

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-044/CENIPA/2022

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PR-EFC
MODELO:	CABRI G2
DATA:	11ABR2022



ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

Este Relatório Final foi disponibilizado à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) para que as análises técnico-científicas desta investigação sejam utilizadas como fonte de dados e informações, objetivando a identificação de perigos e avaliação de riscos, conforme disposto no Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR).

Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade no âmbito administrativo, civil ou criminal; estando em conformidade com o Appendix 2 do Anexo 13 "Protection of Accident and Incident Investigation Records" da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro por meio do Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946.

Outrossim, deve-se salientar a importância de se resguardarem as pessoas responsáveis pelo fornecimento de informações relativas à ocorrência de um acidente aeronáutico, tendo em vista que toda colaboração decorre da voluntariedade e é baseada no princípio da confiança. Por essa razão, a utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, além de macular o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal, pode desencadear o esvaziamento das contribuições voluntárias, fonte de informação imprescindível para o SIPAER.

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-EFC, modelo CABRI G2, ocorrido em 11ABR2022, tipificado como “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante a decolagem, houve a perda de controle da aeronave com consequente impacto contra o solo.

A aeronave teve danos substanciais.

Os pilotos sofreram lesões graves.

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



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	6
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave.	6
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.....	8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	8
1.6. Informações acerca da aeronave.....	8
1.7. Informações meteorológicas.....	10
1.8. Auxílios à navegação.....	10
1.9. Comunicações.....	10
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11. Gravadores de voo.....	10
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	10
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	11
1.13.1. Aspectos médicos.....	11
1.13.2. Informações ergonômicas.....	11
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	11
1.14. Informações acerca de fogo.....	11
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	11
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	11
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	13
1.18. Informações operacionais.....	13
1.19. Informações adicionais.....	15
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	18
2. ANÁLISE.....	18
3. CONCLUSÕES.....	19
3.1. Fatos.....	19
3.2. Fatores contribuintes.....	19
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	20
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	20

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AFM	<i>Aircraft Flight Manual</i> - manual de voo de aeronave
AL	Aluno
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIAC	Centro de Instrução de Aviação Civil
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
FCU	<i>Fuel Control Unit</i> - unidade de controle de combustível
HMNC	Habilitação de Classe Helicóptero Monomotor Convencional
IN	Instrutor
INVH	Habilitação de Instrutor de Voo - Helicóptero
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
PF	<i>Pilot Flying</i> - piloto que opera
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SL	<i>Service Letters</i> - cartas de serviço
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
SNHN	Designativo de localidade - Heliponto EFAI, Contagem, MG
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: CABRI G2 Matrícula: PR-EFC Fabricante: <i>Helicopteres Guimbal</i>	Operador: EFAI - Escola de Aviação Civil Ltda. - EPP
Ocorrência	Data/hora: 11ABR2022 - 11:35 (UTC) Local: Área de cargas do Hipermercado BH Lat. 19°53'27"S Long. 044°03'28"W Município - UF: Contagem - MG	Tipo(s): [LOC-I] Perda de controle em voo

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Heliponto EFAI (SNHN), Contagem, MG, por volta das 11h30min (UTC), a fim de realizar um voo de instrução local, com um Instrutor (IN) e um Aluno (AL) a bordo.

Após a decolagem, ocorreu a perda de controle da aeronave e posterior colisão contra um veículo no solo.

A aeronave teve danos substanciais.

Os pilotos sofreram lesões graves.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais em toda a sua extensão. Os esquis se separaram da célula da aeronave em razão do impacto contra o solo.

Duas pás do rotor principal estavam separadas da cabeça do rotor e todas as três pás apresentavam elevados danos.



Figura 1 - Vista lateral do helicóptero após o acidente.



Figura 2 - Vista frontal do helicóptero.

1.4. Outros danos.

A aeronave colidiu contra um caminhão que estava estacionado na área de cargas do Hipermercado BH, danificando o compartimento de carga do veículo.



Figura 3 - À esquerda o ponto de impacto no caminhão e à direita o dano em detalhe.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Discriminação	Horas Voadas	
	IN	AL
Totais	3.500:00	24.000:00
Totais, nos últimos 30 dias	09:35	00:05
Totais, nas últimas 24 horas	00:05	00:05
Neste tipo de aeronave	58:25	00:05
Neste tipo, nos últimos 30 dias	01:35	00:05
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:05	00:05

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

1.5.2. Formação.

O IN realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na Nacional Escola de Pilotagem Ltda., Rio de Janeiro, RJ, em 2003.

O AL realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, em 1984 e estava realizando o primeiro voo do curso de PPH.

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

O IN possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) e de Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) em vigor.

O AL possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA) e estava com a habilitação de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) em vigor.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Instrutor:

Os registros pessoais do IN na CIV indicavam uma vasta experiência, totalizando mais de 3.500 horas de voo, acumuladas ao longo de 19 anos, a maioria das quais dedicadas aos voos de instrução.

Grande parte do seu histórico operacional se desenvolveu quando ele trabalhou para o operador, onde na maior parte dos voos operou a aeronave modelo 269C-1, da fabricante *Schweizer*, acumulando cerca de duas mil horas nesse modelo. Entretanto, possuía apenas 58 horas de voo no modelo CABRI G2, a aeronave acidentada.

O IN era qualificado e possuía experiência nesse tipo de voo, entretanto, nesse modelo de aeronave, sua experiência era limitada.

Aluno:

Os registros da CIV pessoal indicavam experiência com aeronaves de asa fixa. Voando desde 1984, trabalhou como PLA em diversas companhias, acumulando, aproximadamente, 24.000 horas de voo em diversos modelos de aeronaves, como o DC10, B737, B747, B767, B777, dentre outros.

No entanto, o AL não possuía experiência com aeronaves de asas rotativas, sendo o voo do acidente em tela, o primeiro do curso para obtenção de licença de Piloto Privado de Helicóptero.

O curso teórico sobre a aeronave foi concluído poucos dias antes do voo em tela.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 1120, foi fabricada pela *Helicopteres Guimbal*, em 2015, e estava inscrita na Categoria de Registro Privada - Instrução.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo "500 horas", foi realizada em 07ABR2022 pela organização de manutenção EFAI - Escola de Aviação Civil Ltda., em Contagem, MG, estando com 7 horas e 36 minutos voados após a inspeção.

A manutenção da aeronave era realizada nas instalações do próprio Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC). A Comissão de Investigação constatou que todos os

registros indicavam que a aeronave estava com a manutenção em dia e as cadernetas de célula e motor estavam com as escriturações atualizadas.

O modelo da aeronave era o CABRI G2, um helicóptero monomotor convencional com capacidade para duas pessoas. O rotor principal girava no sentido horário, para um observador acima da aeronave, e o rotor de cauda era do tipo *Fenestron*¹. O motor que equipava o helicóptero era um *Lycoming O-360-J2A* e o seu peso máximo de decolagem era de 700 kg.

As dimensões da aeronave estavam registradas no *Aircraft Flight Manual (AFM - manual de voo da aeronave)*, na Seção 1, página 1-2, revisão 11, conforme a Figura 4.

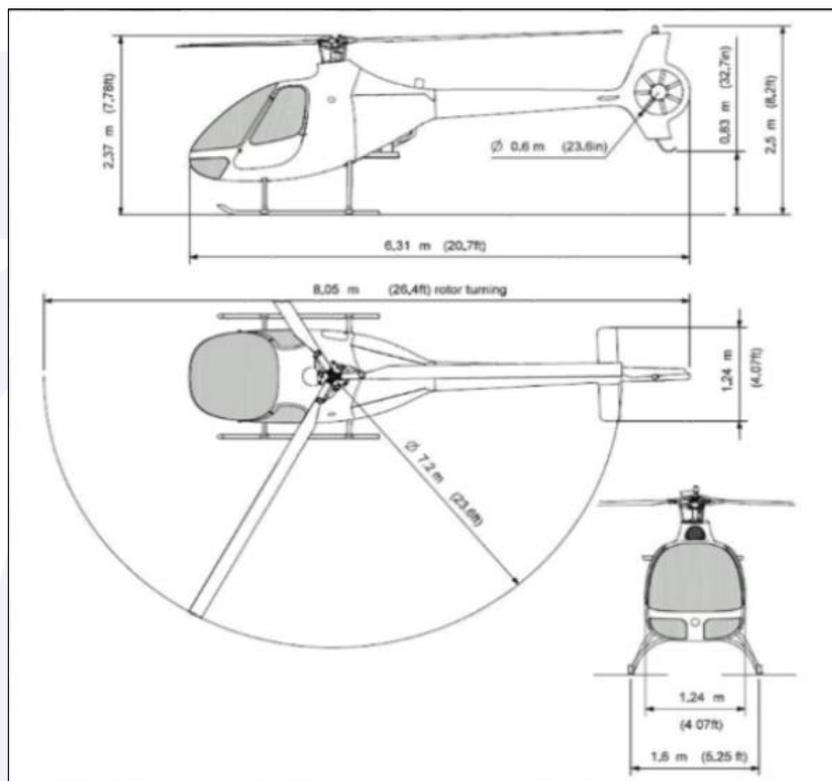


Figura 4 - Dimensões da aeronave. Fonte: AFM.

A faixa normal de RPM do rotor principal era entre 515 e 540 RPM, que deveria ser acompanhada por meio do instrumento digital e também poderia ser visualizada por meio de uma lâmpada na cor verde no painel da aeronave. Abaixo de 466 RPM, uma buzina de baixa rotação deveria soar (Figura 5).

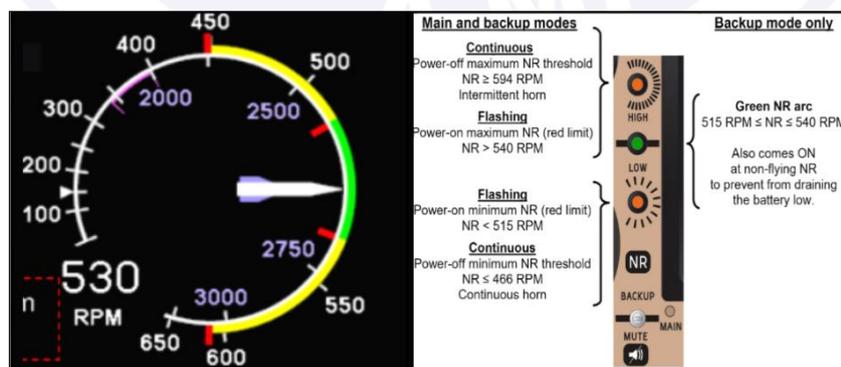


Figura 5 - Exibição de RPM. Fonte: AFM.

¹ "Fenestron" é uma marca registrada da Eurocopter.

1.7. Informações meteorológicas.

Os *Meteorological Aerodrome Reports* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) do Aeródromo da Pampulha - Carlos Drummond de Andrade (SBBH), distante 5,4 NM do local do acidente, traziam as seguintes informações:

METAR SBBH 111100Z 10010KT CAVOK 23/17 Q1017=

METAR SBBH 111200Z 10009KT 9999 SCT025 23/17 Q1017=

METAR SBBH 111300Z 12010KT 9999 SCT025 25/17 Q1017=

Verificou-se que as condições estavam acima das mínimas para a realização do voo, com visibilidade acima de 10 km, nuvens esparsas a 2.500 ft e vento de intensidade de 9 kt.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O heliponto de decolagem era privado, administrado pelo próprio CIAC e operava sob *Visual Flight Rules* (VFR - regras de voo visual), em período diurno e noturno.

Ao redor do heliponto, existiam diversas elevações no terreno, o que levou o CIAC a padronizar o eixo 320° como único sentido de decolagem. No entanto, nesse eixo, havia uma linha de alta tensão que ficava localizada transversalmente, conforme a Figura 6.



Figura 6 - Eixo de decolagem e linha de alta tensão.

Fonte: adaptado do *Google Maps*.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

Os destroços estavam concentrados em uma área de carga do Hipermercado BH, a cerca de 0,16 NM do heliponto de decolagem.

Imagens de câmeras de segurança no local registraram os últimos momentos antes da colisão. Foi possível verificar que os danos na aeronave foram causados após o choque contra um caminhão e contra o solo. Antes do impacto, o cone de cauda, as pás do rotor principal e o *Fenestron* estavam íntegros.



Figura 7 - Imagem da aeronave momentos antes do impacto.
Fonte: câmera de segurança do Hipermercado BH.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

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

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O AL possuía 59 anos e contava com uma ampla experiência na aviação de asa fixa, voando em diversas companhias aéreas, incluindo algumas empresas sediadas fora do Brasil, acumulando mais de 24.000 horas de voo em diversas aeronaves.

Como um entusiasta da aviação, após a aposentadoria, manifestou interesse em voar helicópteros, buscando realizar o curso de PPH apenas pelo prazer de pilotar.

Por sua vez, o IN possuía 57 anos e era considerado um dos mais experientes da Escola de Aviação. Segundo as informações levantadas pela equipe de investigação, ele sabia de toda a experiência pregressa do AL e estava entusiasmado em participar dessa instrução em particular.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

Observadores, que acompanharam a queda da aeronave, acionaram o Corpo de Bombeiros local, que removeu as vítimas e prestou os primeiros socorros antes do traslado para o hospital.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Foram coletadas duas amostras de combustível do tanque principal da aeronave, bem como uma amostra de óleo diretamente do dreno do motor. Tais materiais foram analisados quanto às suas características físico-químicas e estavam de acordo com as respectivas especificações, não apresentando indícios de contaminação.

Adicionalmente, o motor da aeronave foi analisado pela Comissão de Investigação com o objetivo de verificar se este componente contribuiu para a cadeia de eventos em

análise. A aeronave CABRI G2 era um helicóptero monomotor, equipado com um motor *Lycoming*, modelo O-360-J2A, *Serial Number* (SN - número de série) L-42676-36E, de 4 cilindros e movido a gasolina de aviação.

Inicialmente, foi realizada uma inspeção visual no motor, constatando-se que os componentes e acessórios apresentavam integridade estrutural, e que os danos decorrentes do impacto com o solo eram leves. O motor foi girado manualmente, sendo verificado que não estava travado. Na sequência, foram avaliados o avanço de ignição e a compressão dos cilindros, observando-se a possibilidade de girar o motor na própria aeronave.

O motor foi então testado na aeronave, utilizando-se os parâmetros estabelecidos no *Operator's Manual Lycoming* para o modelo O-360, datado de outubro de 2005, 8ª edição, e durante os ensaios ele apresentou funcionamento normal em diferentes regimes de potência, sem falhas ou anomalias operacionais.



Figura 8 - Imagem do painel durante o giro do motor.

Além disso, a Comissão de Investigação identificou que as fraturas nas pás principais do helicóptero, bem como a ruptura por torção no eixo de acionamento do rotor de cauda (Figura 9), indicavam que o motor estava operando normalmente no momento do acidente.



Figura 9 - Eixo de acionamento do rotor de cauda com ruptura por torção.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Nada a relatar.

1.18. Informações operacionais.

Tratava-se do primeiro voo de instrução do curso para a obtenção da licença de PPH.

A aeronave operava dentro dos limites de peso e balanceamento estabelecidos pelo fabricante.

De acordo com o relato dos pilotos, o IN estava atuando como *Pilot Flying* (PF - piloto que opera), permitindo, no entanto, que o AL interagisse nos comandos de voo. Durante a decolagem, a aeronave não atingiu a altitude necessária para superar uma rede de alta tensão localizada na reta de decolagem.

Ambos os pilotos perceberam que não iriam ultrapassar o obstáculo e atuaram juntos no coletivo, aumentando a potência, a fim de ganhar altura. Logo em seguida, ocorreu uma guinada à esquerda e o helicóptero passou a girar em torno de seu próprio eixo (no sentido anti-horário para um observador posicionado acima da aeronave) sem controle. Na sequência, o IN atuou no coletivo de forma a reduzir a potência e por consequência o giro, no entanto, a aeronave perdeu altitude e impactou contra o solo ainda em rotação.

Adicionalmente, os pilotos relataram ter ouvido o alarme sonoro correspondente à baixa rotação do rotor durante o giro.

Os registros no diário de bordo referentes aos voos anteriores da aeronave, bem como os relatos das tripulações que realizaram tais voos, não indicaram quaisquer indícios de falhas mecânicas que pudessem ter contribuído para a cadeia de eventos deste acidente.

O Programa de Instrução do CIAC, de 19NOV2020, revisão 00, em seu anexo 5, estabelecia que o primeiro voo do curso de PPH possuía o nível M em todos os exercícios (Figura 10).

	Exercícios	Nível	Objetivo a serem atingido
1	Cálculo de P&B / Desempenho	M	- Determinar a margem de desempenho com base nas condições ambiente e no P&B da aeronave.
2	Inspeções / Partida / Engrazam. / Cheques	M	- Executar os itens previstos, determinando a real condição da aeronave para o voo. - Executar com segurança o acionamento do motor e o engrazamento do rotor.
3	Decolagem Vertical	M	- Manter o controle da aeronave ao sair do solo. - Limites de variação: - Nr..... Dentro da faixa normal de operação; - Proa $\pm 20^\circ$; - Altura ... ± 1 ft; e - Posição ± 1 m (sem deslocamento para trás)
4	Taxi	M	- Limites de variação: - Nr..... Dentro da faixa normal de operação; - Eixo ± 1 m; - Proa $\pm 10^\circ$; e - Altura ... ± 1 ft.
5	Decolagem Normal	M	- Cumprir o perfil de decolagem dentro dos seguintes limites de variação: - Proa $\pm 10^\circ$; e - Vi ± 5 ft (veloc. de subida).
6	Subida / Descida	M	- Vi ± 10 Kt; e - Proa $\pm 10^\circ$.

Figura 10 - Programa de Instrução com os níveis de aprendizagem.

Nesse mesmo Programa, o quadro 16 estabelecia que o código M indicava o nível de aprendizagem apenas de “Memorização”, no qual o AL teria informações sobre os

exercícios e deveria memorizar os procedimentos para iniciar o treinamento duplo comando.

QUADRO 16 - NÍVEIS DE APRENDIZAGEM		
NÍVEIS DE APRENDIZAGEM	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO
Memorização	M	O aluno tem informação suficiente sobre o exercício e memoriza os procedimentos para iniciar o treinamento duplo comando.
Compreensão	C	O aluno demonstra perfeita compreensão do exercício e pratica-o com o auxílio do instrutor.
Aplicação	A	O aluno demonstra compreender o exercício, mas comete erros normais durante a prática. Dependendo da fase da prática de voo, poderá treinar solo.
Execução	E	O aluno executa os exercícios segundo padrões aceitáveis, levando-se em conta a maior ou menor dificuldade oferecida pelo equipamento utilizado.

Figura 11 - Quadro com as descrições dos níveis de aprendizagem.

Sendo assim, o IN demonstraria todos os passos do voo, incluindo a decolagem normal. Usualmente, o AL era autorizado a ir acompanhando os movimentos de cíclico e coletivo com as próprias mãos.

No voo em tela, o IN permitiu que o AL tivesse um nível de participação maior nos comandos, dada a sua experiência pregressa na aviação. Assim sendo, o AL realizou os procedimentos com auxílio verbal e manual do IN.

A respeito da decolagem de SNHN, do ponto de vista operacional, destacava-se um aspecto relevante, que era a presença de uma linha de alta tensão próxima ao heliponto, posicionada exatamente na trajetória de decolagem.

A linha de alta tensão localizava-se em uma posição superior em relação ao heliponto, no entanto, se a decolagem fosse realizada conforme o previsto, a aeronave ganharia altitude suficiente para superar esse obstáculo.

A análise das instruções fornecidas ao AL antes do voo indicou que foram abordados aspectos gerais sobre a operação da aeronave. No entanto, não houve uma instrução específica para a decolagem de SNHN, que considerasse as características do local, como a proximidade da rede de alta tensão. Ademais, o *briefing* pré-voo foi realizado de maneira apressada, com o IN e o AL caminhando em direção à aeronave, sem que os aspectos específicos da decolagem fossem devidamente discutidos.

Perda de Controle em Voo em 2016 com o PR-EFC.

Em 2016, ocorreu um acidente com essa mesma aeronave, decolando do mesmo heliponto para um voo de instrução. Na ocasião, durante a decolagem, a aeronave perdeu altitude logo após cruzar a linha de alta tensão, entrou em giro pela esquerda (nariz para a esquerda e cauda para a direita) e o alarme de baixa RPM soou, em seguida, perdeu altitude e impactou contra o solo.

A equipe de investigação do SIPAER, responsável pela análise desse acidente à época, constatou que a aeronave não apresentava indícios de falha mecânica. Durante a decolagem, ao perceber que a aeronave não conseguiria ultrapassar a linha de alta tensão, o IN assumiu os comandos do helicóptero e aplicou o comando coletivo com o objetivo de ganhar altura.

A manobra realizada mostrou-se efetiva, uma vez que a aeronave conseguiu superar o obstáculo, porém a controlabilidade foi perdida logo a seguir.

Conforme as informações coletadas com os envolvidos na ocorrência, houve queda de rotação do rotor principal da aeronave e ocorrência de guinada para a esquerda (giro do nariz da aeronave à esquerda e cauda à direita), além de alarme sonoro de baixa RPM e perda de altura. Concluiu-se que houve inadequada aplicação de comandos e julgamento de pilotagem.

Além disso, foi observado que o IN possuía apenas 19 horas no modelo da aeronave e o AL, aproximadamente, 6 horas, o que demonstrou pouca experiência no modelo, o que pode ter contribuído para a ocorrência.

1.19. Informações adicionais.

Foi levantada uma série de incidentes correlatos envolvendo o mesmo modelo de aeronave, apresentando características similares à situação em análise.

Em um deles, ocorrido com o CABRI G2, F-HGRE, em 18FEV2022, o *Safety Investigation Report* do BEA, em seu item 2.10 - *Accidents linked to loss of yaw control*, trazia as seguintes informações:

Between 2015 and 2022, the BEA recorded eight other occurrences (seven accidents and one incident) in France involving the Cabri G2, six of which were linked to loss of yaw control. Of these:

- *two were the direct result of insufficient input on the right rudder pedal, one during an approach in instruction (2019), and the other in hover taxiing (2022);*
- *three were linked to a drop in rotor speed resulting in a loss of tail rotor effectiveness during an engine failure or FCU failure training exercise, in instruction.*

Guimbal estimates that, since the entry into service of the Cabri G2, more than 50% of the Cabri G2 accidents in the world are associated with losses of yaw control. It states that half of these accidents are the result of the pilot's insufficient input on the right rudder pedal, sometimes followed by the pulling of the collective pitch lever, whilst the other half concern losses of rotor speed mainly occurring during manoeuvres performed in instruction.

In 2022, of the 13 Cabri G2 accidents that occurred worldwide, nine were due to a loss of yaw control.

Em tradução livre do texto acima, entre 2015 e 2022, o BEA registrou 8 ocorrências (7 acidentes e 1 incidente) na França envolvendo o modelo Cabri G2, sendo 6 delas ligadas à perda de controle de guinada. Dessas:

- 2 estavam relacionadas diretamente ao comando insuficiente no pedal de leme direito, uma durante uma aproximação em instrução (2019) e outra durante o táxi; e
- 3 estavam relacionadas à queda de rotação do rotor, o que resultou na perda de efetividade do rotor de cauda durante uma falha do motor ou exercício de treinamento de falha da *Fuel Control Unit* (FCU - unidade de controle de combustível).

A fabricante Gimbal estima que, desde a entrada em serviço do Cabri G2, mais de 50% dos seus acidentes no mundo estão associados com a perda de controle de guinada. Afirma ainda que metade desses acidentes foram resultados de uma aplicação insuficiente de pedal de leme direito, algumas vezes seguidas da aplicação do coletivo, enquanto a outra metade é relacionada à perda de rotação do rotor, principalmente durante a realização de manobras em instrução.

Outros dois acidentes ocorreram na Alemanha e na Suíça envolvendo o mesmo modelo de helicóptero, cujos resumos estão relatados a seguir:

- acidente em 2020 com uma aeronave CABRI G2 no Aeródromo de Speyer, Alemanha.

Tratava-se de um circuito de navegação com apenas um AL a bordo (voo solo), sendo que o voo fazia parte do programa de treinamento para obtenção de licença de PPH. Durante a decolagem, ocorreu a perda de controle da aeronave. Câmeras do aeródromo registraram o helicóptero em giro para a esquerda (nariz para a esquerda e cauda para a direita) até impactar contra o solo.

O piloto possuía 63 anos e contava com vasta experiência na aviação comercial, possuindo mais de 23 mil horas de voo em diversos modelos de aeronave, no entanto, em helicópteros possuía apenas 46 horas.

A Autoridade de Investigação alemã não constatou indícios de falhas mecânicas que pudessem ter contribuído para o acidente.

Foi identificado que a perda de controle da aeronave foi devido à coordenação incorreta entre a demanda de potência do motor e os comandos de controle com os pedais para a compensação de torque em torno do eixo vertical.

- acidente em 2020 com uma aeronave CABRI G2 no Aeródromo de Thun (LSZW), Suíça.

O piloto realizava o seu primeiro voo após obter a licença de PPH, contando com a experiência de apenas 75 horas de voo.

Durante a decolagem, houve acionamento sonoro do alarme de baixa RPM, tendo a aeronave perdido altitude e impactado contra o solo.

Não foram identificados indícios de falha mecânica na aeronave que pudessem ter contribuído para o acidente.

A Autoridade de Investigação identificou que o piloto não estava monitorando adequadamente os parâmetros da aeronave e que a RPM pode ter sido reduzida pelos próprios comandamentos realizados pelo piloto.

- CABRI G2 Service Letter 12-001A - Yaw control in approach.

A introdução da *Service Letter* (SL) 12-001A - *Yaw control in approach* dizia que após dois incidentes envolvendo a perda de controle de guinada, ambos com pilotos inexperientes em helicópteros equipados com rotor de cauda tipo *Fenestron*², como o CABRI G2, levaram a fabricante GUIMBAL a emitir a referida carta de serviço para apontar algumas características específicas de tais rotores.

A carta trazia, como uma das notas importantes, o seguinte:

Extensive flight testing of the Cabri G2 and of other helicopters equipped with a Fenestron have shown that such tail rotor, combining a large shroud and a relatively high disk loading, is immune to stall and to vortex-ring state commonly referred to as LTE (Loss of Tail rotor Efficiency).

Em tradução livre, ela dizia que extensos testes em voo realizados no Cabri G2 e em outros helicópteros equipados com rotor de cauda tipo *Fenestron*³ mostraram que tais rotores, que combinam uma grande carenagem e uma carga de disco relativamente alta, são imunes ao *stall* e ao *vortex-ring state*, comumente chamado de LTE (*Loss of Tail rotor Efficiency*).

A carta ainda destacava a necessidade dos pilotos de usar uma amplitude maior de pedal para um dado empuxo do rotor de cauda em relação a que seria necessária em helicópteros com rotor de cauda convencional e a necessidade de os pilotos reagirem sem demora a uma guinada não comandada.

² "Fenestron" é uma marca registrada da Eurocopter.

³ "Fenestron" é uma marca registrada da Eurocopter.

A SL advertia que uma situação típica era:

When getting closer to the ground, if the pilot does not control sideslip, the reduction of airspeed causes the tail fin to increase its angle of attack to maintain the torque/antitorque balance: the helicopter nose moves to the left progressively as the airspeed is reduced.

Em tradução livre, o documento advertia os pilotos sobre a necessidade de permanecerem vigilantes durante a redução de velocidade quando o helicóptero se aproximava do solo. Explicava que, se o piloto não conseguisse manter a derrapagem em zero, a diminuição da velocidade à frente causaria um aumento do ângulo de ataque da deriva da cauda para manter o equilíbrio entre o torque e o antitorque. Se o piloto não reagisse, o nariz do helicóptero se deslocaria progressivamente para a esquerda.

A SL concluía com as seguintes recomendações:

Advice 1:

*The main lesson drawn from the above analysis is: **Never wait to correct a sideslip** - and particularly to the left - when approaching for a standard landing (30-60 kt approach).*

Use adequate pedal input without any hesitation.

If there is a known cross wind, and particularly from the right hand, pay even more attention to keep the helicopter centerline aligned with the path and be prepared to large pedals input.

Advice 2:

***Never hesitate to apply full right pedal** to correct a yawing to the left before it gets faster.*

Keep the pedal to its stop, until the rotation stops completely.

Advice 3:

*When practicing spot-turns at low height above the ground, **always do it "on the power pedal"** - to the right in the Cabri G2 case.*

Then raising the collective in case of problem will stop the spin.

Advice 4:

When aiming at a landing site close to helicopter IGE hover ceiling above the power transition (3800 ft ISA), pay specific attention to smooth piloting to prevent reaching 100% FLO and thus possible rotor speed decay.

Note that the recovery process consists in lowering slightly the collective, thus increasing sink rate before recovering the rotor speed.

Em tradução livre.

Advice 1:

A principal lição da SL era nunca esperar para corrigir uma derrapagem, particularmente para a esquerda, ao se aproximar para um pouso padrão (30-60 kt).

Usar a amplitude adequada do pedal sem qualquer hesitação.

Se houver vento cruzado conhecido, e principalmente de direita, o piloto deve prestar ainda mais atenção para manter a linha central do helicóptero alinhada com a trajetória e deve estar preparado para grandes amplitudes de pedais.

Advice 2:

O piloto nunca deve hesitar em aplicar totalmente o pedal direito para corrigir uma guinada para a esquerda antes que ela fique mais rápida.

Mantenha o pedal aplicado, até que a rotação pare completamente.

Advice 3:

Ao praticar *spot-turns* (giros no ponto) a baixa altura, elas sempre devem ser feitas à direita no caso do CABRI G2, que é o “pedal de força”.

Nesse caso, o aumento do coletivo em caso de problema irá interromper o giro.

Advice 4:

Quando desejar um local de pouso próximo ao teto de pairado dentro do efeito solo do helicóptero acima da transição de potência (3.800 pés ISA), o piloto deve prestar atenção especificamente à pilotagem suave para evitar atingir 100% de FLO (*Full Throttle Power*) e, portanto, uma possível queda de rotação do rotor. Observe que o processo de recuperação consiste em diminuir ligeiramente o coletivo, aumentando assim a razão de afundamento antes da recuperação da rotação do rotor.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Não foram encontrados indícios de falhas mecânicas que pudessem ter contribuído para o acidente em tela. Todas as análises constataram que a aeronave estava em condições de funcionamento normal.

Sendo assim, os trabalhos de investigação foram concentrados nos aspectos operacionais e humanos do voo em tela.

O IN estava acostumado a voar com alunos com pouca ou nenhuma experiência anterior na aviação. Devido à vasta experiência do AL em aviação de asa fixa, é possível que o IN tenha se sentido confortável e permitiu uma maior participação dele nos comandos durante a decolagem, apesar de o primeiro voo de instrução ser nível de aprendizagem apenas de “Memorização”, no qual o AL teria informações sobre os exercícios e o IN demonstraria todos os passos do voo.

Isso pode ter levado a uma atitude complacente e excesso de confiança por parte do IN em relação ao AL, permitindo que a corrida de decolagem não se desenvolvesse tal como era esperado. Dessa forma, a linha de alta tensão, que normalmente era superada durante o incremento de altitude na decolagem, permaneceu próxima à trajetória da aeronave.

A necessidade da aplicação de coletivo em grande amplitude para superar os fios, ainda com baixa velocidade à frente e por conseguinte, a pouca efetividade da deriva na contribuição do antitorque, teve como consequência o mesmo efeito previsto na *Service Letter 12-001A*, ou seja, uma guinada à esquerda que requeria uma aplicação imediata e de adequada amplitude do pedal direito.

A guinada para a esquerda da aeronave que ocorreu nos últimos instantes, pode estar relacionada à falta de antecipação na aplicação dos pedais, a fim de compensar o aumento de torque causado pela aplicação do comando coletivo. Essa informação corrobora a condição aerodinâmica descrita na *SL 12-001A*.

Apesar de a *SL 12-001A* tratar de controle de guinada na aproximação, a tendência de guinada à esquerda e a necessidade de atuação do piloto nos pedais era válida para qualquer condição de baixa velocidade à frente.

Além disso, deve-se considerar que o AL não recebeu instruções específicas sobre a existência desse obstáculo, nem sobre quais procedimentos deveriam ser adotados para lidar com a proximidade da aeronave em relação a ele, o que demonstrou uma ineficiência dos processos sistematizados que visavam ao aprimoramento de conhecimento,

habilidades e atitudes. Soma-se a isso, o fato do *briefing* antes do voo não ter sido conduzido de maneira adequada, momento em que tal situação poderia ter sido abordada.

Assim sendo, a primeira vez que o AL teve conhecimento desse obstáculo foi justamente na corrida de decolagem. Por sua vez, o IN permitiu um erro do AL em uma fase crítica do voo, a decolagem, o que impossibilitou o ganho de altura esperado.

Uma vez que não foram encontradas falhas mecânicas ou indícios de mau funcionamento, é possível inferir que ocorreu uma aplicação de comandos inadequada que teve como consequência a perda de controle da aeronave.

Vale ressaltar que, em 2016, o PR-EFC havia se envolvido em um outro acidente decolando do mesmo heliponto, e os fatores contribuintes presentes nessas duas ocorrências foram semelhantes.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) em vigor;
- b) o IN estava com as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) e de Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) em vigor;
- c) o IN estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) o AL possuía experiência na aviação de asa fixa, mas estava realizando o seu primeiro voo de formação em helicópteros;
- e) a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) as escriturações das cadernetas de célula e motor estavam atualizadas;
- h) as condições meteorológicas estavam acima das mínimas para a realização do voo;
- i) não havia indícios de falhas mecânicas na aeronave;
- j) durante a decolagem, ao ultrapassar uma linha de alta tensão, houve uma guinada à esquerda;
- k) a aeronave perdeu altura rodando até colidir contra um caminhão estacionado e após contra o solo;
- l) a aeronave teve danos substanciais; e
- m) os pilotos sofreram lesões graves.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

Os comandos do helicóptero não foram aplicados adequadamente durante a decolagem, em consequência disso, a aeronave não atingiu a altura necessária para superar a linha de alta tensão. Ainda, ao ser comandado o coletivo para ultrapassar a linha, não houve a aplicação do pedal direito na amplitude necessária, permitindo que o helicóptero entrasse em giro pela esquerda e a consequente perda de controle.

- **Atitude - indeterminado.**

O IN pode ter sentido uma maior confiança ao voar com um AL tão experiente na aviação de asa fixa, contribuindo para uma atitude complacente e excesso de confiança de

sua parte em relação ao AL, permitindo que a corrida de decolagem não se desenvolvesse tal como era esperado.

- **Capacitação e treinamento - contribuiu.**

O AL não recebeu instruções específicas sobre a existência do obstáculo (fios de alta tensão) nem sobre quais procedimentos deveriam ser adotados para lidar com a proximidade da aeronave em relação a ele, o que demonstrou uma ineficiência dos processos sistematizados que visavam ao aprimoramento de conhecimentos, habilidades e atitudes. Soma-se a isso, o fato de o *briefing* antes do voo não ter sido conduzido de maneira adequada, momento em que tal situação poderia ter sido abordada.

- **Pouca experiência do piloto - contribuiu.**

Embora fosse muito experiente na aviação de asa fixa, o AL não possuía experiência com aeronaves de asas rotativas, o que o levou a não executar a decolagem adequadamente.

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-044/CENIPA/2022 - 01

Emitida em: 22/05/2025

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação à EFAI - Escola de Aviação Civil LTDA. - EPP, a fim de que aquele CIAC aprimore seus mecanismos de acompanhamento e supervisão da parte prática da instrução aérea, em especial na padronização de instrutores de voo sobre as características de decolagem no Heliponto EFAI.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Nada a relatar.

Em 22 de maio de 2025.