquelas circunstâncias, pode ter favorecido a priorização da conclusão da missão, com o retorno à sede, em detrimento dos princípios de segurança de voo.

Nessa mesma linha, a cultura organizacional estimulava um comportamento orientado à superação pessoal, levando à priorização sistemática da missão em detrimento de questões de ordem individual.

Observou-se que, mesmo diante de sinais de desgaste físico ou emocional, os integrantes da UAP frequentemente renunciavam a aspectos pessoais a fim de manter a disponibilidade e a continuidade das operações.

No dia do acidente, a Comissão identificou que os seis tripulantes operacionais realizaram um *briefing* conjunto, seguido das verificações de rotina na aeronave. Em seguida, os dois pilotos e os dois operadores aerotáticos desempenharam atividades administrativas decorrentes de suas atribuições na UAP.

Por volta das 18h00min (UTC), a tripulação operacional foi acionada para a busca de uma aeronave desaparecida na região de Ouro Preto, MG, decolando de SBBH às 18h23min (UTC) sob regras de voo visual.

Embora as condições meteorológicas em SBBH fossem favoráveis ao voo visual, na região de Ouro Preto elas estavam mais degradadas, não prevalecendo condições adequadas para esse tipo de operação. Apesar disso, a aeronave desaparecida foi localizada acidentada na Serra do Amolar, em área inadequada para o pouso do PR-UEA. Assim, os tripulantes realizaram o pouso em um trevo rodoviário próximo, a fim de permitir o deslocamento terrestre da equipe aeromédica até o local do acidente, na tentativa de prestar socorro ao piloto da aeronave acidentada.

A equipe aeromédica deslocou-se até o local e constatou o óbito do piloto, retornando ao PR-UEA para reunir-se à tripulação operacional e regressar à sede da UAP em SBBH. Nesse momento, as condições meteorológicas haviam se degradado, motivando a permanência da aeronave em solo até a possível melhora das condições meteorológicas. Uma viatura da UAP chegou a ser solicitada para o transporte da tripulação operacional por via terrestre; contudo, o PIC demonstrou desconforto em relação a essa alternativa, em razão da necessidade de deixar parte da equipe guarnecendo a aeronave.

Esse desconforto poderia estar relacionado a características de seu perfil pessoal, notadamente uma tendência a assumir responsabilidades de forma centralizada e a evitar a imposição de ônus ou inconvenientes aos demais integrantes da equipe. Tal predisposição pode ter contribuído para a continuidade da operação em um cenário de degradação meteorológica, reduzindo a probabilidade de adoção de alternativas mais conservadoras e favorecendo a exposição da tripulação aos riscos que culminaram no acidente.

Às 20h45min (UTC), observadores externos registraram a decolagem do PR-UEA do trevo rodoviário, em condições meteorológicas desfavoráveis ao voo sob VFR. Após a decolagem, a aeronave manteve voo controlado, em constante subida e deslocamento à frente. Aos 30 segundos de voo, foi perdido o contato visual com o solo e aos 56 segundos, a aeronave colidiu com o relevo, próximo ao topo da Serra do Amolar.

No acidente em tela, o PIC possuía habilitação IFRH e a aeronave era homologada para voos sob IFR. Entretanto, por se tratar de uma decolagem fora de aeródromo, não havia um procedimento instrumento que assegurasse a separação adequada entre a aeronave e o terreno.

Segundo as informações levantadas, não foi realizado um planejamento anterior à decolagem que considerasse as características do relevo na região, o que pode ter reduzido significativamente a consciência situacional da tripulação. Tal condição aumentou o risco

de colisão com o terreno, especialmente em um cenário de visibilidade reduzida, no qual o relevo não seria prontamente identificado.

O SIC não possuía habilitação IFRH, tendo realizado seus voos anteriores ao acidente integralmente em condições visuais, o que indicou ausência de experiência prática em voos conduzidos sob condições meteorológicas adversas.

Considerando que o PIC era visto como referência pelos pilotos mais novos da UAP, é possível que o SIC tenha confiado integralmente nas capacidades do PIC para a execução do voo, sem questionar ou avaliar de forma independente os riscos da operação. Essa postura evidenciou uma inadequação no gerenciamento dos recursos da cabine de voo, uma vez que uma distribuição mais equilibrada das responsabilidades entre os tripulantes poderia ter contribuído para uma avaliação mais criteriosa das condições da operação.

No que se refere aos operadores aerotáticos, verificou-se que apenas um deles havia participado do último treinamento de CRM, sendo que esse mesmo operador se encontrava em sua primeira missão na UAP. Essa circunstância pode ter reduzido a probabilidade de questionamento à decisão de decolar, uma vez que, pela ausência de parâmetros práticos na UAP, as condições encontradas poderiam ter sido interpretadas como normais.

Quanto à equipe aeromédica, constatou-se uma postura predominantemente passiva diante das decisões operacionais, possivelmente decorrente de sua não inclusão em treinamentos periódicos de CRM.

A carência de treinamentos periódicos de CRM envolvendo todas as funções a bordo pode ter comprometido a atualização e o alinhamento das práticas de coordenação entre os tripulantes operacionais. Nesse contexto, a ausência de um ambiente propício ao compartilhamento de percepções e à validação cruzada das decisões operacionais favoreceu a centralização do processo decisório em um único tripulante.

O PIC havia sido recentemente designado para a função de chefe do setor de manutenção da UAP, assumindo a gestão da frota de aeronaves, incluindo aquelas posicionadas em bases destacadas em outras cidades. Essa atribuição exigia envolvimento administrativo significativo que se somava às suas responsabilidades como piloto nas escalas regulares de voo da UAP.

Além das demandas profissionais, enfrentava preocupações de ordem pessoal que influenciavam seu estado emocional. Nos dias que antecederam o acidente, esse conjunto de condições se manifestou em sinais compatíveis com um possível estado de estafa, incluindo queixas frequentes de cefaleia e lapsos de memória.

É possível que os fatores pessoais tenham gerado uma pressão autoimposta para realizar o retorno à base, comprometendo sua capacidade de julgamento e a decisão de decolar com visibilidade abaixo dos mínimos regulamentares.

De forma semelhante, o SIC aparentava cansaço físico e mental e relatava dificuldade em conciliar as demandas operacionais com atividades administrativas que também desempenhava, condição que pode ter comprometido sua capacidade de avaliar de forma independente os riscos da operação e de questionar a decisão de decolar.

O desgaste físico e emocional a que ambos os tripulantes estavam expostos pode ter afetado funções cognitivas essenciais para a condução segura do voo, como atenção, consciência situacional e capacidade de tomada de decisão, favorecendo o surgimento de estados emocionais negativos como tensão e estresse ocupacional, e podendo ter contribuído para o acidente.

É possível que tenha havido inadequação no planejamento realizado pela organização, em seu nível gerencial, no tocante à alocação de recursos humanos para o

desenvolvimento das atividades operacionais. A designação do PIC para acumular a função de chefe de uma seção altamente demandada, além de suas atribuições regulares como piloto em escala, associada à incumbência de organizar um evento institucional de grande porte, pode ter contribuído para a sobrecarga de tarefas e, consequentemente, para a redução do seu desempenho operacional.

O pôr do sol em SBBH, na data da ocorrência, ocorreu às 20h56min (UTC) e a decolagem foi registrada às 20h45min (UTC), momento em que foi observada uma leve melhora na visibilidade no trevo rodoviário, que atingiu aproximadamente 180 metros, valor expressivamente inferior aos mínimos regulamentares. É possível que a combinação entre essa melhora e a proximidade do horário do pôr do sol tenha gerado uma compulsão para agir naquele momento, levando os tripulantes a interpretar essa situação como a última oportunidade para a realização do voo. Essa condição pode ter comprometido o processo de análise e escolha de alternativas, resultando na decisão de decolar em condições inadequadas para a operação.

Essa circunstância evidenciou um desalinhamento entre a percepção de risco dos tripulantes operacionais e a realidade apresentada, comprometendo a capacidade de avaliar adequadamente os perigos presentes na operação.

A insuficiência nos processos de capacitação e treinamento da tripulação operacional pode ter contribuído para esse desalinhamento, reduzindo a capacidade da equipe de identificar, avaliar e questionar coletivamente os riscos presentes na operação.

A ANAC, por meio do RBAC 90, estabelecia que a UAP deveria realizar decolagens de local não cadastrado apenas em condições meteorológicas visuais. Adicionalmente, determinava que a UAP implementasse um sistema de gerenciamento de riscos para suas operações aéreas, contudo a Comissão de Investigação SIPAER não identificou evidências de que tal gerenciamento de riscos estivesse efetivamente implementado pela UAP à época da ocorrência.

Nesse mesmo sentido, o MGSO da UAP estabelecia que as aeronaves de asas rotativas voariam exclusivamente sob VFR. Complementarmente, o MGO reforçava a exigência de condução dos voos apenas em condições visuais, delegando ao PIC a análise das condições meteorológicas e determinação de altitudes mínimas a serem voadas.

A existência de um gerenciamento de risco efetivo por parte da UAP poderia ter estabelecido uma barreira operacional capaz de mitigar as ameaças representadas pelas condições meteorológicas adversas e pelo relevo acidentado da região, evidenciando uma inadequação nos sistemas de apoio à operação.

Em paralelo, o RBAC 90 estabelecia a obrigatoriedade do treinamento periódico para os tripulantes das UAP. A Comissão de Investigação SIPAER verificou que o operador direcionava seus treinamentos para as fases práticas consideradas mais complexas, relacionadas a voos especializados, enquanto as demais, por serem percebidas como mais simples, não recebiam a mesma ênfase. Nesse contexto, embora a legislação vigente previsse a inclusão do treinamento de CRM no ciclo periódico, a UAP não o tratava como obrigatório.

O histórico de ocorrências aeronáuticas envolvendo a UAP indicou, de forma contrastante, que a maior parte delas não se deu durante fases específicas de missões operacionais, como buscas, resgates ou içamento de cargas externas, mas sim em procedimentos convencionais de pouso e decolagem. Esse padrão sugeriu que o foco predominante dos treinamentos nas etapas consideradas críticas das operações de salvamento não contemplava de forma equilibrada todas as fases do voo, evidenciando uma ineficiência nos processos de capacitação e treinamento que pode ter contribuído para o acidente.

Ainda sobre o processo de capacitação e treinamento dos pilotos, a Comissão inferiu que o EGPWS indicava a Serra do Amolar após a decolagem na cor vermelha e aos 34 segundos de voo passou a indicar na cor amarela. Como o PIC contava apenas com 5 horas de voo por instrumentos e o seu treinamento periódico não contemplava qualquer tipo de familiarização ou manuseio desse equipamento, é possível que o piloto tenha interpretado inadequadamente essa mudança de cor como uma superação em altura do obstáculo.

As condições meteorológicas no local do acidente, com visibilidade abaixo dos requisitos mínimos regulamentares, criavam um ambiente propício à degradação da percepção dos pilotos e à ocorrência de fenômenos de ilusão visual, constituindo uma ameaça operacional determinante para o desfecho da ocorrência.

A decisão de decolar com visibilidade abaixo dos mínimos regulamentares e o prosseguimento do voo até a entrada em condições IMC refletiram uma postura de inobservância dos requisitos operacionais e regulamentares estabelecidos, contribuindo para o acidente.

O *Helicopter Flying Handbook* (FAA-H-8083-21B) destacava que acidentes do tipo CFIT eram caracterizados pelo impacto controlado de uma aeronave contra o terreno ou obstáculos sem que o piloto percebesse o perigo iminente, sendo a visibilidade limitada e a perda de consciência situacional fatores frequentemente associados a esse tipo de evento. O documento ressaltava ainda que a prevenção de CFIT deveria começar antes da decolagem, com planejamento adequado e análise criteriosa das condições meteorológicas, incluindo a decisão de adiar ou cancelar o voo diante de condições adversas, e alertava para armadilhas operacionais como a dificuldade em estimar distâncias de formações nebulosas, a manutenção do voo visual em IMC e a perda de consciência situacional, condições que se mostraram presentes no voo do acidente.

Esses elementos reforçavam a importância do treinamento contínuo, do uso de ferramentas de apoio à navegação e da adoção de uma mentalidade voltada à gestão de riscos, a fim de reduzir a vulnerabilidade do piloto a cenários de impacto com o terreno.

O estudo "*56 Seconds to Live*", publicado em 2021 pelo U.S. *Helicopter Safety Team*, revelou que, em média, a perda de controle ou o impacto com o terreno ocorria cerca de 56 segundos após a entrada inadvertida em IMC, mesmo entre pilotos experientes. Considerando que o voo do acidente totalizou aproximadamente 56 segundos desde a decolagem até o impacto, os dados do estudo foram compatíveis com o desfecho desta ocorrência, reforçando a criticidade da decisão de decolar nas condições meteorológicas encontradas.

Por fim, esta investigação evidenciou que, mesmo tripulantes experientes e com elevado nível de habilidade, necessitam de treinamentos teóricos periódicos que reforcem fundamentos básicos de pilotagem, como pousos e decolagens, assim como o treinamento de CRM, a fim de aprimorar a coordenação, a comunicação e a tomada de decisão, fortalecendo a cultura de segurança operacional.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

a) os pilotos estavam com os CMA vigentes;

b) os pilotos estavam com as habilitações HMLT vigentes;

c) os pilotos não participaram do último ciclo de treinamento periódico em CRM, promovido em 2023;

d) a UAP não conferia caráter obrigatório a esse tipo de instrução;

e) os pilotos não estavam qualificados, mas possuíam experiência no tipo de voo;

f) a aeronave estava com o CVA válido;

g) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;

h) as escriturações das cadernetas de célula e motores estavam atualizadas;

i) a aeronave era equipada com o sistema *Moving map EuroNav* IV, de suporte à navegação primária;

j) esse sistema não foi projetado para ser operado em IMC e deveria ser utilizado apenas sob VFR;

k) as condições meteorológicas estavam abaixo das mínimas para a realização do voo;

l) a aeronave ingressou em condições meteorológicas adversas e impactou contra o terreno na Serra do Amolar, aproximadamente, 56 segundos após a decolagem;

m) a aeronave ficou destruída; e

n) todos os ocupantes sofreram lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Atitude – contribuiu.**

A decisão de decolar com visibilidade abaixo dos mínimos regulamentares e o prosseguimento do voo até a entrada em condições IMC refletiram uma postura de inobservância dos requisitos operacionais e regulamentares estabelecidos, contribuindo para o acidente.

O desconforto demonstrado pelo PIC com a alternativa de transporte terrestre, possivelmente decorrente de uma tendência a assumir responsabilidades de forma centralizada e a evitar inconvenientes aos demais integrantes da equipe, pode ter contribuído para a decisão de prosseguir com a operação em condições de degradação meteorológica, reduzindo a probabilidade de adoção de alternativas mais conservadoras.

- **Capacitação e treinamento – indeterminado.**

O histórico de ocorrências aeronáuticas envolvendo a UAP indicou que a maior parte dos acidentes não ocorreu durante fases específicas de missões operacionais, mas sim em procedimentos convencionais de pouso e decolagem, sugerindo que o foco predominante dos treinamentos nas etapas consideradas críticas das operações de salvamento não contemplava de forma equilibrada todas as fases do voo.

Adicionalmente, a ausência de treinamentos periódicos de CRM para todos os integrantes da tripulação operacional comprometeu a capacidade da equipe de identificar e questionar coletivamente os riscos da operação. Essas condições evidenciaram uma ineficiência nos processos de capacitação e treinamento que pode ter contribuído para o acidente.

- **Condições meteorológicas adversas – contribuiu.**

As condições meteorológicas no local do acidente, com visibilidade abaixo dos requisitos mínimos regulamentares, criavam um ambiente propício à degradação da percepção dos pilotos e à ocorrência de fenômenos de ilusão visual, constituindo uma ameaça operacional determinante para o desfecho da ocorrência.

- **Coordenação de cabine – indeterminado.**

A confiança excessiva do SIC nas capacidades do PIC, a postura passiva da equipe aeromédica e a limitada participação dos operadores aerotáticos em treinamentos de CRM comprometeram a distribuição equilibrada das responsabilidades entre os integrantes da

tripulação operacional, favorecendo a centralização do processo decisório no PIC e reduzindo a probabilidade de questionamento às decisões operacionais, o que pode ter contribuído para o acidente.

- **Cultura organizacional – indeterminado.**

O senso de cumprimento da missão e abnegação, compartilhados pelos membros da corporação, influenciava diretamente o ambiente operacional da UAP, resultando em uma postura na qual os riscos inerentes à atividade aérea eram compreendidos como parte integrante da missão. Dessa forma, a cultura organizacional estimulava um comportamento orientado à superação pessoal, levando à priorização sistemática da missão em detrimento de questões de ordem individual.

O ambiente operacional gerado por essa cultura, nas circunstâncias do acidente, pode ter favorecido a priorização da conclusão da missão, com o retorno à sede, em detrimento dos princípios de segurança de voo.

Embora houvesse sinais de desgaste físico ou emocional, esses fatores foram renunciados a fim de manter a disponibilidade e a continuidade das operações.

- **Estado emocional – indeterminado.**

Preocupações de ordem pessoal enfrentadas pelo PIC, associadas à sobrecarga de atribuições funcionais, podem ter gerado uma pressão autoimposta para realizar o retorno à base, influenciando negativamente seu estado emocional, comprometendo sua capacidade de julgamento e de decisão, o que o levou a decolar mesmo nas condições encontradas.

- **Fadiga – indeterminado.**

O acúmulo de atribuições profissionais e administrativas a que o PIC e o SIC estavam expostos, associado a sinais compatíveis com um possível estado de estafa no PIC, pode ter comprometido funções cognitivas essenciais para a condução segura do voo, contribuindo para a decisão de decolar com visibilidade abaixo dos mínimos regulamentares.

- **Ilusões visuais – indeterminado.**

As condições meteorológicas no local do acidente, com visibilidade baixa, associadas ao relevo característico da região, criavam um ambiente propício à ocorrência de fenômenos de ilusão visual, podendo ter gerado impressões sensoriais equivocadas que dificultaram a correta interpretação da serra à frente como um obstáculo à trajetória da aeronave.

- **Influências externas – indeterminado.**

Preocupações de ordem pessoal enfrentadas pelo PIC podem ter influenciado negativamente seu desempenho operacional, comprometendo sua capacidade de julgamento e de tomada de decisão no momento da decolagem.

- **Julgamento de pilotagem – contribuiu.**

A decisão de decolar com visibilidade abaixo dos mínimos regulamentares e o prosseguimento do voo até a entrada em condições IMC evidenciaram uma inadequada avaliação dos parâmetros e riscos da operação.

- **Percepção – contribuiu.**

A visibilidade abaixo dos requisitos mínimos regulamentares, já presente no momento da decolagem, não foi adequadamente reconhecida pela tripulação operacional como uma ameaça à segurança da operação. Durante o voo, as condições meteorológicas adversas, associadas ao relevo característico da região, criaram um ambiente propício à degradação

da percepção e à ocorrência de fenômenos de ilusão visual, comprometendo a capacidade dos tripulantes de identificar e reagir à proximidade do obstáculo em tempo hábil.

- **Planejamento de voo – indeterminado.**

Não foi realizado um planejamento anterior à decolagem que considerasse as características do relevo na região, o que pode ter reduzido significativamente a consciência situacional da tripulação. Tal condição aumentou o risco de colisão com o terreno, especialmente em um cenário de visibilidade reduzida, no qual o relevo não seria prontamente identificado.

- **Planejamento gerencial – indeterminado.**

É possível que tenha havido inadequação no planejamento realizado pela organização, em seu nível gerencial, no tocante à alocação de recursos humanos para o desenvolvimento das atividades operacionais. A designação do PIC para acumular a função de chefe de uma seção altamente demandada, além de suas atribuições regulares como piloto em escala, associada à incumbência de organizar um evento institucional de grande porte, pode ter contribuído para a sobrecarga de tarefas e, consequentemente, para a redução do seu desempenho operacional.

- **Processo decisório – indeterminado.**

A combinação entre a leve melhora na visibilidade constatada momentos antes da decolagem e a proximidade do horário do pôr do sol pode ter comprometido o processo de análise e escolha de alternativas pelos tripulantes, levando-os a interpretar aquele momento como a última oportunidade para realizar o voo. O desgaste físico e emocional a que ambos estavam expostos pode ter agravado essa condição, reduzindo a capacidade de avaliar objetivamente os riscos da operação e contribuindo para a decisão de decolar com visibilidade abaixo dos mínimos regulamentares.

- **Sistema de apoio – indeterminado.**

A existência de um gerenciamento de risco efetivo por parte da UAP poderia ter estabelecido uma barreira operacional capaz de mitigar as ameaças representadas pelas condições meteorológicas adversas e pelo relevo acidentado da região, evidenciando uma inadequação nos sistemas de apoio à operação.

- **Sobrecarga de tarefas – indeterminado.**

O acúmulo de múltiplas atribuições administrativas de elevada demanda, somado às responsabilidades do PIC como piloto nas escalas regulares de voo, pode ter ultrapassado sua capacidade de administrá-las adequadamente, comprometendo sua capacidade de julgamento e de decisão, o que o levou a decolar mesmo nas condições encontradas.

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 acidentes aeronáuticos 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-144/CENIPA/2024 – 01 **Emitida em: 28/10/2026**

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação às Unidades Aéreas Públicas com o objetivo de reforçar a importância do cumprimento dos requisitos estabelecidos no RBAC 90, em especial a obrigatoriedade do cumprimento do Programa de Treinamento e a implementação efetiva de um Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SMS), com foco na identificação de perigos e gerenciamento do risco.

A-144/CENIPA/2024 – 02 **Emitida em: 28/10/2026**

Avaliar a possibilidade de implementar, no âmbito das Unidades Aéreas Públicas regidas pelo RBAC 90, a realização de auditorias do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SMS), a fim contribuir com orientações para melhoria contínua dos níveis adequados de segurança operacional.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Após a ocorrência em análise, por iniciativa do próprio Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais, as operações aéreas da UAP foram suspensas temporariamente, tanto na sede quanto nas bases deslocadas, até a implementação de medidas corretivas voltadas à mitigação de condições latentes identificadas.

Inicialmente, foram realizadas reuniões com todos os tripulantes operacionais, com o objetivo de analisar potenciais fatores organizacionais e individuais capazes de influenciar a segurança operacional.

Nesse contexto, uma psicóloga foi incorporada ao efetivo da UAP para realizar acompanhamento próximo aos tripulantes operacionais, permitindo a identificação de possíveis influências de ordem pessoal sobre o desempenho operacional. Adicionalmente, a profissional passou a atuar no fortalecimento da percepção de risco e da cultura de segurança de voo da Unidade, estando prevista a sua capacitação complementar, a fim de aprimorar sua atuação nessa área específica.

As escalas de sobreaviso foram reestruturadas, com a inclusão de períodos adicionais de compensação e ajustes de horários com base em dados estatísticos para cada tipo de aeronave.

Na mesma linha, processos seletivos foram abertos para ampliação do quadro de tripulantes, permitindo um maior intervalo entre as escalas e redução da carga de trabalho. Além disso, tripulantes que estavam anteriormente designados para funções administrativas complexas foram movimentados para funções administrativas mais simples.

Em paralelo, foi promovido um intercâmbio operacional com tripulantes qualificados e experientes de outras UAP.

Foi estabelecido um grupo técnico para revisar e atualizar os procedimentos internos e legislações relacionadas às operações da UAP, readequando os treinamentos periódicos aos requisitos do RBAC 90 e aos dados estatísticos de risco da Unidade, com ênfase na inclusão do treinamento de CRM para todos os tripulantes operacionais.

Por fim, foi criada uma Comissão de Segurança de Voo, com a finalidade de desenvolver e implementar indicadores abrangendo todas as operações da Unidade. Além disso, profissionais da UAP passaram a ser encaminhados regularmente para cursos promovidos pelo CENIPA, visando ampliar a disseminação da cultura de segurança operacional e consolidar sua aplicação no ambiente organizacional da Unidade Aérea.

Em 28 de outubro de 2026.